

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE – UFCSPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
SAÚDE**

Elren Passos Monteiro

**Fisiomecânica da Locomoção de
Pessoas com Doença de Parkinson:
Insights do Treinamento da Caminhada
Nórdica ao Sprint**

UFCSPA
Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre

**Porto Alegre
2019**

Elren Passos Monteiro

**Fisiomecânica da Locomoção de
Pessoas com Doença de Parkinson:
Insights do Treinamento da Caminhada
Nórdica ao Sprint**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Doutora.

Orientadora: Prof.^a Dra. Aline de Souza Pagnussat
Co-orientador: Prof.^o Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Porto Alegre
2019

**Fisiomecânica da Locomoção de Pessoas com Doença de Parkinson: *Insights*
do Treinamento da Caminhada Nórdica ao Sprint.**

BANCA AVALIADORA

Dr. Pedro Dal Lago (Relator)

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFSCPA)

Dra. Gabriela Fischer

Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Dr. Eduardo Lusa Cadore

Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Dr. Régis Gemerasca Mestriner

Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS)

Porto Alegre

2019

Catálogo na Publicação

Monteiro, Elen Passos

Fisiomecânica da Locomoção de Pessoas com Doença de Parkinson: Insights do Treinamento da Caminhada Nórdica ao Sprint / Elen Passos Monteiro. -- 2019. 297 p. : il., graf., tab. ; 30 cm.

Tese (doutorado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2019.

Orientador(a): Aline de Souza Pagnussat ;
coorientador(a): Leonardo Alexandre Feyré-Tartaruga.

1. Locomoção. 2. Biomecânica. 3. Gasto Energético. 4. Treinamento. 5. Doença de Parkinson. I. Título.

Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFCSPA com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UFCSPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

TESE DE DOUTORADO

Título: “Fisiomecânica da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: Insights sobre a caminhada nórdica e sprint”.

Autora: Elren Passos Monteiro

Orientadora: Profa. Aline de Souza Pagnussat

Coorientador: Prof. Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga

Banca Examinadora

Prof. Pedro Dal Lago	UFCSPA
Profª. Gabriela Fischer	UFSC
Prof. Eduardo Cadore	UFRGS
Prof. Regis Gerasca Mestriner	PUCRS

PARECER DA BANCA

*Após análise do documento e dos respectivos
deveres e obrigações pelas respectivas instituições
condições aprovada.*

Aprovado

Reprovado

Porto Alegre, 30 de abril de 2019.

Prof. Pedro Dal Lago
CPF: 41.464.662-12

Profª. Gabriela Fischer
CPF: 002.112.510-46

Prof. Eduardo Cadore
CPF: 9.44.385.860-04

Prof. Regis Gerasca Mestriner
CPF: 003.680.430-23

DEDICATÓRIA

O grande momento chegou!
Não somente por conquistar o maior grau acadêmico, mas sobretudo pelo manifestar da Glória de Deus sobre a minha família. Obrigada por serem os principais “coautores” do propósito maior.
Ao meu Pai Carlos e minha Mãe Marilene;
Às minhas irmãs Ellen, Kellen, Kelren
Ao meu irmão Tharlen,
Às minhas sobrinhas Emanuela, Rayssa, Maysa e Victória, e ao meu sobrinho Carlos Eduardo.
E a todos os pacientes que fizeram parte da pesquisa e que tornaram essa trajetória ainda mais bonita.

Este título é nosso!

AGRADECIMENTOS

A concretização de um sonho traz consigo uma imensidão de sentimentos que nos fazem refletir sobre o que realmente importa na vida. Chegamos ao topo da montanha e percebemos que a vista é encantadora, mas ao olhar para trás acreditamos que o trajeto que percorremos foi simplesmente incrível por ter pessoas que caminharam comigo. Fazer este percurso foi desafiador, pois muitas vezes a montanha se mostrava imponente. Entretanto, foi em meio as impossibilidades que Deus nos fez enxergar além dos que os olhos poderiam ver. Ele conduziu o caminho e me apresentou pessoas que foram escolhidas para serem colaboradoras do propósito dEle, e que me ajudariam a modificar tantas vidas. Obrigada meu Deus por revelar o seu amor por meio de cada pessoa aqui mencionadas, e todas as centenas de pessoas que intercederam torceram e que de alguma forma contribuíram para este momento.

Minha gratidão à minha orientadora, Professora Dra. Aline Pagnussat que há quatro anos me recebeu em seu grupo para que este momento fosse possível. Obrigada pelos seus ensinamentos e por todas as oportunidades que me destes. Meu desejo é que Deus abençoe a sua vida de forma especial, e que tenhas muito mais sucesso na sua trajetória. Que o GNeR cresça ainda mais com o reflexo da sua competência.

Ao Professor Dr. Leonardo Tartaruga, meu Co-orientador, amigo e grande incentivador. Os “Passos de Tartaruga” já estavam predestinados e mal sabíamos que iríamos tão longe. Eu olho para trás e vejo a linda trajetória que construímos, pautada no respeito, entusiasmo e na forma pedagógica que fazer Ciência. Obrigada pela tua confiança, e por muitas vezes acreditar mais em mim, do que eu mesma. Teus conselhos e ensinamentos modificaram a minha vida. Eu sou muito grata a Deus por permitir esse encontro há 9 anos no CBCE. Minha eterna gratidão!

Agradeço a Professora Dra. Flávia Martinez, por literalmente ter me adotado como filha acadêmica. Tu sabes o quanto tens participação na construção deste sonho. Obrigada por cada abraço de consolo e por teu brilho nos olhos me dizendo sempre que daria tudo certo.

Ao Prof. Dr. Carlos Rieder, por me abrir as portas do ambulatório dos Distúrbios do movimento, e do seu grupo de pesquisa do HCPA e SCMPA, que foi fundamental para que eu aprendesse sobre a doença de Parkinson e sobre a neurologia. Obrigada especialmente com a sua colaboração para que conseguíssemos o financiamento para este projeto que já modificou tantas vidas. Agradeço a sua confiança e as oportunidades. É um prazer trabalhar com você e ver sua luta pela doença de Parkinson.

Externo a minha gratidão e homenagem ao Prof. Dr. Luiz Fernando Martins Krueel, por ter me dado um sim há 7 anos na seleção do mestrado. Obrigada por aquela uma hora de entrevista que me preparou para a vidcona. Agora eu sei quem é o maior grupo de pesquisas aquáticas do mundo (risos). Obrigada por sua importante contribuição para a Educação Física Brasileira. E especialmente por ter participado da minha formação acadêmica, nos inesquecíveis anos que tive o privilégio de participar do grupo de Pesquisa GPAT.

Professor Jean-Benoit Morin, Ph.D (*Thank you so much, Professor JB for receiving me in your lab with enthusiasm, especially for sharing his teachings and time with me, and for you precious collaborate for Sprint Study. I appreciate the way that you conduct the research. Merci Beaucoup pour tout!*). *Thanks Stephanie Bougis, Johan Latti, Antonie Nill, Valentine and all colleagues from LAMHESS UFR STAPS – Université Côte d’Azur for receiving me very well.*

Agradezco al Profesor Pedro Jimenez, Ph.D, por su importante colaboración en la ealización de la investigación de Sprint. Gracias por hacerlo posible! Fue un placer trabajar con usted.

E não poderia deixar de agradecer ao querido Prof. Dr. Alexandro Andrade por todas as oportunidades, parcerias e por sempre me receber tão bem em seu grupo de pesquisa e seu laboratório LAPE – UDESC. Fico muito honrada por sua torcida em cada etapa da minha trajetória.

Professora Dra. Aline Haas, obrigada pela confiança em meu trabalho, por tua torcida e alegria. Tem sido um prazer imenso trabalhar com você e com os teus alunos!

Agradeço a Profa. Dra. Maria Marize Duarte, você me ensinou o que é ser uma doutora no início da minha trajetória acadêmica, quando me ensinava sobre metodologia da pesquisa científica. Obrigada por sua torcida constante. Me sinto lisonjeada!

Professora Vera Fernandes, obrigada por me fazer apaixonar pelo mundo da pesquisa. Sei que hoje você estará orgulhosa de ver sua pupila chegar tão longe!

À todos os meus professores, desde a educação básica até a Pós Graduação, especialmente ao Antônio Andrade, Carmen Lilian Faro, Márcia Bandeira, Ana Paula e Sol de Souza por todo o carinho, e ao Prof. Dr. João Bento Torres por sua importante contribuição para eu me apaixonar pelo campo da Neurociências.

Aproveito para agradecer por todos os professores que fazem a composição da Banca de Avaliação do Doutorado e fazerem parte deste momento importante da minha vida: Prof. Dr. Pedro Dal Lago por participar inicialmente da qualificação e pela importante relatoria para a melhora do manuscrito, a Profa. Dra. Gabriela Fischer minha eterna gratidão por todos os ensinamentos, conselhos para seguir em frente quando eu queria desistir, por tua amizade e especialmente por ter participado inicialmente na minha qualificação. Ao Prof. Dr. Eduardo Cadore por ser uma referência na área de treinamento com idosos e por contribuir na avaliação da Tese, e ao Prof. Dr. Régis Mestriner por abrilhantar com seus conhecimentos para o manuscrito final.

Gostaria de agradecer a CAPES e ao FIPE-HCPA, pelas bolsas e financiamentos, pelas quais sem esta tese seria inviável. E a Decathlon da França em nome do Erik Pfligier pela doação dos bastões de caminhada nórdica para a continuidade do Projeto de Extensão.

Agradeço a todos os funcionários da UFCSPA, especialmente as meninas que sempre me atendiam com muita competência: Daniele Dalpiaz, Cristiane Mondadori, Giovana Lopes, e Maristela Pasin. Agradeço também aos funcionários do LAPEX: Dani, Marli, Luciano, Luiz e todos os bolsistas por toda alegria e gentileza nos serviços prestados. E aos funcionários do Centro Natatório: Robertinho e Nádia pelo atendimento aos pacientes, e ao Robertinho do R.U por toda torcida por mim.

Aos membros que compõe a Associação de Parkinson do Rio Grande do Sul (APARS), muito obrigada por todos esses anos de parceria e por lutarmos juntos em prol de uma maior conscientização sobre a doença de Parkinson. É um prazer colaborar com vocês.

Durante este percurso de atravessar o país do Norte para o Sul do Brasil para que o sonho se tornasse realidade, eu tive pessoas que se tornaram um abraço casa, que ajudaram a não me sentir só nos dias de solidão. Minha eterna gratidão pela torcida incondicional da Cris Macedo e do Bruno Oliveira, vocês dois foram essenciais para mim. Obrigada por serem inspiração e por me acolherem na família de vocês. Literalmente vocês foram um presente que o CBCE me proporcionou.

A família Locomotion, agradeço por me ensinarem a fazer pesquisa com alegria, por serem abraço apertado, lágrimas nos olhos e pelo pulsar do coração. Natalia Gomeñuka (por todo amor compartilhado e por ser inspiração), Alberito Carvalho (pelos conselhos sempre sábios), Patricia Pantoja (por ser calma na tempestade e por ser a mana do coração), Alex Fagundes (por tudo e mais um pouco), Rodrigo Rosa (pela disponibilidade e entrega pelo grupo), Henrique (por sempre estar disposto a ajudar), Jorge Storniolo (pela tua alegria e amizade), Marcelo Coertjens (por ser um grande amigo e por me ajudar em momento crucial para o projeto), Valéria (pela parceria nos trabalhos), Marcela Casal (pelo teu brilho nos olhos pelo projeto), André (por ter me ensinado com a tua calma), Ana Paula (por tua dedicação), Edson (por teu esmero e brilhantismo) Leo Bloedow (por sempre estar disposto a aprender), Berriel (pela torcida), Marcão (pelos Helps e qualidade nas coisas que fazes), Fábio Lanferdini (por todo apoio). Eu gostaria de escrever a importância de vocês na minha formação. A todos que já passaram e aos novos integrantes, obrigada por tornarem a caminhada mais colorida e por me ensinarem tanto.

Ao Dream Team do Doutorado da Elren: Naty, Paty, Diana, Franzoni, Henrique, Rodrigo, Rochelle Costa, Giane Veiga, Alex, Priscila, Lucas, Alberito, Felipe Schuch, Maríndia, Martín, Ana e Edson: vocês são a verdadeira expressão de que “Pessoas precisam de Pessoas”. Obrigada por acreditarem neste propósito de vida! Vocês conseguem visualizar o quanto as mãos de vocês modificaram tantas vidas? Obrigada por tornarem esse sonho possível, por não desistirem, por chorarem comigo, por trabalhar por três anos tentando recuperar os dados cinemáticos, pelas inúmeras rotinas matemáticas, por todas as reuniões de Skype até as 4h da manhã, por chorarem comigo, por serem abrigo e por serem amigos. Valeu a pena cada esforço! Obrigada pelas hashtags: **#nuncamaiseuvoudormir! #jadeutudocerto! #vamostime! #vaiterdoutorado!**

Parafraseando C.S. French, o presente mais valioso para um professor é o sucesso que sua pupila alcança, e eu gostaria de agradecer por toda a troca de conhecimento compartilhada com todos os meus bolsistas ou com os alunos que estiveram sobre a minha coordenação ao longo destes sete anos. Hoje, muitos se tornaram professores com um futuro brilhante: Leandro Franzoni, Gabriel Fonseca, Priscila Antunes, Lucas de Oliveira, Ricardo Gerhk, Tanise Rodrigueiro, Cíntia Baldez, Anderson Medeiros, Anelise, André Mallmann, Mariana Oliveira, Gabriela Petry, Julia Migliorreto, Rúbia Goldinho, Daiana Corrêa, Diego Kwecko). A todos os bolsistas e profissionais que passaram no Projeto da Caminhada Nórdica e no Projeto PPT-Parkinson, obrigada por toda dedicação e por serem fundamentais para o crescimento dos projetos.

E aos meus alunos da UEPA-Altamira por toda torcida de sempre, agradeço o carinho que me enviam me dizendo que sou referência para vocês! Erika Barros minha orientanda que se empenha tanto em aprender e me faz aprender a cada dia com sua garra.

Leandro Franzoni, você vai longe: direto da graduação para o doutorado, e com o artigo de TCC publicado com mais visualizações. Eu só tenho a te agradecer por me permitir fazer parte da tua formação e por ser a tua mãe acadêmica, por aprendermos tanto juntos e por nossa amizade incondicional. Gratidão por tudo!

Pri Antunes, mesmo não sendo oficialmente minha bolsista, aceitou a colaborar na pesquisa e se entregou na escrita do artigo. Conseguimos!

Ana, quem diria que a mocinha do Pará seria sua co-orientadora? Nós já conquistamos o mundo! Meu Deus! Ana, nem consigo te agradecer por tudo o que fizestes por mim durante o meu período na França.

Diana, minha amiga-irmã, que presente maravilhoso a Colômbia me deu. Nosso encontro estava escrito por Deus, e foi incrível a forma como aconteceu. Obrigada por estar comigo, por ser abrigo e pelas sopinhas maravilhosas que sempre aqueciam meu coração. Daqui, para sempre!

Quando alguém abençoa a tua vida e não pede nada em troca, veja bem, essa é uma pessoa que você deve manter sempre por perto: Marcela Delabary, com lágrimas nos olhos agradeço por tua ajuda financeira no período que eu estava sem bolsa no doutorado. Tua ajuda foi fundamental para que eu continuasse morando em Porto Alegre e continuasse o doutorado. Naquela época, éramos apenas conhecidas e você se dispôs a me ajudar. Hoje somos amigas, parceiras de trabalho, e de muitos editais. Valeu a pena cada esforço, obrigada por tudo! Deus te abençoe sempre!

Ao grupo GNeR – UFCSPA, Giulia, Ritchele, Ana Salazar, Alê Pinho, Camila, Kátia, as bolsistas que são super dedicadas, as meninas que já passaram pelo grupo: Carol Vieiro, Pati Monte, Pati Graef, Bárbara, Cinara agradeço por me receberem e por compartilharem momentos de coletas no laboratório (Projeto da Riti, Projeto Gôndula, e Mestrado da Ariane, obrigada por me permitir contribuir com vocês), pelas aulas partilhadas e pela companhia nos Happy Hour mais chiques. E a Mairita, minha querida amiga que o doutorado me deu, muito obrigada por tua parceria, amizade, alegria com as gurias, e muitas histórias na feirinha do condomínio e nas estadias na tua casa.

Gostaria de agradecer a todos da Família GPAT, especialmente a Rô, Ana Kanitz (obrigada por me aquecer no frio e literalmente fazer a paraense conseguir analisar os dados no inverno de 2 graus), Felipe, Xandão, Thaís, Bruna, Salime, Claudia, Ananda, Natalia Soares, Roberta e Rodrigo Dellevati (Vanessa e Nina). Obrigada por um período de formação incrível, e por estarem sempre torcendo por mim.

Clínica Equipe Integrada: Nenguiru, Bruna Hunoff, Filipe Lagois e Paty Brasil, obrigada por esses anos da família Equipe Integrada. Foi um prazer imenso trabalhar com vocês aqui em Porto Alegre.

Botânico Church, que privilégio crescer em graça e em conhecimento com vocês. Impossível nomear cada um, mas saibam que todos vocês foram fundamentais para que eu pudesse enxergar o propósito de Jesus em tudo. Obrigada pelo amor que transbordam e por refletirem a Jesus. Pati e Israel, Renata, Gabi e Fran Tobin, Ana Carolina, Julinha, Dessa e Henrique e tantos outros obrigada por tanto. Que Jesus abençoe vocês!

À família que Jesus me deu: Angela, Juliana, Edileno, Lívia, Berê, Luciano e Betina: obrigada pelo cuidado comigo e por me constrangerem com tanto amor. Amo vocês!

Gratidão a Liane Sampaio, que de aluna virou amiga, que virou companheira e que virou vó. Sem palavras para agradecer por tudo, especialmente nesta etapa final do doutorado! Teu carinho me deu forças para continuar. Você e sua família são um presente na minha vida.

Ellen Patrícia de Oliveira, minha técnica de voleibol (para sempre), obrigada por me treinar pela vida, por ser uma das responsáveis por eu escolher cursar Educação Física, por conseguir as bolsas de estudos para mim, por me dar um dos conselhos mais importantes: Elren, estuda!, e especialmente por ser colaboradora do propósito de Jesus para este sonho.

Aos amigos que a Educação Física me deu: Karina Daniele, Claudinha, Shirley, Lyandra, Ariany Lobo, Raphael Gentil, Luana Rego, Emerson Campos, Gustavo Maneschy, Marcelo Russo, Maykon Araújo e Rodolfo Raiol. Obrigada por estarem comigo desde o

início de tudo, serem meus grandes incentivadores e inspiradores. Vocês sabem que essa vitória é de vocês também.

Agradeço as minhas peruas do coração: Elayne, Nane, Jocelyne, Alcy, Aline, Andrea, Rackeline e Clarissa, por todos os momentos de oração e quando sonhávamos por tudo o que estamos vivendo hoje. Às amigas Thalita Barros, Brunna di Mari, Cristiane Moro e Zenilda Lima, obrigada por serem Luz para mim.

Minha eterna gratidão á Bruna Magalhaes e toda a sua família que me ajudaram de forma espetacular durante a minha estadia na França.

Je voudrais remercier a la famille Theveniaud : Denise, Cristian, Nathalie, Leonel, Jocelyne et especialmente Cedric. Merci beaucoup pour tout et de m'avoir reçu au France avec beaucoup d'amour. Je vous attends tous au Brésil.

Agradeço ao apoio, torcida, orações e por todo carinho das minhas tias, tios, primas e primas. Tenho esse privilégio de ser a primeira a entrar a um curso de nível superior, e consequentemente na Pós-Graduação. Que vocês possam acreditar que o estudo é a única maneira pelo qual podemos mudar de vida, e que por meio dele podemos conhecer o mundo. E agradeço a minha vizinha Plínia, por ser minha fonte de inspiração com os idosos.

Aos maiores especialistas da doença de Parkinson e a todos os idosos: os meus alunos, pacientes e todos aqueles que participaram da pesquisa e dos Projetos da caminhada nórdica e do PPT-Parkinson. Foram mais de 300 anjinhos que abrilhantaram a minha vida de maneira muito especial. É impossível não chorar ao lembrar do rosto de cada um de vocês, por aquecerem meu coração com tanto amor e carinho quando me abraçavam e sorriam, e por serem o motivo de eu não parar. Levarei vocês em meu coração, onde quer que eu esteja. Suzana, seu Luiz, seu Ramiro, seu Alcir, seu Rolf, Ieda, Walter, Pina, Silvia, Eloy e TODOS vocês que me tornaram uma pessoa melhor. Amo vocês!

E por fim, e não menos importante, mas por ser a base, agradeço a minha família por serem coadjuvante na realização deste sonho e muito obrigada por compreenderem estes muitos anos ausentes. Ao meu Pai Carlos e a minha Mãe por terem me ensinado sobre os princípios da vida cristã, sobre me ensinarem a não faturar a ética, sobre os valores sólidos que me ajudaram a construir a mulher que me tornei, e por serem meus principais incentivadores. Mãe, você consegue compreender o que Deus havia reservado a nós através de você? Tu és minha maior inspiração. Amo vocês! Às minhas irmãs Ellen, Kellen, Kelren e ao meu irmão Tharlen, agradeço por sonharem comigo, e na maioria das vezes, renunciarem aos seus próprios sonhos em favor deste propósito. Sou privilegiada por ter vocês ao meu lado. Aos amores da tia pretinha: Manu, Rayssa, Maysa, Kadu e Victória, vocês são a minha maior motivação. Obrigada por adoçarem a minha vida nos momentos mais difíceis, mesmo quando a titia não pode acompanhar o crescimento de vocês. Fico orgulhosa quando vocês me dizem que querem ser iguais a titia, mas tenho certeza de que serão melhores que eu. Aos meus cunhados José Carlos, Edenilson e Donizete, obrigada por tudo! Vocês também fazem parte desta vitória.

Obrigada a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente nesta caminhada!

“Quando tudo parecer contrário, use a Fé e conquiste o impossível. Nunca desista quando você pode ir além.”

(Elren Passos Monteiro)

“Uma ideia nova primeiro é considerada ridícula, e, depois, desprezada e considerada sem importância, até que finalmente transforma-se naquilo que todo mundo sabe.”

(William James)

“Nossos grandes desafios precedem os nossos maiores milagres.”

(Erton Kohler)

“Não é sobre quantas vezes você foi rejeitado, caiu e teve que se levantar. É sobre quantas vezes você fica de pé, levanta a cabeça e segue em frente.

Não é sobre ganhar, é sobre não desistir. Existe disciplina para um propósito. Se você tem um sonho, lute por ele!”

(Lady Gaga)

“Deus não nos chama pelas nossas habilidades. Ele nos chama pelas nossas impossibilidades, para mostrar quem Ele é em nós.”

(Rennan Bellas)

“O Amor de Deus é Movimento.”

(Elren Passos Monteiro)

MOTIVAÇÕES SOBRE A TEMÁTICA E APRESENTAÇÃO DA TESE DE DOUTORADO

Um episódio familiar de perda de locomoção foi uma mola propulsora para eu me debruçar sobre o mundo da locomoção e da neurociência. Paralelo a isso, a lacuna sobre a reabilitação da marcha de pessoas com doença de Parkinson (DP), no início da minha prática clínica, me trouxe vários questionamentos sobre como realizar exercícios voltados para populações com restrições de movimento. Compreender sobre a Fisiomecânica, sobre a fisiopatologia da marcha humana, bem como, sobre os efeitos estruturação de cargas ideais de treinamento e suas aplicações sobre a funcionalidade e qualidade de vida da população com DP, tornou-se um propósito de vida pessoal, a fim de ressignificar as intervenções terapêuticas para este público.

Baseado na prática clínica de aproximadamente 12 anos reabilitando a marcha de idosos, pessoas com acidente vascular cerebral, e pessoas com DP, e com fundamentação científica a partir dos resultados de pesquisas obtidas no Projeto de Extensão de Caminhada Nórdica para pessoas com DP, esta tese fornece *insights* do que pode ser observado como características da marcha parkinsoniana, e os efeitos do uso de bastões de caminhada nórdica e da corrida de velocidade, especialmente sobre aspectos fisiológicos e mecânicos por meio de uma análise integrativa, ou seja, Fisiomecânicos, que explicam mecanismos sobre o gasto energético de locomoção. Além disso, estes aspectos fisiomecânicos serão tratados sob a luz do controle motor.

E de forma inovadora, a tese propõe uma quebra de paradigma sobre a dose de treinamento em alta intensidade para pessoas com DP, e apresenta dois modelos terapêuticos de reabilitação, que vai da caminhada nórdica ao sprint. Além disso, de forma mais precisa, por meio de testes e avaliações de baixa complexidade até ao padrão-ouro de análise de movimentos, fornece aos profissionais da área da saúde, subsídios básicos para a prescrição do treinamento de caminhada nórdica para a reabilitação da marcha de pessoas com DP.

Neste sentido, esta obra é apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde como requisito parcial para o título de Doutorado na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA). Para o

desenvolvimento do presente estudo, nós seguimos as diretrizes da Resolução 466 CNS/MS. Após aprovação ética, foi realizada na cidade de Porto Alegre, no Laboratório de Análise do Movimento e Reabilitação Neuromuscular da UFCSPA, e na Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (EsEFID - UFRGS), em parceria com o Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) e com a Associação de Parkinson do Rio Grande do Sul (APARS). Ainda teve uma etapa importante realizada durante o meu doutorado sanduíche na Faculté des Sciences du Sport da Université Côte d'Azur na França. A tese foi desenvolvida com o apoio logístico e intelectual do Grupo de Pesquisa em Análises do Movimento e Reabilitação Neuromuscular (GNeR), Grupo *Locomotion* – Mecânica e energética da locomoção terrestre da UFRGS e com o Grupo de Pesquisa do Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé (LAMHESS) - França.

A análise integrativa dos efeitos de um protocolo de alta-intensidade de treinamento de caminhada sobre desfechos clínicos associados com desfechos biomecânicos, bem como sobre a viabilidade do exercício de sprint em pessoas com DP, norteou o desenvolvimento do presente estudo. Assim, a Tese foi estruturada da seguinte forma: 1) Introdução: apresentação do tema; 2) Revisão de Literatura: contextualização, dividida em quatro subtópicos: Doença de Parkinson, Fisiomecânica da Locomoção Humana, Intervenções terapêuticas (Caminhada Nórdica e Sprint); 3) Objetivos; 4) Referências da Revisão de Literatura; 5) Artigos que compõem a Tese: o estudo 1 aborda sobre “*Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson’s disease: a randomized controlled clinical trial*”, o estudo aprofunda em uma análise biomecânica e tem por temática: “*High-intensity nordic walking training improves kinematic gait and leg electromyographic activation in subjects with Parkinson’s Disease: A Phase II, randomized clinical trial*”; finalmente, o estudo 3 apresenta uma proposta inovadora para a reabilitação, que é o exercício de corrida de velocidade para a pessoas com DP: “*Sprint exercise for subjects with mild-to-moderate Parkinson's disease: feasibility and biomechanical outputs*”; 6) Compreende em uma sessão para considerações finais, contendo as limitações do estudo, contribuições desta Tese para o avanço de novas pesquisas na área da Saúde e reabilitação locomotora; 7) Nesta sessão são apresentados dois estudos complementares que foram desenvolvidos ao longo do doutorado,

intitulados: “Efeitos da caminhada nórdica no perfil antropométrico e composição corporal de pessoas com doença de Parkinson: ensaio clínico randomizado”, e “*Nordic walking to fight Parkinson's disease: a randomized clinical trial for quality of life, non-motor and motor symptoms*”.

RESUMO

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais prevalente, especialmente em idosos. As restrições mecânicas provocadas pelos sintomas da doença impactam consideravelmente a funcionalidade e aspectos fisiomecânicos da locomoção. A presente tese testa dois modelos de intervenção de caminhada e um modelo de corrida de velocidade em alta intensidade em pessoas com DP, que ao nosso conhecimento, parecem inexploradas na literatura. Desta forma, o objetivo da presente tese foi avaliar os aspectos fisiomecânicos da locomoção da DP e apresentar *insights* sobre o treinamento de caminhada nórdica e a mecânica do sprint para esta população. Para isto, foram avaliados os efeitos do treinamento de alta-intensidade entre a caminhada nórdica e caminhada livre sobre parâmetros: i) mobilidade funcional de caminhada e Índice de Reabilitação Locomotora; ii) cinemática e atividade eletromiográfica dos membros inferiores. Adicionalmente, foram avaliados aspectos de: iii) viabilidade, segurança e eficácia do sprint; e iv) desempenho, mecânica e efetividade da mecânica do sprint em pessoas com DP. Para o desenvolvimento dos estudos 1 e 2, os protocolos de treinamento de caminhada nórdica e caminhada livre durante nove semanas foram realizados. Avaliações da mobilidade funcional, velocidade da marcha, parâmetros espaço-temporais e neuromusculares foram avaliados por meio de análises cinemáticas e eletromiográficas. O estudo três foi desenvolvido utilizando uma avaliação mecânica da capacidade dos membros inferiores produzirem força, potência e velocidade. Esta análise foi realizada por meio de uma técnica cinemática aliado a um modelo teórico dos diagramas dos perfis de força e velocidade. Os programas de treinamento das duas modalidades de caminhada promoveram melhora sem diferença entre os grupos, em todos os desfechos de mobilidade funcional, velocidade da marcha, capacidade de caminhar uma distância máxima, parâmetros cinemáticos e de ativação eletromiográfica de membros inferiores de pessoas DP. Os *insights* dos estudos 1 e 2 são que o protocolo de periodização de alta-intensidade para diferentes modalidades de caminhada usadas na presente tese, podem ser utilizadas como estratégias de intervenção para melhorar a marcha de pessoas com estágios de leve a severos da DP. O artigo 3 mostra que o exercício de sprint é viável e seguro para pessoas com estágios de leve a moderado da DP. Adicionalmente, sugere que pessoas com DP apresentam diferenças entre qualidades físicas e efetividade mecânica quando comparados a idosos. Embora aconteçam essas diferenças, isso não impacta no desempenho do sprint em idosos e pessoas com estágios de leve a moderado da DP. Novos ensaios clínicos se tornam necessários para avaliar os efeitos do treinamento da caminhada nórdica sobre os aspectos fisiomecânicos da locomoção, especialmente sobre os mecanismos minimizadores d'

energia da marcha de pessoas com DP. E ainda, novos experimentos com protocolos de treinamento de sprint nesta população.

Palavras – chave: Marcha, cinemática, atividade eletromiográfica, corrida de velocidade, desordens do movimento.

ABSTRACT

The Parkinson's disease (PD) is the second more prevalent neurodegenerative disease, especially in elderly. The mechanical limitations caused by disease symptoms impact considerably the functionality and the physicommechanical aspects of locomotion. The present thesis compares two models of walking and one model of run with speed in high intensity in people with PD, which to our knowledge, are unexplored in the literature. Therefore, the aim of this present thesis was to evaluate the physicommechanical of PD locomotion and to present insights about the nordic walking training and the mechanic of sprint to this population. To this, were evaluated the effects of high intensity training between nordic walking and free walking about these parameters: i) functional mobility of walking and Locomotor Rehabilitation Index; ii) kinematic and activity electromyography of lower limbs. Additionally, were evaluated other aspects, such as: iii) viability, safety and efficacy of sprint; iv) performance, mechanic and effectiveness of sprint in people with PD. To development of study one and two, were carried training protocols of nordic walking and free walking for nine weeks. Evaluations of functional mobility, gait speed, spatiotemporal and neuromuscular parameters were done by kinematic and electromyography analyses. The third study was developed using a mechanical evaluation of lower limbs capacity to produce strength, power and speed. This analysis was done through kinematic technique combined with a theoretical model of strength and speed diagrams. The two training programs promoted an improvement in all outcomes measured (functional mobility, speed gait, capacity of walk a maximum distance, kinematic and electromyography parameters of lower limbs) without difference between groups. The insights of study one and two are that the periodization protocol of high intensity to different modalities of walking can be used how strategies to improve the gait of people with PD. The study tree show that the sprint exercise is viable and safety to people with PD. Additionally, this study suggests that people with PD present differences between physical qualities and mechanical effectiveness when compared with elderly. However, these differences do not interfere on sprint performance in elderly and people with PD. New clinical trials become necessary to evaluate the effects of nordic and free walking training about the physicommechanical aspects of locomotion, especially about minimizing mechanisms of speed energy of people with PD. Furthermore, new experiments with training protocols of sprint in this population is necessary.

Keywords: Gait, kinematic, activity electromyography, running of speed, movement disorders.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1:	Ilustração sobre o custo metabólico de caminhada e VOC	41
Figura 2:	Figura ilustrativa do <i>Timed Up and Go Test</i>	42
Figura 3:	Figura ilustrativa sobre a Técnica da Caminhada Nórdica	48
Figura 4:	Representação gráfica do Diagrama do comportamento da relação FV no painel (a) e da relação PV no painel (b).	52

ESTUDO 1

Figura 1:	Flowchart of selection process and inclusion of volunteers PD, Parkinson disease; DBS, deep brain stimulation; RCT, Randomized clinical trial	71
Figura 2:	Functional mobility of walking	73

ESTUDO 2

Figure 1:	Design of study.	97
Figure 2:	The periodization method of NW and FW.....	98
Figure 3:	Flowchart of selection process and inclusion of volunteers	99
Figure 4:	Kinematics outcomes in different speed and both groups	101
Figure 5:	Means and standard errors of EMG Analyse of muscles with the main effects of group of variables of the Nordic Walking (NW) and Free Walking (FW) groups during stride cycle.....	102
Figure 6:	Means and standard errors with the main effects of group and time factors on the neuromuscular variables of the Nordic walking (NW) and free walking (FW) groups during a stride cycle	103
Figure SM 1:	Example of Nordic walking class (technique, four-support system) at School of Physical Education, Physical Therapy and Dance of Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.....	114

ESTUDO 3

Figure 1:	Flow diagram	141
Figure 2:	Relationship between Force, Velocity, and Pmax during sprint acceleration of Parkinson's disease (PD) and healthy control (HC) subjects.	142

ESTUDO 4

- Figura 1: Familiarização da técnica da caminhada nórdica **Erro! Indicador não definido.**
Figura 2: Fluxograma demonstrativo do processo de seleção, alocação e análise dos participantes do estudo. **Erro! Indicador não definido.**

ESTUDO 5

- Figura 1: Flowchart of selection process and inclusion of volunteers based on the CONSORT guidelines..... 177

LISTA DE TABELAS

ESTUDO 1

Tabela 1:	Periodization protocol of walking training	71
Tabela 2:	Descriptive statistics with mean values and respective standard deviation, when applied, are the demographics anthropometrics and clinical variables of sample characterization for the both groups Nordic Walking and Free Walking	72

ESTUDO 2

Table 1:	Means and standard deviation or absolute and relative frequency of sample characterization variables of Nordic Walking (NW) and Free Walking (FW) participants of baseline.	100
Table SM 1:	Description of assessments applied in NW and FW groups	104
Table SM 2:	Means and standard error of spatiotemporal outcomes, gait variability of the nordic walking (NW) and free walking (FW) groups.	108
Table SM 3:	Means and standard error of neuromuscular outcomes of the nordic walking (NW) and free walking (FW) groups.	109

ESTUDO 3

Table 1:	Description of assessments applied in both groups.	136
Table 2:	Demographic, anthropometric and clinical characteristics data of Parkinson's disease and healthy control subjects.	138
Table 3:	Physical qualities, Mechanical effectiveness, and performance parameters evaluated during the sprint running in subjects with Parkinson's disease and healthy controls.	139
Table 4:	Correlations and multiple regression among physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance in subjects with Parkinson's disease and healthy controls.	140

ESTUDO 4

Tabela 1:	Dados de caracterização dos grupos CN e CL, apresentados em média e erro padrão (desfechos escalares) e frequência absoluta (desfechos categóricos), e os índices de significância das comparações entre grupos no pré-teste..... Erro! Indicador não definido.	
Tabela 2:	Desfechos relacionados à antropometria dos pacientes com DP dos grupos CN e CL no pré- e no pós-treinamento. Dados apresentados em média e erro-padrão for Nordic and free walking	181

ESTUDO 5

Table 1:	Variables of sample characterization for the nordic and free walking groups in baseline.	178
Table 2:	Means and 95% confidence interval to WHOQOL OLD and WHOQOL BREF for Nordic and Free Walking.	179
Table 3:	Means and 95% confidence interval to severity of disease, motor and no motor symptoms for Nordic and free walking	181

LISTA DE QUADROS

REVISÃO DE LITERATURA

Quadro 1:	Escala H&Y para o estadiamento e para o nível de incapacidade da Doença de Parkinson.....	38
Quadro 2:	Relação entre tema, problema, objetivo geral e desfechos da Pesquisa.....	58

ESTUDO 2

Quadro SM 1:	Framework Methodology and didactics for the technique learning of Nordic and Free walking.....	111
Quadro SM 2:	Framework of Stretching exercises.....	112

ESTUDO 4

Quadro 1:	Escala Hoehn e Yahr (H&Y) para o estadiamento e para o nível de incapacidade da Doença de Parkinson	Erro! Indicador não definido.
Quadro 2:	Protocolo de familiarização para o ensino da técnica da CN e correção da caminhada.....	Erro! Indicador não definido.
Quadro 3:	CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial*	155

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES EM PORTUGUÊS

ANOVA	Análise de Variância
AVDs	Atividades de Vida Diárias
BF	Bíceps Femoral
BORG	Escala de Esforço Subjetivo
Bpm	Batimentos por minuto
CA	Caminhada
CAAE	Certificado de Apresentação para Avaliação Ética
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
cm	Centímetro
CM	Centro de Massa
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CN	Caminhada Nórdica
CNS	Conselho Nacional de Saúde
comp.	Comprimento
CP	Comprimento da Passada
CoV	Coeficiente de variabilidade
COP	Centro de Pressão
DP	Doença de Parkinson
EMG	Eletromiografia
ED	Estabilidade Dinâmica
ESEF	Escola de Educação Física
FIPE	Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos
FP	Frequência de Passada
FRS	Força de Reação do Solo
GC	Grupo Controle
GM	Gastrocnêmico Medial
h	hora
H	Hipótese
ID	Idosos Saudáveis

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IRL	Índice de reabilitação locomotor
kg	Quilograma
km	Quilômetro
LAPEX	Laboratório de Pesquisas em Exercícios
mm	Milímetro
min	Minutos
NB	Núcleos da Base
OMS	Organização mundial da saúde
“ON”	Período de Início do Efeito da Medicação
QV	Qualidade de Vida
SNC	Sistema Nervoso Central
SPC	Suspensão do Peso Corporal
ST	Sartório
TC	Tempo de Contato
TA	Tibial Anterior
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TB	Tempo de Balanço
TUG	Teste Timed-Up-and-Go
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
UPDRS	Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson
UFCSPA	Universidade Federal de Ciências da Saúde
VL	Vasto Lateral
v	Velocidade
VAS	Velocidade autosselecionada

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACOES EM INGLS

AIC	Akaike's Information Criterion
BDNF	Brain-Derived Neurotrophic Factor
BIOMED II	Biomedical Health and Research Program
BM	Body Mass
BMI	Body Mass Index
CI	Confidence interval
CONSORT	Consolidated Standards of Reporting Trials
CT	Contact Time
D_{RF}	ability to limit the decrease in Ratio of Force
ES	Effect Size
F_{aero}	Aerodynamic Friction Force
F_f	Friction Force
F_H	Horizontal Force
F_n	Normal Reaction Force
F0	Maximal Force
FV	Force-Velocity Relationship
FW	Free Walking
GDNF	Glia-Derived Neurotrophic Factor
GEE	Generalized Estimating Equations
GLzM	Generalized Linear Models
GM	Gastrocnemius Medialis
GRF	Ground Reaction Force
H&Y	Hoehn & Yahr Scale
HR	Heart Rate
IGF-3	Insulin-Like Growth Factor – 3
LABVIEW	Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench
LRI	Locomotor Rehabilitation Index
MATLAB	MATrix LABoratory
MDS	Movement Disorders Society
MoCA	Montreal Cognitive Assessment

NW	Nordic Walking
OWS	Optimum Walking Speed
PD	Parkinson's Disease
P_{max}	Maximal Power
RF	Ratio of Force
SENIAM	Surface ElectroMyography for the No-Invasive Assessment of Muscle
SD	Standard Deviation
SF	Stride Frequency
SL	Stride Length
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
SSWS	Self-Selected Walking Speed
RPE	Rate of Perceived Exertion
TUG	Timed Up and Go Test
UPDRS	Unified Parkinson's Disease Rating Scale
VICON	Vicon Motion Systems
V_H	Horizontal Velocity
V_0	Maximal Velocity
W_{ext}	Mechanical Wext Work
W_{int}	Mechanical Internal Work
W_{tot}	Total Mechanical Work

LISTA DE SÍMBOLOS

↓	Diminuição
↑	Aumento
<	símbolo matemático, menor que
>	símbolo matemático, maior que
%	percentual

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	31
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	37
2.1	Doença de Parkinson	37
2.1.1	Padrão da marcha de pessoas com doença de Parkinson: do diagnóstico à reabilitação	39
2.2	Fisiomecânica da Caminhada Nórdica para pessoas com doença de Parkinson	44
2.3	Técnica da caminhada nórdica e algumas recomendações durante a prática	46
2.4	SPRINT	50
3.	OBJETIVOS.....	54
3.1	Objetivos específicos (Estudo 1)	54
3.2	Objetivos específicos (Estudo 2)	54
3.3	Objetivos específicos (Estudo 3)	55
3.4	Objetivos específicos (Estudo 4 - complementar)	56
3.5	Objetivos específicos (Estudo 5 - complementar)	56
4.	REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA	60
5.	ARTIGOS PRINCIPAIS.....	68
5.1	Estudo 1	68
5.2	Estudo 2	77
5.3	Estudo 3	117
6.	ARTIGOS COMPLEMENTARES	183
6.1	Estudo 4	143
6.2	Estudo 5	158
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	194
8.	GLOSSÁRIO.....	185
9.	TRABALHOS, PUBLICAÇÕES E COLABORAÇÕES	189
10.	ANEXOS	191
11.	APÊNDICES	241

1. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é a segunda doença neurodegenerativa mais comum, especialmente em idosos, que impacta consideravelmente na funcionalidade e a qualidade de vida das pessoas que recebem o diagnóstico (RIEDER e TRENTIN, 2016). Esta síndrome neurológica apresenta-se distribuída ao nível universal e a todos os tipos de classes sociais (BARBOSA et al., 2016). Dez por cento dos diagnósticos ocorrem até os 45 anos de idade. Entretanto, com o crescente aumento da expectativa de vida, cresce a prevalência e a incidência de novos casos de forma exponencial (ZINGMOND e SMEYNE, 2014; MARRAS et al., 2018). Dados do ano de 2016 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresentam que a prevalência da DP na população brasileira acima de 65 anos é de 3,3 %, isto é, cerca de 506.624 indivíduos têm o diagnóstico da DP (IBGE, 2006; BARBOSA et al., 2016). Dada essa importância epidemiológica, impõem-se um preocupante cenário para a área da saúde pública e da assistência social.

A DP classifica-se como uma doença idiopática, progressiva, crônica, multissintomática, e a fisiopatologia da DP ainda não está bem esclarecida (HUGHES et al., 1992). Entretanto, alguns achados sugerem que os fatores ambientais, tais como habitação em locais rurais, exposição a pesticidas, a materiais agrotóxicos e a metais pesados parecem ser determinantes para o surgimento da enfermidade (KLINGELHOEFER e REICHMANN, 2015). O acúmulo da proteína denominada alfa-sinucleína, inclusões citoplasmáticas nas células remanescentes, chamadas de *Corpos de Lewy*, e degeneração seletiva dos neurônios dopaminérgicos na via nigro-estriada, promovem os sintomas não-motores e motores (ALBERTS et al., 2011; FRAZZITA et al., 2014).

Clinicamente, incluem os sintomas não motores: as alterações cognitivas, a perda olfatória, os distúrbios do sono, manifestações neuropsiquiátricas e a depressão (MARGIS et al., 2010; WILD et al., 2013; EBERSBACH et al., 2014, TUON et al., 2014). Os distúrbios motores são considerados cardinais, e incluem a bradicinesia, o tremor de repouso, a rigidez muscular e a instabilidade postural (HUGHES et al., 1992; HAUSDORFF et al., 2003; CHO et al., 2010). Além disso, outra restrição motora incapacitante, são as alterações no padrão da locomoção

tanto quanto pela progressão da doença quanto pelas restrições de idade (MONTEIRO et al., 2017b; DELABARY et al., 2017).

A associação do envelhecimento com a DP promove adaptações na forma e função do organismo (CADORE et al., 2019; GOMEÑUKA et al., 2019). A locomoção é alterada com mudanças significativas no desempenho e economia da caminhada e corrida (CAVAGNA, LEGRAMANDI, PEYRÉ-TARTARUGA, 2008; GALLO et al., 2014). A velocidade autosselecionada diminui e o gasto energético de caminhada aumenta com o envelhecimento (SAIBENE e MINETI, 2003; GALLO et al., 2014; PEYRÉ-TARTARUGA e COERTJENS, 2019). A marcha nesta população caracteriza-se por baixo repertório de movimento, maior assimetria de parâmetros espaço-temporais e por uma considerável redução da velocidade (MONTEIRO et al., 2017b; NISHIKAWA et al.; 2018). Além disso, ocorre uma inclinação do tronco à frente com ajustes compensatórios do centro de massa (CM), um encurtamento do passo, um aumento na frequência de passada, e menores amplitudes articulares (HERMAN et al., 2007; WILD et al., 2013; MONTEIRO et al., 2017b; CABELEIRA et al., 2018). Os padrões de atividade muscular da marcha são alterados e são principalmente caracterizados pela baixa ativação do gastrocnêmio medial (GM) (MITOMA et al., 2000; FRAZITTA et al., 2013, NISHIKAWA et al., 2018). Este padrão é muito mais acentuado em pessoas com *freezing*, demonstrando uma perda de adaptação da atividade muscular com a variação da velocidade de locomoção (DIETZ et al., 1995; ALBANI et al., 2003; ROCHESTER et al., 2009). Tais características aliadas a maior co-ativação dos músculos dos membros inferiores, tornam a caminhada parkinsoniana com um custo energético elevado (MITOMA et al., 2006; GALLO et al., 2014; DIPOLA et al., 2016; PEYRÉ-TARTARUGA e MONTEIRO, 2016).

A baixa produção de força e potência, a ativação muscular mais prolongada e a baixa ativação dos músculos atuantes durante a marcha, parecem ser pioradas com a progressão da doença e com o avanço da idade (DIETZ et al., 1995; NISHIKAWA et al., 2018; BARABALHO et al., 2019). A duração de ativação e a amplitude do sinal eletromiográfico dependem da velocidade de marcha (CAPELLINI et al., 2006). Pessoas com DP possuem a velocidade autosselecionada (VAS) de caminhada extremamente baixas. Deste modo, o controle muscular alterado (DEN OTTER, 2004; CAPELLINI et al., 2006) deteriora a eficiência de transmissão, e

consequentemente diminui a eficiência mecânica de caminhada (SAUNDERS et al., 1953; PEYRÉ-TARTARUGA e COERTJENS, 2018). Estes prejuízos mecânicos e metabólicos podem induzir em diminuição de, não apenas, a VAS, mas também redução na velocidade ótima de caminhada (VOC), (PEYRÉ-TARTARUGA e MONTEIRO, 2016; MONTEIRO et al., 2017b).

Estudos prévios demonstram que a velocidade da marcha é um fator fundamental para a melhora da estabilidade dinâmica e independência funcional (ENGLAND et al., 2007; HAUSDORFF et al., 2003; GOMEÑUKA et al., 2019). Adicionalmente, os parâmetros biomecânicos como o comprimento do passo e da passada (CP), a frequência de passo e passada (FP), a variabilidade do tempo de contato (TC), a mobilidade de tronco e o equilíbrio, são bastante utilizados como instrumentos de medida em programas de reabilitação e para a qualidade de vida das pessoas com DP (FRANCO et al., 2011; HAMLET et al., 2011; DELABARY et al., 2017). Embora o declínio neuromuscular e a redução do desempenho funcional sejam inevitáveis com o avanço da idade e com a progressão da DP, a literatura apresenta que treinamento de resistência, exercícios em bicicleta estacionária, exercícios multicomponentes em alta intensidade, e caminhada em esteira, podem aumentar o desempenho e o controle motor de pessoas com DP e idosos fragilizados (HERMAN et al., 2007; ALBERTS et al., 2011; FRAZITTA et al., 2013; SHULMAN et al., 2013; IZQUIERDO e CADORE, 2014; UYGUR et al., 2015; FIORELLI et al., 2019), bem como incrementar a VAS após um período de treinamento (MONTEIRO et al., 2017a; DELABARY et al., 2017).

Uma nova modalidade de caminhada que vem crescendo mundialmente e tem sido alvo de muitas pesquisas, tanto para idosos quanto para pessoas com DP, é a caminhada nórdica (van EIJKEREN et al., 2008; REUTER et al., 2010; FRITIZ et al., 2013; BOMBIERI et al., 2017; FRANZONI et al., 2018; GOMEÑUKA et al., 2019). Esses estudos têm demonstrado os efeitos positivos da caminhada nórdica sobre os sintomas motores, parâmetros espaço-temporais e velocidade da marcha, equilíbrio e qualidade de vida. Embora haja o avanço da literatura sobre caminhada nórdica e a funcionalidade, pouco se sabe sobre a Fisiomecânica desta modalidade na DP. Além disso, um protocolo de cargas de treinamento, com doses ideais para esta população, permanece inexplorado.

Em relação a intensidade de treinamento, recentemente, alguns estudos demonstraram que exercícios de curta duração e alta intensidade parecem ser uma nova alternativa de terapia física para as pessoas com déficits neurológicos "Não desmielinizantes" (HERMAN et al., 2007; ALBERTS et al., 2011; ABBRUZZESE et al., 2015; NETIVEU et al., 2018, UYGUR et al., 2015; LANDERS et al., 2019; FIORELLI et al., 2019). Um estudo de meta-análise com exercícios na esteira em alta intensidade e curta duração em pessoas com acidente vascular cerebral demonstrou melhoras na resistência à fadiga, no desempenho, na função motora e um incremento na biogênese mitocondrial (ABASSIAN e RASTEGAR, 2018).

Adicionalmente, uma única sessão de exercício cardiovascular em alta intensidade, realizado imediatamente após a uma tarefa motora, promove mudanças na neuroplasticidade do córtex motor e facilita o aprendizado motor em indivíduos em pessoas saudáveis e em pessoas com acidente vascular cerebral, com um potencial de aceleração de recuperação motora nestes pacientes (NEPVEU et al., 2017). Isto pode ser explicado porque exercícios em altas intensidades (entre 60 a 80% da frequência cardíaca máxima predita pela idade), podem desencadear um aumento endógeno de fatores neurotróficos, bem como o de neurotransmissores como a dopamina, e a serotonina (ALBERTS et al., 2011, FRAZZITA et al., 2013; OKANO et al., 2015, FIORELLI et al., 2019).

Embora exercícios de alta intensidade sejam preconizados para melhora de aptidão física bem como funcionalidade em idosos (IZQUIERDO e CADORE, 2014; ABBRUZZESE et al., 2015) e os indícios referidos anteriormente sustentem uma potencial aplicação para indivíduos com doenças degenerativas, não encontramos evidências de aplicação deste tipo de intervenção nesta população. Deste modo, uma nova possibilidade de reabilitação em treinamentos curta duração e alta intensidade para esta população, poderia ser o sprint (isto é, a corrida de velocidade). Este tipo de corrida, pode ser um estímulo para promover adaptações neurais e musculares, como força, potência e velocidade (SAMOZINO et al., 2016). Outro ponto importante, é que o exercício de sprint possui uma estimulação rítmica que poderia modificar o padrão de ativação muscular das pessoas com DP, tornando os mais próximos de pessoas saudáveis (MORRIS et al., 1996; FERNANDEZ DEL OMO e CUDEIRO, 2003). Novamente, o treinamento de Sprint tem se mostrado promissor à idosos saudáveis e atletas (PANTOJA et al., 2016;

JUNEAU et al., 2018). Entretanto, estudos pré-clínicos que testem por um lado, a segurança e a viabilidade, e por outro os ajustes mecânicos da intervenção do Sprint não foram encontrados na literatura abordando estes temas.

Diante deste contexto, foram encontradas algumas lacunas na literatura, a saber:

- i) Diferenças e limitações metodológicas, a falta de descrição da periodização, do volume e da intensidade do treinamento parecem inconclusivos, e dificultam o apontamento de um programa de treinamento adequado capaz de promover a funcionalidade global, que leve em consideração os parâmetros funcionais e fisiomecânicos da marcha, especialmente sobre os efeitos do treinamento na ativação muscular dos membros inferiores de pessoas com DP;
- ii) Limitações dos estudos que não apresentam ciclo de periodização, e isso poderia ser considerado uma opção aliada ao tratamento medicamentoso;
- iii) Não foram encontrados estudos que avaliassem o padrão neuromuscular em pacientes com DP, após um programa de treinamento de CN;
- iv) Escassez de ensaios clínicos controlados randomizados, com um protocolo de treinamento de caminhada livre e a caminhada nórdica para pessoas com estágios leves a grave da DP;
- v) O exercício de corrida de alta velocidade, é viável, seguro e eficaz em pessoas com estágios leve a moderado da DP?
- vi) Não se sabe como se comporta o desempenho, as qualidades físicas e a efetividade mecânica do sprint em pessoas com DP comparados à idosos saudáveis.

Ao nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que abordará a Fisiomecânica da caminhada nórdica em alta intensidade em pessoas com DP em estágios leves a avançados. Além disso, será o primeiro estudo que mostrará a

viabilidade e descreve sobre o sprint e as suas variáveis mecânicas, em pessoas com estágio leve a moderado da DP.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Doença de Parkinson

Na DP acontecem algumas alterações cerebrais, mais especificamente em uma estrutura chamada Núcleos da Base, que é a estrutura responsável por comandar os nossos movimentos (NAGANO-SAITO, A.; MARTINU, K.; MONCHI, 2014). Então, as alterações que ocorrem neste local fazem com que pessoas que têm a doença apresentem muitos sintomas relacionados ao movimento (HUGLES et al., 1992). Os principais sintomas clínicos motores são: tremores de repouso de mãos, braços e pernas e até mesmo dos lábios. Os músculos tornam mais rígidos e mais contraídos, os movimentos mais lentos, a postura também é modificada para frente ou para os lados, tornando a pessoa mais instável (CHASTAN et al., 2009; WILD et al., 2013).

A DP também é caracterizada como distúrbio do movimento, que pode ser hipercinético ou hipocinético. Isso se deve ao fato de que ocorre uma desordem no sistema extrapiramidal, que é composto pelos núcleos da base (NB) e o Tálamo (NAGANO-SAITO, A.; MARTINU, K.; MONCHI, 2014). Compõem os NB, o caudado, o putamen, o globo pálido, e a substância negra (CHASTAN et al., 2009; FRAZITTA et al., 2013). Uma das funções dos NB é a manutenção da amplitude de movimento, selecionado corticalmente, quando as habilidades motoras são realizadas automaticamente com algum recurso atencional. Desta forma, os NB podem desempenhar uma função mais geral, a de programar e automatizar o movimento, seja ativando (por meio das vias diretas) ou inibindo (por meio da via indireta) os movimentos. Estes mecanismos podem explicar as manifestações clínicas motoras na DP (PURVES et al., 2004; MORRIS et al., 2005).

Os principais sintomas clínicos motores, considerados cardinais, se constituem em tremores de repouso, rigidez muscular, e distúrbios posturais (HUGLES et al., 1992; MORRIS et al., 2005; WILD et al., 2013). Outros distúrbios tais como a bradicinesia e a redução de movimentos, constituem uma das maiores dificuldades dos pacientes, e eles podem estar associados com a dificuldade de iniciar a marcha. Além disso, as pessoas com DP apresentam redução da

velocidade, equilíbrio e instabilidade estática e dinâmica, fatores que contribuem para a marcha patológica (SAUNDERS et al., 1953; GOBBI et al., 2007; CHO et al., 2010, PALERMO et al., 2009).

A DP possui diferentes estágio referentes a gravidade da doença, e a incapacidade funcional. Estes estadiamentos são avaliados por meio da escala Hoehn e Yahr (H&Y). Esta escala possui oito estágios, do 0 (sem sinais da doença) até o 5 (uso de cadeiras de rodas e/ou acamado) de acordo com a gravidade da DP, como podem ser observados no Quadro a seguir (Quadro 01):

Quadro 1: Escala H&Y para o estadiamento e para o nível de incapacidade da Doença de Parkinson

ESTADIAMENTO	SINTOMAS
Estágio 0	Sem sinais da doença
Estágio 1	Doença unilateral
Estágio 1,5	Acometimento unilateral e axial
Estágio 2	Acometimento bilateral, sem prejuízo do equilíbrio
Estágio 2,5	Leve acometimento bilateral, recuperação no teste de equilíbrio (" <i>pull test</i> ")
Estágio 3	Acometimento leve a moderado; alguma instabilidade postural; independente fisicamente.
Estágio 4	Acometimento severo; ainda capaz de caminhar ou permanecer em pé sem auxílio.
Estágio 5	Usando cadeira de rodas ou acamado exceto se auxiliado.

Nota: Esta escala é validada para a população brasileira (SCALZO et al., 2009)

De acordo com a escala H&H é possível observar que a medida em que a doença avança, é notório o comprometimento funcional, e principalmente aspectos de instabilidade e marcha são bastantes comprometidos (CHASTAN et al., 2009; WILD et al., 2013).

2.1.1 Padrão da marcha de pessoas com doença de Parkinson: do diagnóstico à reabilitação

Pessoas que são diagnosticadas com a DP apresentam vários sinais clínicos motores, ou seja, relacionados ao movimento (DELABARY et al., 2017). Os prejuízos que ocorrem nos padrões da marcha são bastante notórios e, sem dúvida, se tornam um dos principais fatores limitantes à independência funcional, ao desempenho das atividades de vida diárias, levam ao isolamento social, e comprometem a qualidade de vida dos pacientes (MONTEIRO et al., 2017). Observar as possíveis alterações durante a locomoção de um idoso, por exemplo, pode ser muito importante para a inserção precoce em um programa de exercícios físicos, a fim de prevenir maiores limitações, ou simplesmente para retardar ou minimizar os efeitos deletérios da doença.

A caminhada também é bastante prejudicada, pois ocorre falta de equilíbrio, os passos são mais curtos, os pés arrastam e possuem um maior tempo de contato com o solo, os braços perdem os movimentos e não conseguem se coordenar com as pernas, fazendo com que os pacientes andem como se fossem um “robô” (SOARES e TARTARUGA, 2010; CHO et al, 2010). Devido à rigidez muscular, os pacientes sentem dores musculares e têm um gasto energético muito alto, pois os músculos apresentam um tônus maior e permanecem contraídos durante a maior parte do tempo (MITOMA et al., 2000). E mesmo contraídos por mais tempo, ainda assim a atividade muscular é baixa, ou seja, os músculos são mais fracos, e as articulações das pernas diminuem a mobilidade, tornando a velocidade da caminhada mais baixa (ALBANI et al., 2003; CALIANDRO et al., 2011).

Além disso, uma das maiores dificuldades do paciente é iniciar a caminhada, principalmente quando tem que mudar de direção ou realizar um giro, geralmente acontece um congelamento que é a sensação de estar colado ao solo (também conhecido como “*freezing*”), pois as pernas tornam-se pesadas e não obedecem ao comando de dar o passo, tornando-se quase impossível sair do lugar (PINTO et al., 2018). Quando a pessoa consegue sair do congelamento da caminhada, geralmente ele apresenta passos muito mais curtos e acelerados, como se estivesse “sapateando” e como fosse cair para frente (a este fenômeno chamamos de festinação). Todos esses prejuízos provocam um desequilíbrio, insegurança para

caminhar e geram um elevado número de quedas nesta população (CHO et al, 2010; MERELLO et al., 2010; HERMAN et al., 2011; WILD et al., 2013).

Então podemos dizer de forma geral, que as principais modificações da marcha dos pacientes com DP são:

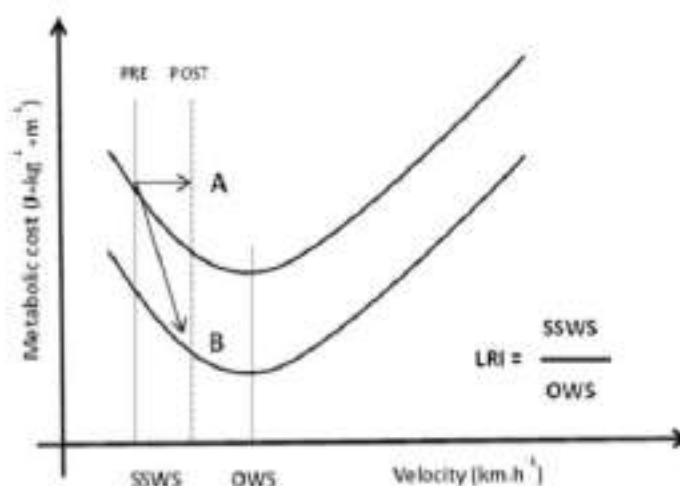
- ✓ Postura inclinada para frente ou para os lados;
- ✓ Cabeça inclinada para baixo, com o olhar mantendo-se sempre para o chão;
- ✓ Velocidade de caminhada mais lenta;
- ✓ Comprimento do passo mais curto;
- ✓ Tempo maior de contato do pé no chão;
- ✓ Os pés arrastam no solo;
- ✓ Caminhada em bloco (como se fosse um “robô”, sem o balanço dos braços);
- ✓ Menor movimentação do tornozelo;
- ✓ Congelamento dos pés no chão;
- ✓ Falta de controle motor (a perna não responde o comando ao movimento);
- ✓ Perda do equilíbrio;
- ✓ Menor mobilidade da articulação dos joelhos e tornozelos;
- ✓ Em um estágio avançado da doença, em pé ou durante a caminhada, os joelhos ficam flexionados;
- ✓ Risco elevado de quedas;
- ✓ Insegurança de se locomover;

De todos os sinais da doença, sem dúvida a alteração da marcha é o que mais limita a independência e a autonomia para realizar as atividades de vida diária (AVDs), como por exemplo, caminhar dentro de casa, cuidar do jardim, ir à padaria ou fazer um passeio na praça. Deixar de fazer estas tarefas pode contribuir para uma vida sedentária e provocar uma redução do condicionamento físico, o isolamento social e como consequência o aparecimento de sintomas depressivos, afetando diretamente a qualidade de vida do paciente.

Como descrito anteriormente, os distúrbios da caminhada na DP é uma das funções mais limitadas, e para que um parkinsoniano inicie a reabilitação da marcha, torna-se necessário uma avaliação de sua marcha para que o profissional de educação física ou fisioterapia consiga identificar os parâmetros que estão mais alterados, e em seguida possa prescrever um programa de treinamento de caminhada focando na função prejudicada e nas principais necessidades da pessoa com DP.

Existem várias formas de avaliar a marcha, uma delas é através de medida da velocidade confortável de caminhada dos pacientes, que pode ser realizada na esteira ou no chão, e que permite identificar qual seria a velocidade ótima de caminhada (VOC) (ver figura 1), ou seja, aquela em que a pessoa gaste menos energia (CAVAGNA et al., 1977; SAIBENI e MINETI, 2003; PEYRÉ-TARTARUGA e MONTEIRO, 2016; GOMEÑUKA et al., 2019).

Figura1: Ilustração sobre o custo metabólico de caminhada e VOC



Fonte: Peyré-Tartaruga e Coertjens (2019)

Nota: SSWS: velocidade autosselcionada de caminhada; OVS: velocidade ótima de caminhada; LRI – Índice de Reabilitação Locomotora.

Normalmente, pessoas sem restrições mecânicas tem a VAS muito próxima ou semelhante a VOC. Uma forma simples de avaliar em pacientes neurológicos

quanto a VAS se distância da VOC é por meio do índice de Reabilitação que leva em consideração as duas velocidades citadas multiplicados por 100.

A VOC é estimada por um modelo matemático descrito na equação 01:

$$V_{\text{ótima}} = \sqrt{(0,25 \times 9,81 \times \text{CMI})}$$

Equação (01)

Onde, o número de Froude esperado para a $V_{\text{ótima}}$ (0,25), a aceleração da gravidade ($9,81 \text{ m.s}^{-2}$) e o comprimento do membro inferior (CMI).

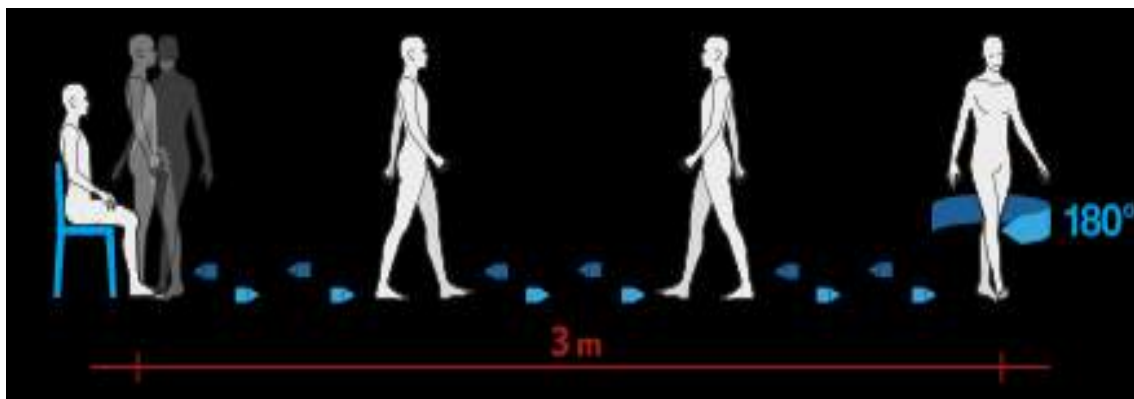
O IRL pode ser obtido pela seguinte equação 02 (FIGUEIREDO et al., 2013; PEYRÉ-TARTARUGA e MONTEIRO, 2016, DA SILVA et al., 2018; GOMEÑUKA et al., 2019).

$$\text{IRL} = \frac{\text{VAS} \times 100}{\text{VOC}}$$

Equação (02)

Um teste que também pode avaliar a mobilidade funcional do paciente é o *Timed Up and Go* (TUG), que consiste em marcar o tempo em que o paciente consegue levantar da cadeira, caminhar três metros, retornar e se sentar (Figura 2).

Figura 2: Figura ilustrativa do *Timed Up and Go Test*.



Fonte: Imagem por btsbioengineering

Quanto menor o tempo que o paciente realizar a tarefa, melhor será a sua mobilidade de caminhada e menor o risco de quedas (HUANG et al., 2011). Valores abaixo de 10 segundos de execução do teste são considerados valores ótimos de mobilidade funcional. Enquanto valores acima de 20s representam um elevado risco de quedas e dificuldades de marcha (BRETAN et al., 2013).

Realizar uma filmagem da caminhada e mostrar ao paciente o que está alterado, também é uma alternativa interessante para a reabilitação da marcha (MERELLO et al., 2010). Além disso, é importante executar o teste no padrão clássico, ou seja, caminhando na velocidade mais rápida, sem correr, e na VAS, uma vez que esta velocidade representa mais as atividades cotidianas (BRETAN et al., 2013).

a. Como escolher um exercício físico ideal para uma pessoa com DP?

Uma alternativa para diminuir os sintomas motores e prejuízos provocados pela DP é a prática regular de exercícios físicos (PEDERSEN et al., 2015). Muitas pesquisas têm mostrado resultados positivos para pessoas com DP que se exercitam pelo menos duas vezes na semana de forma orientada (SOARES e PEYRÉ-TARTARUGA, 2010; PEDERSEN e SALTIN, 2015). Ou seja, parece que o exercício físico quando feito em intensidades adequadas, conseguem ter efeitos similares ao período “on” da medicação (quando a Levodopa tem sua ação,

reduzindo os sintomas motores), (ALBERTS et al., 2011; OKANO et al., 2015; FIORELLI et al., 2019). Mas não basta ser qualquer atividade, e assim como no uso individual da medicação, o exercício deve ser prescrito na dose ideal para cada paciente afim de que se diminuam os sintomas da doença (HERMAN et al., 2007; FRAZZITTA et al., 2013; PEDERSEN e SALTIN, 2015). O importante é que o paciente escolha um exercício que lhe traga prazer em realizá-lo, além de proporcionar benefícios físicos essenciais para a sua reabilitação (ABBRUZZESE et al., 2015). Então, é necessário escolher um exercício que consiga contemplar a melhora da marcha, do equilíbrio, da coordenação entre o balanço dos braços e das pernas, bem como o aumento da força muscular (IZQUIERDO e CADORE, 2014).

Assim, estudos com esta população, sugerem que o treinamento da caminhada de diferentes formas e em diversas superfícies, como areia, grama, emborrachados, até mesmo em terrenos irregulares, e em ambientes com contato direto com a natureza, trazem muitos benefícios para o condicionamento físico, para a marcha, diminuem o risco de quedas, e melhoram a qualidade de vida e a saúde emocional das pessoas parkinsonianas (SOARES e PEYRÉ-TARTARUGA, 2010).

2.2 Fisiomecânica da Caminhada Nórdica para pessoas com doença de Parkinson

Uma modalidade de caminhada tem recebido uma atenção maior para a reabilitação de pessoas com DP: a caminhada nórdica. Trata-se de uma caminhada que utiliza dois bastões de origem dos países nórdicos da Europa. Surgiu como atividade física porque os esquiadores continuavam a atividade durante o verão, e adaptaram os bastões para ser utilizado em qualquer piso e como exercício físico para diversas populações (REUTER et al., 2011; TSCHENTSCHER et al., 2013; SUGIYAMA et al., 2013; FRANZONI et al., 2018; GOMEÑUKA et al., 2019).

O uso dos bastões durante a caminhada acarreta um aumento na musculatura envolvida na tarefa de propulsão, especialmente relacionada aos braços e tronco, menos utilizada na caminhada normal. Embora maior volume muscular seja envolvido com o uso de bastões, com conseqüente maior gasto energético, a percepção de esforço é menor (HOWATSON et al., 2011) ou semelhante (SCHIFFER et al., 2009; TSCHENTSCHER et al., 2013) quando

comparada a uma caminhada tradicional, em um mesmo ritmo e distância percorrida.

A CN acarreta mudanças mecânicas. Principalmente, há o aumento do comprimento de passo (PELLEGRINI et al., 2015; GOMEÑUKA et al., 2019), que resulta em uma marcha mais rápida, uma menor variabilidade do comprimento de passo, e um menor tempo de contato no duplo apoio (REUTER et al., 2011). Além disso, ocorrem mudanças nos padrões de ativação muscular, como a maior ativação dos músculos dos membros superiores (PELLEGRINI et al., 2015; GOMEÑUKA, 2016), causada pelo movimento contralateral e preensão gerada no bastão. Além disso, a CN proporciona um efeito potencialmente positivo das respostas funcionais gerais, devido à maior complexidade da tarefa de caminhar com bastões, assim sendo um exercício de dupla tarefa (FOISSAC et al., 2008). A maior ativação de membros superiores é associada a mudanças nas forças de reação do solo com bastões (ENCARNACIÓN-MARTÍNEZ e LLANA-BELLOCH, 2015). Enquanto no início do contato do pé no solo a força vertical é maior com o uso de bastões (fase de frenagem), na fase final de contato do pé no solo a força é reduzida (fase de propulsão) onde é maior a ativação de músculos dos membros superiores (GOMENUKA et al., 2016; PELLEGRINI et al., 2018). Estas mudanças biomecânicas coletivamente resultam em um aumento nas flutuações das energias mecânicas do centro de massa e otimização do mecanismo pendular, que consequentemente indicam uma manutenção do trabalho mecânico externo (CAVAGNA et al., 1977). Por outro lado, a propulsão adicional de membros superiores acarreta um aumento no trabalho mecânico interno e total. O aumento do trabalho mecânico total é acompanhado do aumento no custo de transporte, indicando uma manutenção na eficiência mecânica (PELLEGRINI et al., 2017).

O uso dos bastões aumenta a complexidade do movimento, e induz um incremento na atividade do córtex frontal para controlar o movimento da marcha (ALBERTS, 2011; OKANO et al., 2015; MONTEIRO et al., 2017). Quando distraídas, as pessoas com DP, tem uma propensão de não manter o padrão de marcha, e a CN faz com que essa atenção ao movimento seja mais direcionada pela exigência da execução da técnica (REUTER et al., 2011).

Ao caminhar com os bastões, as pessoas passam a utilizar mais o balanço dos braços (PELLEGRINI et al., 2018), que está bastante reduzido com a DP. Esse

movimento permite que os ombros e o quadril se movimentem mais, permitindo uma maior estabilidade e um maior equilíbrio durante a caminhada, ajuda a fortalecer o abdômen e conseqüentemente melhora a postura (PELLEGRINI et al., 2015; ARCILA et al., 2017). Todos estes benefícios geram uma maior confiança durante a caminhada para as pessoas com DP, que podem utilizar os bastões como um programa de exercícios físicos e até mesmo no seu dia-a-dia (EIJKEREN et al., 2008; REUTER et al., 2011; FRITZ et al., 2013). Essa melhora do equilíbrio oferece mais segurança ao parkinsoniano e ao mesmo tempo, o desenho moderno e esportivo dos bastões motiva a prática do exercício físico regular.

De fato, estudos de intervenção de caminhada nórdica em pessoas com DP tem mostrado resultados satisfatórios na mobilidade funcional (BANG et al., 2016; MONTEIRO et al., 2017), no equilíbrio (BANG et al., 2016; FRANZONI et al., 2018), no estágio da doença (BOMBIERI et al., 2017), força muscular, capacidade aeróbia (REUTER et al., 2010; SUGIYAMA et al., 2013), e qualidade de vida (MONTEIRO et al., dados não publicados).

Indicações iniciais demonstram o potencial do treinamento de CN para melhoras da caminhada em pessoas com DP. O uso de bastões induz de modo agudo, ao aumento de CP e redução da FP, porém a velocidade de marcha com a adição de bastões não se modifica (WARLOP et al., 2017). A estabilidade dinâmica é melhorada tanto do ponto de vista agudo (WARLOP et al., 2017) quanto crônico (GUGEON et al., 2017; CHATTERJEE et al., 2018). Além das melhoras intrínsecas no sistema de controle postural durante a marcha, o uso contínuo de bastões induz a aumentos significativos na VAS, acarretando a uma diminuição na variabilidade de marcha (MONTEIRO et al., 2017).

2.3 Técnica da caminhada nórdica e algumas recomendações durante a prática

A técnica da CN é específica e necessita um período de aprendizado da técnica correta (Figura 3). Estratégias livres induzem a padrões de movimento alterados com bastões (PELLEGRINI et al., 2018; CHATTERJEE et al., 2018). De forma muito simplificada, existem alguns passos que devem ser seguidos para iniciar a prática da caminhada nórdica (CHATTERJEE et al., 2018). Este passo-a-passo

está descrito a seguir, com uma metodologia pedagógica (palavras-chaves para cada etapa da técnica) que facilitará o aprendizado (ARCILA et al., 2018, GOMEÑUKA et al., 2019):

- 1) Arrastar os bastões: caminhar normalmente arrastando os bastões, priorizando a postura adequada, o olhar para o horizonte e abdome firme (“Guincho” – como se estivesse um guincho “puxando” pela cabeça);
- 2) Braços e bastões contrários da perna: assim como em uma caminhada normal, na caminhada nórdica os braços sempre balançam ao contrário da perna. Nesta etapa, o bastão deve-se posicionar de forma inclinada com o chão, os braços devem estar semi-flexionados, e prioriza-se o movimento acentuado dos ombros e do quadril (dissociação das cinturas escapular e pélvica), a fim de que os braços balancem com maior amplitude (“Gingado Carioca”);
- 3) Posicionamento dos pés e do quadril: os pés devem fazer o rolamento completo no chão, começando a tocar o solo com o calcanhar e finalizar com a ponta dos dedos, e os joelhos devem ficar estendidos com uma boa amplitude (“Amassar o limão com os pés”);
- 4) Coordenação de braços e pernas com apoio dos bastões no chão: nesta etapa prioriza-se a máxima amplitude e balanço dos braços e pernas, mas com uma pressão ou força nos bastões. Para que a pessoa coordene os movimentos dos bastões e pernas, sugerimos contar: “1,2,3,4; 1,2,3,4;” para que consiga estabelecer um ritmo e coordene os movimentos (“Passear na Floresta”);
- 5) Segurar, firmar e soltar os bastões: um dos princípios essenciais da caminhada nórdica é segurar, impulsionar e soltar os bastões, pois é a força que aplicamos nos bastões que nos impulsiona para frente e faz com a velocidade da caminhada aumente. Nesta fase, os bastões devem ser segurados na frente do quadril. No momento que a perna avança, o bastão é impulsionado e quando o bastão passa do quadril, deve-se soltar o mesmo, até que o ciclo se repita (“Ayrton Sena”);

- 6) Técnica completa da caminhada nórdica: aqui deve-se solicitar que todos os passos anteriores sejam agrupados para que a técnica esteja completa. Ao caminhar de forma correta, a pessoa adota uma excelente postura ao caminhar, e se torna mais rápido durante a caminhada (“Desfile na passarela, elegância biomecânica”).

Figura 3: Figura ilustrativa sobre a Técnica da Caminhada Nórdica



Fonte: Autores

Não existem restrições para a prática da caminhada nórdica, qualquer pessoa pode utilizar os bastões, como prática de exercício físico e/ou reabilitação. Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados na hora de adquirir os bastões segundo a *Original Nordic Walking Federation (ONWF)*¹: 1) Há uma diferença entre bastões de caminhada nórdica e bastões de trekking. Os bastões da caminhada nórdica são específicos para a técnica, feitos de fibra de carbono, são mais leves, e tem uma posição anatômica e luvas diferenciadas para as mãos. Com os ajustes da luva, é possível executar a técnica correta: segurar os bastões, impulsionar e soltar (abrir as mãos), com os bastões de trekking isso não é possível, pois são mais pesados, e a empunhadura é mais grossa, o que implica em desconfortos nos braços e ombros na hora da execução da técnica durante a caminhada. O tamanho

do bastão é individual para cada pessoa, uma referência que utilizamos é que a luvinha do bastão deve estar na direção da cicatriz umbilical, outra forma de saber a altura correta do bastão é multiplicar a estatura da pessoa por 0,68 (KAWAMOTO et al., 2015; CHATTERJEE et al., 2018). Outro cuidado que deve ser tomado durante a técnica, é que os braços devem estar semi-flexionados, pois um treino longo ou por muito tempo repetido pode causar lesões nas articulações do cotovelo e punho.

Antes de uma pessoa com DP iniciar um treinamento de caminhada nórdica, é necessário que o profissional responsável faça uma reeducação da marcha. Uma forma bastante promissora para reabilitar a caminhada deste paciente, é seguir os seis passos da caminhada nórdica descritos anteriormente, porém sem o uso dos bastões. Trabalhar anteriormente o fortalecimento dos músculos centrais do tronco (CORE), postura, coordenação, dissociação do tronco e equilíbrio são essenciais para otimizar os resultados da caminhada nórdica (ARCILA et al., 2017; GOMEÑUKA et al., 2019). Acredita-se que, provavelmente, após um treinamento com a CN - sabidamente as pessoas com DP também utilizam os bastões como marcadores de ritmo para superar os déficits de automatismo da marcha.

Outro método de reabilitação da marcha de pessoas com DP, que pode ser utilizado, é treinar a marcha em pistas visuais. O treinamento da caminhada por meio de marcadores sobre o solo parece ter um efeito benéfico, pois o paciente precisa se concentrar nos marcadores, e isso ajuda no aumento do comprimento do passo e da velocidade de marcha (MARINHO et al., 2014).

As pistas visuais, ou até mesmo obstáculos são excelentes estratégias para que o paciente consiga sair do congelamento. Assim, quando acontece este episódio, sugerimos que a pessoa imagine que esteja subindo uma escada, ou tenha que passar as pernas por cima de um muro, de uma linha ou até mesmo da bengala (quando utilizada). Fazer movimentos amplos de como se estivesse marchando no lugar e dar o primeiro passo bem longo podem auxiliar e fazer com que o paciente consiga se locomover novamente (ROCHESTER et al., 2009).

2.4 SPRINT

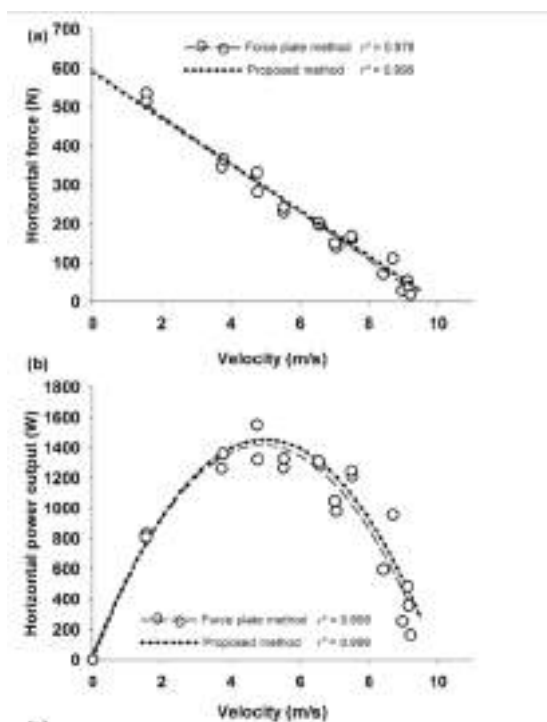
Pessoas com DP apresentam uma redução da massa muscular e força quando comparados a idosos saudáveis (BARBALHO et al., 2019). Com a progressão da doença e do envelhecimento é notório que estas reduções se tornem mais evidentes promovendo uma degradação das funções físicas (UYGUR et al., 2015). Desta forma, com a função muscular prejudicada as tarefas funcionais como se locomover se tornam incapacitantes (ALBANI et al., 2003). Além disso, as restrições motoras da DP, tais como redução das amplitudes articulares, associadas com as alterações neuromusculares, podem estar relacionadas com a baixa produção de trabalho muscular positivo, e com a redução de potência muscular (DIPAOLA et al., 2016). Entretanto, a capacidade máxima dos membros inferiores produzirem força, potência e velocidade parecem inexploradas nesta população.

Um modelo de estudo para avaliação da capacidade máxima dos membros inferiores é o exercício de sprint (MORIN et al., 2012; SAMOZINO et al., 2015). Esta é uma modalidade de locomoção em que a pessoa execute uma corrida na sua velocidade máxima produzindo um maior trabalho mecânico na unidade de tempo (ROMERO-FRANCO et al., 2017). Além disso, mecanicamente o Sprint é a habilidade de manter a aceleração do corpo a frente especialmente nos três segundos iniciais da corrida, a este fenômeno denominamos de razão de força (RF) e a habilidade de limitar a redução da efetividade ao longo da fase de aceleração da corrida, ou seja, denominado de taxa de redução da razão de força (D_{RF}).

Desta forma, as estratégias de aplicação de força contra o solo, são determinantes para uma efetividade mecânica durante o sprint (SAMOZINO et al., 2015). A direção de aplicação de força no sentido horizontal parece ser mais importante que a magnitude da produção total da força produzida no sprint (MORIN e SAMOZINO, 2016). Além disso, para um bom desempenho do sprint, é necessária uma boa relação entre qualidades físicas de força (F_0), potência máxima (P_{max}) e velocidade (V_0), (PANTOJA et al., 2016). A relação força x velocidade (FV) possui um comportamento linear, e tem relação com bons níveis de recrutamento de diferentes músculos, da arquitetura muscular, da dinâmica dos movimentos e dos torques articulares (MORIN e SAMOZINO, 2016). E adicionalmente, fatores neurais são determinantes para a alta velocidade durante o Sprint. Enquanto a relação entre

a potência x velocidade (PV) possui um comportamento parabólico (MORIN et al., 2012), como pode ser observado nos painéis (a) e (b), respectivamente na figura 04.

Figura 4: Representação gráfica do Diagrama do comportamento da relação FV no painel (a) e da relação PV no painel (b).



Fonte: Samozino et al., (2016)

Com o avanço da idade, ocorre uma redução de força de reação do solo e uma orientação da força mais verticalizada de propulsão. Isso pode ser explicado que com o envelhecimento, ocorre uma redução no tamanho das fibras do tipo II, uma transição de fibras rápidas para fibras lentas, e uma menor velocidade de encurtamento muscular (IZQUIERDO e CADORE, 2014; BARBALHO et al., 2019). Isso contribui para o decréscimo da velocidade, redução do comprimento de passada e aumento do tempo de contato do pé com o solo durante a corrida (CAVAGNA et al., 2008; PANTOJA et al., 2016).

Um recente estudo de Pantoja e colaboradores (2016) mostrou que a força máxima, a velocidade e a potência reduzem ao longo de envelhecimento, com um decréscimo linear de uma taxa de 1% por ano. Provavelmente, pessoas com restrições neurológicas possivelmente estas alterações sejam mais acentuadas. Pessoas com DP possuem perda de adaptação com a variação de velocidade durante a locomoção (ALBANI et al., 2013). Além disso, a hipocinesia que ocorre na DP é responsável primária pela redução da velocidade. Uma vez que ocorre a

diminuição do sistema de transmissão do impulso nervoso nos motoneurônios, especialmente pela atividade da Acetilcolina (MOREAU et al., 2010)

Embora o declínio do desempenho funcional seja inevitável em idosos e pessoas com DP, estas podem receber doses elevadas de treinamento, e alcançarem ótimos níveis de desempenho (ALBERTS et al., 2011; IZQUIERDO e CADORE, 2014; OKANO et al., 2015; UYGUR et al., 2015). Neste sentido, o treinamento de corrida de velocidade em alta intensidade pode promover o incremento da potência muscular de pernas, fundamental para a mobilidade funcional, resistência, velocidade, equilíbrio dinâmico e assimetrias de contato-despreço durante a locomoção. Além disso, o aumento da velocidade durante o sprint, aumentam a ação dos músculos proximais, e pode ser um importante estímulo, para promover melhores adaptações ao nível neural e mecânicas em um curto período.

Entretanto, devido às restrições mecânicas e alterações posturais que ocorre na DP, questiona-se a viabilidade deste modelo de exercício nesta população. Além disso, como ocorre o comportamento da mecânica, efetividade e desempenho do Sprint em pessoas com DP comparados com idosos saudáveis. Tendo em consideração esta importante lacuna na literatura, torna-se necessário investigar a viabilidade, segurança e efetividade do exercício do Sprint, e comparar os parâmetros de qualidades físicas e mecânicas entre pessoas com DP e idosos saudáveis.

3. OBJETIVOS

Esta tese teve por objetivo geral avaliar e comparar os efeitos de um programa de treinamento de caminhada nórdica e de caminhada livre sobre parâmetros funcionais, descritores de reabilitação da marcha (estabilidade dinâmica, índice de reabilitação locomotora, Walking Capability), cinemáticos, eletromiográficos, motores e não-motores, e de composição corporal de pessoas com Doença de Parkinson.

Os objetivos específicos serviram de base para o desenvolvimento de três estudos principais e dois estudos complementares, que são apresentados a seguir.

3.1 Objetivos específicos (Estudo 1)

- Determinar e comparar antes, durante e após o período de intervenção de 6 semanas de diferentes terapias físicas de caminhada (Caminhada Nórdica e Caminhada Livre) em pessoas com DP, as seguintes variáveis dependentes:

Parâmetros Funcionais:

- Mobilidade Funcional pelo Timed and Up and Go (TUG),
- Índice de reabilitação locomotora (IRL),
- Velocidade autosselecionada (VAS)
- Sintomas motores (Escala Unificada da Doença de Parkinson – UPDRS III).

3.2 Objetivos específicos (Estudo 2)

- Determinar e comparar antes, durante e após o período de intervenção de 9 semanas de diferentes terapias físicas de caminhada (Caminhada Nórdica e Caminhada Livre) em pessoas com DP, as seguintes variáveis dependentes:

Parâmetros Cinemáticos e Eletromiográficos:

- Capacidade de caminhar a distância máxima (Walking Capability)
- Cinemática de marcha
- Tempo de contato (TC)
- Tempo de balanço (TB)
- Comprimento da passada (CP)
- Frequência de passada (FP)
- Velocidade autosselecionada (VAS)
- Amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos VL, BF, TA e GM
- Integral do sinal eletromiográfico (iEMG) dos músculos VL, BF, TA e GM
- Limiar inicial de ativação (onset) dos VL, BF, TA e GM
- Limiar final de ativação (offset) do VL, BF, TA e GM
- Tempo de duração de ativação VL, BF, TA e GM
- Índice de co-contração entre VL/BF e TA/GM.

3.3 Objetivos específicos (Estudo 3)

Avaliar a viabilidade, segurança e efetividade do exercício do sprint em pessoas com DP, ainda analisar a reprodutibilidade do aplicativo “MySprint” para análise de Sprint de pessoas com DP, e analisar o perfil mecânico do Sprint de pessoas com DP e idosos saudáveis.

- Descrever a mecânica do Sprint em pacientes com DP;
- Comparar entre pessoas DP e idosos saudáveis fisicamente ativos as seguintes variáveis mecânicas:
 - Velocidade máxima teórica V_0 (m/s)
 - Força máxima teórica F_0 (N)
 - Força máxima F_0 (N/kg)
 - Potência máxima (W)
 - Potência máxima Horizontal (W/kg)
 - Média de aplicação de força nos 10m do sprint (RF)
 - Direção da aplicação de força (DRF)
 - Tempo total do sprint (s)
 - Tempo do sprint nos trechos 5m, 10m, 15m, 20m,

- Comparar a relação entre potência, força e velocidade durante o Sprint
- Avaliar a reprodutibilidade do aplicativo “MySprint” em pacientes com DP.

3.4 Objetivos específicos (Estudo 4 - complementar)

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de um programa de CN e um de CL sobre o perfil antropométrico e a composição corporal de pessoas com DP, e correlacionar o estadiamento da DP com o índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura dos participantes.

Parâmetros de Composição Corporal

- Relação cintura/quadril
- Somatório de dobras cutâneas de membros superiores
- Somatório de dobras cutâneas de membros inferiores
- Massa corporal
- IMC
- Massa magra
- Massa gorda
- Massa óssea
- Percentuais de gordura

3.5 Objetivos específicos (Estudo 5 - complementar)

Determinar e comparar antes, durante e após o período de intervenção de 9 semanas de diferentes terapias físicas de caminhada (Caminhada Nórdica e Caminhada Livre) em pessoas com DP, as seguintes variáveis dependentes:

Parâmetros Motores e Não-Motores

- Qualidade de vida,
- Sintomas depressivos,

- Parâmetros cognitivos
- Sintomas motores

Quadro 2: Relação entre tema, problema, objetivo geral e desfechos da Pesquisa.

TEMA	PROBLEMA	OBJETIVO GERAL	DESFECHOS	HIPOTESES
Funcionalidade e Fisiomecânica da locomoção de pessoas com DP (Estudos 1 e 2)	Quais são os efeitos de diferentes programas de caminhada (nórdica X livre) sobre parâmetros clínico-funcionais e biomecânicos da marcha de pessoas com Doença de Parkinson?	Avaliar e comparar os efeitos de um programa de treinamento, de CN e de CL, sobre parâmetros funcionais e Fisiomecânica da marcha de pessoas com DP.	<p>Estudo 1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobilidade Funcional pelo Timed and Up and Go (TUG), - Índice de reabilitação locomotora (IRL), - Velocidade autosseleccionada (VAS) - Sintomas motores (Escala Unificada da Doença de Parkinson – UPDRS III) <p>Estudo 2</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacidade de caminhar a distância máxima (Walking Capability) - Cinemática de marcha - Tempo de contato (TC) - Tempo de balanço (TB) - Comprimento da passada (CP) - Frequência de passada (FP) - Velocidade autosseleccionada (VAS) - Estabilidade dinâmica (Coeficiente de variação de TC, TB, CP e FP) - Amplitude do sinal eletromiográfico (EMG) dos músculos VL, BF, TA e GM - Integral do sinal eletromiográfico (iEMG) dos músculos VL, BF, TA e GM - Limiar inicial de ativação (onset) dos VL, BF, TA e GM - Limiar final de ativação (offset) do VL, BF, TA e GM - Tempo de duração de ativação VL, BF, TA e GM - Índice de co-contração entre VL/BF e TA/GM. 	Ambos os grupos apresentarão melhoras após o período de treinamento para as variáveis do estudo. Porém, o grupo da CN terá resultados superiores de parâmetros funcionais e dos parâmetros biomecânicos durante a caminhada em esteira, de adultos com DP, quando comparados ao grupo da CL.
Fisiomecânica do Sprint de Pessoas com doença de Parkinson e	Sprint na doença de Parkinson, é viável, seguro e eficaz? E como se comporta a performance, a	Avaliar a viabilidade, a segurança e efetividade do sprint em pessoas com doença de Parkinson; Analisar e comparar a	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilidade, segurança e efetividade do Sprint - Velocidade máxima teórica V0 (m/s) - Força máxima teórica F0 (N) - Força máxima F0 (N/kg) - Potência máxima (W) 	O exercício de sprint será viável, seguro e eficaz para pessoas com leve a moderada doença de Parkinson;

<p>Idosos Saudáveis (Estudo 3)</p>	<p>mecânica do sprint e a efetividade mecânica entre pessoas com Doença de Parkinson e idosos saudáveis?</p>	<p>performance, a mecânica do sprint e a efetividade mecânica de pessoas com Doença de Parkinson e idosos saudáveis</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Potência máxima Horizontal (W/kg) - Média de aplicação de força nos 10m do sprint (RF) - Direção da aplicação de força (DRF) - Tempo total do sprint (s) - Tempo do sprint nos trechos 5m, 10m, 15m, 20m - Comparar a relação entre potência, força e velocidade durante o Sprint - Avaliar a reprodutibilidade do aplicativo "MySprint" em pacientes com DP. 	<p>Pessoas com doença de Parkinson apresentarão um menor desempenho, uma pior mecânica do sprint e uma baixa efetividade quando comparados a idosos saudáveis.</p>
<p>Sintomas não-motores e motores da DP (Estudo 4)</p>	<p>Nove semanas de duas modalidades de caminhada são capazes de modificar aspectos não-motores e motores da DP?</p>	<p>Determinar e comparar antes, durante e após o período de intervenção de 9 semanas de diferentes terapias físicas de caminhada (Caminhada Nórdica e Caminhada Livre) em pessoas com DP, as seguintes variáveis dependentes:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Qualidade de vida, - Sintomas depressivos, - Parâmetros cognitivos - Sintomas motores 	<p>Ambos os grupos apresentarão melhoras após o período de treinamento para as variáveis do estudo.</p>
<p>Composição Corporal em pessoas com DP (Estudo 5)</p>	<p>O uso dos bastões da CN promoverá resultados superiores de parâmetros de composição corporal quando comparado a CL?</p>	<p>Avaliar os efeitos de um programa de CN e um de CL sobre o perfil antropométrico e a composição corporal de pessoas com DP, e correlacionar o estadiamento da DP com o índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura dos participantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Relação cintura/quadril - Somatório de dobras cutâneas de membros superiores - Somatório de dobras cutâneas de membros inferiores - Massa corporal - IMC - Massa magra - Massa gorda - Massa óssea - Percentuais de gordura 	<p>O grupo da CN terá resultados superiores de parâmetros de composição corporal quando comparado ao grupo da CL.</p>

Nota: DP = Doença de Parkinson; CN = caminhada nórdica; CL = caminhada livre.

4. REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

ABBRUZZESE, G.; AVANZINO, L.; MARCHESE, R.; AND PELOSIN, E. Action Observation and Motor Imagery: Innovative Cognitive Tools in the Rehabilitation of Parkinson's Disease. **Parkinson's Disease**, v.2015, n. 124214, p.1-9, 2015.

ALBANI, G.; SANDRINI, G.; KUNIG, G.; MARTIN-SOELCH, C.; MAURO, A.; PIGNATTI, R.; PACCHETTI, C.; DIETZ, V.; LEENDERS, K. L. Differences in the EMG pattern of leg muscle activation during locomotion in Parkinson's disease. **Funct Neurol**, v. 18, n. 3, p. 165-70, Jul-Sep 2003.

ALBERTS, J. L.; LINDER, S. M.; PENKO, A. L.; LOWE, M. J.; PHILLIPS, M. It is not about the bike, it is about the pedaling: forced exercise and Parkinson's disease. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 39, n. 4, p. 177-86, Oct 2011.

ARCILA, D.M.C.; MONTEIRO, E.P.; GOMEÑUKA, N.A.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A. Methodology and pedagogical didactics applied to the education of nordic walking and free walking for people with Parkinson's disease I. **Cadernos de Formação-RBCE**, v. 8, n. 2, 2017. In: revista.cbce.org.br/index.php/cadernos/article/view/2265.

BARBALHO, M.; MONTEIRO, E. P.; COSTA, R. R.; AND RAIOL, R. Effects of Low-Volume Resistance Training on Muscle Strength and Functionality of People with Parkinson's Disease. **International Journal of Exercise Science**: v. 12, n. 3, p. 567 – 580, 2019.

BARBOSA, M. T.; Caramelli, P., Maia, D. P., et al. et al. Parkinsonism and Parkinson's disease in the elderly: a community-based survey in Brazil (the Bambui study). **Movement Disorders**, v. 21 n. 6, p.800-808, 2016.

CABELEIRA, M.E.P.; PAGNUSSAT, A.; DO PINHO, A.S. ; ASQUIDAMINI, A.C.D. ; FREIRE, A.B. ; PEREIRA, B.T. ; DE MELLO, RIEDER, C.R. ; SCHIFINO, G.P. ; FORNARI, L.H.T. ; JUNIOR, N.D.S. ; CORREA, P.S. ; CECHETTI, F. Impairments in gait kinematics and postural control may not correlate with dopamine transporter depletion in individuals with mild to moderate Parkinson's disease. **Eur J Neurosci**, Dec 2018.

CALIANDRO, P.; FERRARIN, M.; CIONI, M.; BENTIVOGLIO, A. R.; MINCIOTTI, I.; D'URSO, P. I.; TONALI, P. A.; PADUA, L. Levodopa effect on electromyographic activation patterns of tibialis anterior muscle during walking in Parkinson's disease. **Gait Posture**, v. 33, n. 3, p. 436-41, Mar 2011.

CADORE, E.L.; PINTO, R.S.; BOTTARO, M.; IZQUIERDO, M. Strength and Endurance Training Prescription in Healthy and Frail Elderly. **Aging and Disease**. v.5, n. 3, p. 183-195, 2014.

CAPPELLINI, G.; IVANENKO, Y. P.; POPPELE, R. E.; LACQUANITI, F. Motor patterns in human walking and running. **J Neurophysiol**, v. 95, n. 6, p. 3426-37, Jun 2006.

CAVAGNA, G.A.; KOMAREK, L.; MAZZOLENI, S. The mechanics of sprint running. **J. Physiol.** v. 217, p. 709-721, 1971.

CAVAGNA, G.A., FRANZETTI, P., HEGLUND, N.C., WILLEMS, P. The determinants of the step frequency in running, trotting and hopping in man and other vertebrates. **J Physiol.** v. 399, p. 81-92, 1988.

CAVAGNA, G.A.; HEGLUND, N.C.; TAYLOR, C.R. Mechanical work in terrestrial locomotion: two basic mechanisms for minimizing energy expenditure. **Am J Physiol.** v. 233, n. 5, p. 243-261, 1977.

CAVAGNA G.A.; LEGRAMANDI, M.A.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A. Old men running: mechanical work and elastic bounce. **Proc Biol, Sci**, v. 275, n. 1633, p.411–418, 2008.

CHASTAN, N.; WESTBY, G. W.; YELNIK, J.; BARDINET, E.; DO, M. C.; AGID, Y.; WELTER, M. L. Effects of nigral stimulation on locomotion and postural stability in patients with Parkinson's disease. **Brain**, v. 132, n. 1, p. 172-84, Jan 2009.

CHATTERJEE, P.; et al. Nordic walking training and nutritional supplementation in pre-frail older Indians: an open-labelled experimental pre-test and post-test pilot study to develop intervention model. p. 1–10, 2018.

CUGUSI, L.; SOLLA, P.; SERPE, R.; CARZEDDA, T.; PIRAS, L.; OGGIANU, M.; GABBA, S.; DI BLASIO, A.; BERGAMIN, M.; CANNAS, A.; MARROSU, F.; MERCURO, G. Effects of a Nordic Walking program on motor and non-motor symptoms, functional performance and body composition in patients with Parkinson's disease. **Neuro Rehabilitation**, v. 37, n. 2, p. 245-54, 2015.

CHO C.; KUNIN M.; KUDO K.; OSAKI Y.; OLANOW C.W.; COHEN B.; RAPHAN T. Frequency-velocity mismatch: a fundamental abnormality in parkinsonian gait. **J Neurophysiol**, v. 103, p. 1478–1489, 2010.

DELABARY, M.S.; KOMEROSKI, I. G.; MONTEIRO, E. P.; COSTA, R. R.; and HAA, A. N. Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis, **Aging Clin, Exp. Res**, v. 30, n. 7, 2018.

DEN OTTER, A. R.; GEURTS, A. C.; MULDER, T.; DUYSSENS, J. Speed related changes in muscle activity from normal to very slow walking speeds. **Gait Posture**, v. 19, n. 3, p. 270-8, Jun 2004.

DIETZ, V. et al. Leg muscle activation during gait in Parkinson's disease : adaptation and interlimb coordination. **Electroencephalography and clinical Neurophysiolog**, v. 4694, n. 95, 1995.

DIPAOLA, Mariangela *et al.* Mechanical energy recovery during walking in patients with Parkinson disease. **PLoS ONE**, v. 11, n. 6, p. 8–10, jun 2016.

DUNCAN, G. W.; KHOO, T. K.; YARNALL, A. J.; O'BRIEN, J. T.; COLEMAN, S. Y.; BROOKS, D. J.; BARKER, R. A.; BURN, D. J. Health-related quality of life in early Parkinson's disease: the impact of nonmotor symptoms. **Mov Disord**, v. 29, n. 2, p. 195-202, Feb 2014.

EBERSBACH, G.; EBERSBACH, A.; GANDOR, F.; WEGNER, B.; WISSEL, J.; KUPSCH, A. Impact of physical exercise on reaction time in patients with Parkinson's disease-data from the Berlin BIG Study. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 95, n. 5, p. 996-9, May 2014.

EIJKEREN, F.J.M.; REIJMERS, R.S.J.; KLEINVELD, M.J.; MINTEN, A.; BRUGGEN, J.P.; BLOEM, B.R. Nordic Walking Improves Mobility in Parkinson's Disease. **Movement Disorders**, v. 23, n. 15, 2008.

ENGLAND, S.A.; GRANATA, K.P. The influence of gait speed on local dynamic stability of walking. **Gait Posture**, v. 25, n. 2, p.172-8, Feb 2007.

FIORELLI, C.M.; et al. Differential Acute Effect of High-Intensity Interval or Continuous Moderate Exercise on Cognition in Individuals with Parkinson's Disease. **J. Phys. Act. Heal**, p. 1–8, 2019.

FRANZONI, Leandro *et al.* A 9-Week Nordic and Free Walking Improve Postural Balance in Parkinson's Disease. **Sports Medicine International Open**, v. 2, n. 1, p. E28–E34, nov. 2018

FRAZZITTA, G.; BALBI, P.; MAESTRI, R.; BERTOTTI, G.; BOVERI, N.; PEZZOLI, G. The beneficial role of intensive exercise on Parkinson disease progression. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 92, n. 6, p. 523-32, Jun 2013.

FRITZ, B.; ROMBACH, S.; GODAU, J.; BERG, D.; HORSTMANN, T; GRAU, S. The influence of Nordic Walking training on sit-to-stand transfer in Parkinson patients. **Gait Posture**, v. 34, n. 2, p. 234-8, 2011.

GALLO, P. M.; MCISAAC, T. L.; GARBER, C. E. Walking Economy During Cued Versus Non-Cued Self-Selected Treadmill Walking in Persons with Parkinson's Disease. **J Parkinsons Dis**, Sep 26 2014.

GOBBI, L. T. B.; STELLA, F.; GOBBI, S.; OLIANI, M.M; TANAKA, M.M.; PIERUCCINI-FARIA, F. Early impairment of cognitive functions in parkinson's disease. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 65, n. 2-B, p. 406-410, 2007.

GOUGEON, MARIE-ANNE.; ZHOU, L.; NANTEL, J. Nordic Walking improves trunk stability and gait spatial-temporal characteristics in people with Parkinson disease. **NeuroRehabilitation**, v. 41, n. 1, p. 205-210, 2017.

GOMEÑUKA, N.A. **Efeitos de um programa de treinamento de caminhada livre e caminhada nórdica em idosos sedentários.** 227f. Tese de doutorado, Dissertação de mestrado, Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Escola de Educação Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

GOMEÑUKA N.A.; OLIVEIRA, H.B.; SILVA, E.S.; COSTA, R.R.; KANITZ, A.C.; LIEDTKE, G.V. et al. Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomized clinical trial. **PLoS ONE**, v.14, n, 1, 2019.

HAUSDORFF, J.M.; SCHAAFSMA J. D.; BALASH, Y.; BARTELS, A. L.; GUREVICH, T.; GILADI, N. Impaired regulation of stride variability in Parkinson's disease subjects with freezing of gait. **Exp Brain Res**, v.149, p.187–194, 2003.

HERMAN T, GILADI N, GRUENDLINGER L, HAUSDORFF JM. Six weeks of intensive treadmill training improves gait and quality of life in patients with Parkinson's disease: a pilot study. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 88, p. 1154-8, 2007.

HUGHES, A. J.; DANIEL, S. E.; KILFORD, L.; and LEES, A. J. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: A clinico-pathological study of 100 cases. **J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry**, v. 55, n. 3, p. 181–184, 1992.

IZQUIERDO, M.; CADORE, E.L. Muscle power training in the institutionalized frail: a new approach to counteracting functional declines and very late-life disability. **Curr. Med. Res. Opin**, p. 1-6, 2014.

KLINGELHOEFER, L.; REICHMANN, H. Pathogenesis of Parkinson disease--the gut-brain axis and environmental factors. **Nat Rev Neurol**, v. 11, n. 11, p.625-36; Out 2015.

LANDERS, M.R.; NAVALTA, J.W.; MURTISHAW, A.S., KINNEY, J. W.; AND S. PIRIO RICHARDSON, S. A High-Intensity Exercise Boot Camp for Persons With Parkinson Disease: A Phase II, Pragmatic, Randomized Clinical Trial of Feasibility, Safety, Signal of Efficacy, and Disease Mechanisms. **J. Neurol. Phys. Ther**, v. 43, n. 1, p. 12–25, Jan 2019.

MARGIS, R.; DONIS, K. C.; SCHONWALD, S. V.; RIEDER, C. R. WHOQOL-OLD assessment of quality of life in elderly patients with Parkinson's disease: influence of sleep and depressive symptoms. **Rev Bras Psiquiatr**, v. 32, n. 2, p. 125-31, Jun 2010.

MARRAS, C.; BECK, J.C; BOWER, J.H. et al. Prevalence of Parkinson's disease across North America. **NPJ Parkinsons Dis**, v. 4, n. 21, Jul 2018.

MERELLO, M.; FANTACONE, N.; BALEJ, J. Kinematic Study of Whole Body Center of Mass Position During Gait in Parkinson's Disease Patients with and Without Festination. **Movement Disorders**, v. 25, n. 6, p. 747–754, 2010.

MITOMA, H.; HAYASHI, R.; YANAGISAWA, N.; TSUKAGOSHI, H. Characteristics of parkinsonian and ataxic gaits: a study using surface electromyograms, angular displacements and floor reaction forces. **J Neurol Sci**, 2000.

MONTEIRO, E.P.; FRANZONI, L.T.; CUBILLOS, D.M.; FAGUNDES, A.O.; CARVALHO, A.R.; OLIVEIRA, H.B.; PANTOJA, P.D.; SCHUCH, F.B.; RIEDER, C.R.; MARTINEZ, F.G.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A. Effects of Nordic walking training on

functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial. **Scand J Med Sci Sports**, v.27, n.3, p. 351-358. 2017a.

MONTEIRO, E.P.; WILD, L.B.; MARTINEZ, F.G.; PAGNUSSAT, A.S.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A. Aspectos biomecânicos da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: revisão narrativa. **Rev Bras Ciênc Esporte**, 2017b.

MOREAU, C.; CANTINIAUX, S.; DELVAL, A.; DEFEBVRE, L.; AZULAY, J. P. [Gait disorders in Parkinson's disease: and pathophysiological approaches]. **Rev Neurol (Paris)**, v. 166, n. 2, p. 158-67, Feb 2010.

MORIN, J.; EDOUARD, P.; SAMOZINO, P. Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 43, n. 9, p. 1680-1688, 2011. 41.

MORIN, J-B.; BOURDIN, M.; EDOUARD, P.; PEYROT, N.; SAMOZINO, P.; LACOUR, J-R. Mechanical determinants of 100-m sprint running performance. **Eur. J. Appl. Physiol**, v. 112, n. 11, p. 3921-3930, 2012.

MORIN, J-B.; SAMOZINO, P. Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. **Int. J. Sports Physiol. Perform**, v. 11, n. 2, p. 267-272, 2016

MORRIS, M.E.; IANSEK, R.; MATYAS, T.A.; SUMMERS, J.J. Stride length regulation in Parkinson's disease: Normalization strategies and underlying mechanisms. **Brain**, v. 119, p. 551-568, 1996.

MORRIS, M. E. Movement disorders in people with Parkinson disease: a model for physical therapy. **Phys Ther**, v. 80, n. 6, p. 578-97, Jun 2000.

MORRIS, M.; IANSEK, R.; MATYAS, T.A.; MCGINLEY, J.; HUXHAM, F. Three-Dimensional Gait Biomechanics in Parkinson's Disease: Evidence for a Centrally Mediated Amplitude Regulation Disorder. **Movement Disorders**, v. 20, n. 1, 2005.

MURRAY, D. K.; SACHELI, M. A.; ENG, J. J.; STOESSL, A. J. The effects of exercise on cognition in Parkinson's disease: a systematic review. **Transl Neurodegener**, v. 3, n. 1, p. 5, 2014.

NAGANO-SAITO, A.; MARTINU, K.; MONCHI, O. Function of basal ganglia in bridging cognitive and motor modules to perform an action. **Front Neurosci**, v. 8, p. 187, 2014.

NISHIKAWA, Y.; WATANABE, K.; TAKAHASHI, T.; AND KIMURA, H. The effect of medication on vastus lateralis muscle activation patterns in Parkinson's disease patients. **J. Electromyogr. Kinesiol**, v. 42, n. 6, p. 66-73, 2018.

PELLEGRINI, B.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A.; ZOPPIROLI, C.; BORTOLAN, L.; BACCHI, E.; FIGARD-FABRE, H.; SCHENA, F. Exploring Muscle Activation during Nordic Walking: A Comparison between Conventional and Uphill Walking. **Plos One**, v.10, n. 9, 2015.

PELLEGRINI, B.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A.; ZOPPIROLI, C.; BORTOLAN, L.; SAVOLDELLI, A.; MINETTI, A.E.; SCHENA, F. Mechanical energy patterns in nordic walking: comparisons with conventional walking. **Gait & Posture**, v. 51, p. 234-238, 2017.

PELLEGRINI, B.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A.; ZOPPIROLI, C.; BORTOLAN, L.; BACCHI, E.; FIGARD-FABRE, H.; SCHENA, F. Exploring Muscle Activation during Nordic Walking: A Comparison between Conventional and Uphill Walking. **Plos One**, v.10, n. 9, 2015.

PELLEGRINI, B.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A.; ZOPPIROLI, C.; BORTOLAN, L.; SAVOLDELLI, A.; MINETTI, A.E.; SCHENA, F. Mechanical energy patterns in nordic walking: comparisons with conventional walking. **Gait & Posture**, v. 51, p. 234-238, 2017.

PEYRÉ-TARTARUGA, L.A.; MONTEIRO, E.P. A new integrative approach to evaluate pathological gait: locomotor rehabilitation index. **Clin. Transl. Degener Dis**, p. 86-90, 2016.

PEYRÉ-TARTARUGA, L.A.; and COERTJENS, M. Locomotion as a Powerful Model to Study Integrative Physiology: Efficiency, Economy, and Power Relationship. **Front. Physiol**, v. 9, n.1789, 2018.

PINTO, C.; et al., "Automated Mechanical Peripheral Stimulation Improves Gait Parameters in Subjects with Parkinson Disease and Freezing of Gait: A Randomized Clinical Trial," **Am. J. Phys. Med. Rehabil**, 2018.

ROCHESTER, L.; BURN, D. J.; WOODS, G.; GODWIN, J.; NIEUWBOER, A. Does auditory rhythmical cueing improve gait in people with Parkinson's disease and cognitive impairment? A feasibility study. **Mov Disord**, v. 24, n. 6, p. 839-45, Apr 30 2009.

SAIBENE, F.; MINETTI, A.E. Biomechanical and physiological aspects of legged locomotion in humans. **Eur J Appl Physiol**, v.88, p. 297–316, 2003.

SAMOZINO, P.; RABITA, G.; DOREL, S.; SLAWINSKI, J.; PEYROT, N.; de VILLARREAL, E. S.; MORIN, J-B. A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. **Scand. J. Med. Sci. Sports**. v. 26, n. 6, p. 648-658, 2016.

SANTOS DELABARY, M.S.; KOMEROSKI, I. G.; MONTEIRO, E. P.; COSTA, R. R.; and HAAS, A. N. Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis. **Aging Clin, Exp. Res**, v. 30, n. 7, 2018.

SOARES, G.S.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A. Doença de Parkinson e exercício físico: uma revisão da literatura. **Ciência em Movimento**, v. 12, n. 24, p. 69-86. 2010.

REUTER, I.; MEHNERT, S.; LEONE, P.; KAPS, M.; OECHSNER, M.; ENGELHARDT, M. Effects of a Flexibility and Relaxation Programme, Walking, and Nordic Walking on Parkinson's Disease. **Journal of Aging Research**, v. 2011, n. 232473, 18 p., 2011.

RIEDER, C.R.M.; TERRA, N.L.; CHARDOSIM, N.M.O.; GONZATTI, V. **Entendendo a doença de Parkinson**: informações para pacientes, familiares e cuidadores. 179p. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2016.

SCHIFFER, T., A. KNICKER, R. DANNO" HL, and H. K. STRU" DER. Energy Cost and Pole Forces during Nordic Walking under Different Surface Conditions. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 663–668, 2009.

SOARES, G. D. S.; PEYRÉ-TARTARUGA, L. A. Doença de Parkinson e exercício físico: uma revisão de literatura. **Ciência em Movimento**, v. 24, p. 69-86, 2010.

SOFUWA, O.; NIEUWBOER, A.; DESLOOVERE, K.; WILLEMS, A. M.; CHAVRET, F.; JONKERS, I. Quantitative gait analysis in Parkinson's disease: comparison with a healthy control group. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 86, n. 5, p. 1007-13, May 2005.

SUGIYAMA, K.; KAWAMURA, M.; TOMITA, H.; KATAMOTO, S. Oxygen uptake, heart rate, perceived exertion, and integrated electromyogram of the lower and upper extremities during level and Nordic walking on a treadmill. **J Physiol Anthropol**, v. 32, n. 1, p. 2, 2013.

TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **J Am Coll Cardiol**, v. 37, n. 1, p. 153-6, Jan 2001.

TSCHENTSCHER, M.; NIEDERSEER, D.; NIEBAUER, J. Health Benefits of Nordic Walking A Systematic Review. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 44, n. 1, p. 76–84, 2013.

TUON, T.; VALVASSORI, S. S.; DAL PONT, G. C.; PAGANINI, C. S.; POZZI, B. G.; LUCIANO, T. F.; SOUZA, P. S.; QUEVEDO, J.; SOUZA, C. T.; PINHO, R. A. Physical training prevents depressive symptoms and a decrease in brain-derived neurotrophic factor in Parkinson's disease. **Brain Res Bull**, v. 108C, p. 106-112, Sep 2014.

UYGUR, M.; BELLUMORI, M.; LENOIR, K.; POOLE, L.; PRETZER-ABOFF, I.; AND KNIGHT, C.A. Immediate effects of high-speed cycling intervals on bradykinesia in Parkinson's disease. **Physiother. Theory Pract**, v. 31, n. 2, p. 77–82, 2015.

VAN EIJKEREN, F. J.; REIJMERS, R. S.; KLEINVELD, M. J.; MINTEN, A.; BRUGGEN, J. P.; BLOEM, B. R. Nordic walking improves mobility in Parkinson's disease. **Mov Disord**, v. 23, n. 15, p. 2239-43, Nov 2008.

WILD, L. B.; DE LIMA, D. B.; BALARDIN, J. B.; RIZZI, L.; GIACOBBO, B. L.; OLIVEIRA, H. B.; DE LIMA, A., II; PEYRE-TARTARUGA, L. A.; RIEDER, C. R.; BROMBERG, E. Characterization of cognitive and motor performance during dual-

tasking in healthy older adults and patients with Parkinson's disease. **J Neurol**, v. 260, n. 2, p. 580-9, Feb 2013.

ZIGMOND, M. J.; SMEYNE, R. J. Exercise: is it a neuroprotective and if so, how does it work? **Parkinsonism Relat Disord**, v. 20 Suppl 1, p. S123-7, Jan 2014.

5. ARTIGOS

5.1 Estudo 1

Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial

(Publicado no periódico Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports)

(Fator de impacto: 3.623; Qualis na Medicina I: B1)

Scand J Med Sci Sports 2016; 27: 351–358
doi: 10.1111/sms.12657

© 2016 John Wiley & Sons, Ltd.
Published by John Wiley & Sons Ltd
SCANDINAVIAN JOURNAL OF
MEDICINE & SCIENCE
IN SPORTS

Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial

E. P. Monteiro^{1,2}, L. T. Franzoni¹, D. M. Cúffaro^{3,4}, A. de Oliveira Fagundes¹, A. R. Carvalho¹, H. B. Oliveira¹, P. D. Pantoja¹, F. B. Schuch¹, C. R. Rieder⁵, F. G. Martinez¹, L. A. Pezré-Tartaruga¹

¹Exercise Research Laboratory, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil; ²Neuroscience and Rehabilitation Laboratory, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil; ³Sleep and Movement Disorders Clinic, Division of Neurology, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil; ⁴Corresponding author: Leonardo A. Pezré-Tartaruga, Exercise Research Laboratory, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Polaris, 750, 91080-200 Porto Alegre, Brazil. Tel.: 55 5184061793, Fax: 55 5133083843, Email: leonardo.tartaruga@ufrgs.br

Accepted for publication 7 January 2016

We compare the effects of Nordic walking training (NW) and Free walk (FW) on functional parameters (motor symptoms, balance) and functional mobility (Timed Up and Go at Self-selected Speed – TUGSS, and at forced speed, TUGFS; Self-selected Walking Speed, SSW; locomotor rehabilitation index, LRI) of Parkinson's disease (PD) patients. The study included 33 patients with clinical diagnosis of idiopathic PD, and staging between 1 and 4 in the Hoehn and Yahr scale (H&Y) randomized into two groups: NW ($N = 16$) and FW ($N = 17$) for 6 weeks. Baseline characteristics were compared through a one-way ANOVA. Outcomes were analyzed using the Generalized

Estimation Equations (GEE) with a Bonferroni post-hoc. Data were analyzed using SPSS v.20.0. Improvements in UPDRS III ($P < 0.001$), balance scores ($P < 0.035$), TUGSS distance ($P < 0.001$), TUGFS distance ($P < 0.001$), SSW ($P < 0.001$), and LRI ($P < 0.001$) were found for both groups. However, the NW group showed significant differences ($P < 0.001$) when compared to the FW group for the functional mobility. We conclude the NW improves functional parameters and walking mobility demonstrating that NW is as effective as the FW, including benefits for FW on the functional mobility of people with PD.

The Parkinson's disease (PD) promotes motor symptoms such as stiffness disorders, resting tremor, bradykinesia, reduced mobility, and speed walk. The motor symptoms, in turn, may limit the functional activities of daily living (ADLs, Kluger et al., 2014).

Aerobic exercise, on the other hand, potentially mitigates the motor neurodegenerative functional changes (Prazzitta et al., 2013). Aerobic training reduces the deleterious effects of PD potentially through effects as decreases on neuronal death, enhances cell survival, stimulates neurogenesis, reduces the oxidative stress of dopaminergic neurons, and increases the concentration levels of proteins and its neurotrophic factors, growth factor such as brain-derived (BDNF – brain-derived neurotrophic factor) (Alberts et al., 2011; Prazzitta et al., 2013; Tuon et al., 2014).

Although aerobic training is highly recommended, little research has examined the effects of the Nordic walking (NW – locomotion using two sticks) on the functional mobility of walking and balance in people with PD. NW exercises potentially provides an

additional positive effect of general functional responses and, specifically, in the gait due to the greater task complexity of walking with poles (Foisneau et al., 2008). In fact, the cognitive cost increases with task complexity in PD patients (Wid et al., 2013), likely stimulating in major level the subcortical activity. Walking with poles changes the walking mechanics, mainly increasing the step length, changing the patterns of muscular activation (Pellegrini et al., 2015) and providing rhythmic external cues, which is related to the patients inhibition their defective basal ganglia circuitries (van Eijkeren et al., 2008).

Therefore, the objective of this study was to compare the effects of a NW training program and Free walk (FW) on functional parameters, self-selected speed (SSW), and locomotor rehabilitation index in PD patients.

Materials and methods

A randomized clinical trial was conducted after approval by the local Ethics Committee of the Porto Alegre Clinical

Hospital (HCPA, register 555 123). The evaluation procedures were performed in the Exercise Research Laboratory (LAPEX) of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS).

The sample consisted of 33 volunteers aged over 50 years, of both sexes, with a clinical diagnosis of idiopathic PD and staging between 1 and 4 in Hoehn and Yahr Scale (H&Y).

In all evaluations, the subjects are in the "ON" period of medication, up to 3 h after drug intake. Participants were instructed to report to the researchers, on any change in medication during the training period.

Outcome assessments were performed at three different times (T1, T2, and T3, with, respectively, baseline pre-training + pre-familiarization, post-familiarization + pre-training, post-training). A 3-week control period had been established between the T1 and T2 for the familiarization of NW and FW. Between T2 and T3 was performed 6-week training program.

Comparisons between the NW and FW groups were based on a benchmark of Scales: UPDRS – Part III, H&Y, Test Timed Up and Go (Huang et al., 2011) at self-selected speed (TUGSS) and at forced speed (TUGFS) and Berg Balance Scale (BBS) (Bretan et al., 2013; Caxeta & Teixeira, 2014).

The volunteers were familiarized to treadmill walking to determine the SSW (Chung & Wang, 2010; Merello et al., 2010; Ivkovic & Kurz, 2011). Initially, participants walked at a minimum speed of 0.5 km/h with the increment of 0.5 km/h every 30 s until informing the comfortable walking speed. If voluntary inform that were walking faster than usual, speed was reduced 0.5 km/h gradually until volunteers flagged the SSW again.

Quantification of Locomotor Rehabilitation Index (LRI) is a method of determining how close is the SSW compared to the Optimum Speed (Vopt). To estimate the Vopt, volunteers with PD, we used a mathematical model described in eqn. [1].

$$Vopt = \sqrt{0.25 \times 9.81 \times LLL} \quad [1]$$

Vopt is the speed in which the participants spend less metabolic energy to travel a given distance, and LLL is the lower limb length. To obtain the theoretical LRI are needed the Vopt and SSW. The ratio of SSW by Vopt multiplied by 100 indicates the LRI, as shown in eqn. [2]. Thus, the closer the values to 100, volunteers will be closer to Vopt (Figueroa et al., 2013).

$$LRI = 100 \times \frac{SSW}{Vopt} \quad [2]$$

Volunteers were trained at predetermined times according to the peak hours of the drug. The sessions took place in the 9-week period (period of familiarization and training), with the weekly frequency of two alternate days, totaling six familiarization sessions and 12 training sessions per group. The choice for the training for total period of 6 weeks (and 12 h of training) was made following the general guidelines in PD (Pedersen & Salin, 2015).

The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (FW or NW); (c) return to the calm and ultimate stretching. Both the initial and final stretching lasted 5 min and were standardized for both groups.

The NW and FW subjects were trained during 6 weeks constituting a periodized macrocycle, divided into four

mesocycles of three microcycles each. After three consecutive progressions, each group performed a regenerative session (Table 1).

The participants were trained with individualized prescription according to their maximum distance. A heart rate monitor, Model FT4 (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) attached to the chest of the xiphoid process, was used to control the progression of intensity for the training cycles ranging from 60% to 80% of heart rate reserve (HRR). Additionally, we used the Borg RPE for training intensity control, which ranged between 13 and 17 of that scale.

Data are presented in descriptive measurements, using means, standard deviations (SD), and standard error (SE) for continuous measures. The description of the sample data at baseline was compared through a one-way analysis of variance (ANOVA). Outcomes were analyzed using the Generalized Estimation Equations (GEE), testing groups, time, and the group*time interaction. We used a Bonferroni post-hoc to identify the differences on group, time, and group*time interaction. Data were presented as model-based adjusted means. Data were analyzed using the statistical software Statistical Package for Social Sciences (SPSS, Chicago, USA) v.20.0. Sample size was determined using the WinPepi software for a power of about 0.90 (significance level = 0.05, correlation coefficient = 0.9), a sample size of 15 control persons and 15 PD persons were needed to detect a significant difference. We used data from Reuter et al. (2011) and Merello et al. (2010). To account for a potential dropout rate, we chose to recruit 33 participants (see Fig. 1).

Results

Thirty-three volunteers were randomized allocated in two groups. Two participants of each group have dropped out (NW, n = 2 and FW, n = 2). No withdrawal was due to the training (Fig. 1). The participants who completed the intervention had a frequency to the upper classes to 90%, demonstrating adherence to training.

The mean values and SEs of functional data of H&Y scales, UPDRS, and BBS are shown in Table 2. We found out a significant time effect on UPDRS III (P < 0.001), showing that both the NW group and the FW group had significant decreases in the scores of clinical motor symptoms. The lowest values of UPDRS III after the intervention period were observed for the NW group, indicating a positive effect of the training. As regards the staging of the disease, the H&Y scale showed a maintenance after the training period for the two groups.

Both groups improved balance performance after training (P = 0.035), with no difference between the groups (group*time interaction, P > 0.05). The functional mobility of the walk is in Fig. 2. For TUGSS and TUGFS, the time of the disease and the H&Y scale were used as covariates (P < 0.001). There were significant differences in factors: group and time (P < 0.001), with group*time interaction (P < 0.05), with the lowest values for NW.

The NW and FW groups differed significantly at baseline for TUGFS, TUGSS, and LRI (P < 0.001).

Hospital (HCPA, register 555 123). The evaluation procedures were performed in the Exercise Research Laboratory (LAPEX) of the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS).

The sample consisted of 33 volunteers aged over 50 years, of both sexes, with a clinical diagnosis of idiopathic PD and staging between I and 4 in Hoehn and Yahr Scale (H&Y).

In all evaluations, the subjects are in the "ON" period of medication, up to 3 h after drug intake. Participants were instructed to report to the researchers, on any change in medication during the training period.

Outcome assessments were performed at three different times (T1, T2, and T3), with, respectively, baseline: pre-training + pre-familiarization, post-familiarization + pre-training, post-training). A 3-week control period had been established between the T1 and T2 for the familiarization of NW and FW. Between T2 and T3 was performed 6-week training program.

Comparisons between the NW and FW groups were based on a benchmark of Scales: DP Assessment Unified Scale (UPDRS) – Part III, H&Y, Test Timed Up and Go (Huang et al., 2011) at self-selected speed (TUGSS) and at forced speed (TUGFS) and Berg Balance Scale (BBS) (Beuran et al., 2013; Cotaeta & Teixeira, 2014).

The volunteers were familiarized to treadmill walking to determine the SSW (Chung & Wang, 2010; Merello et al., 2010; Ivkovic & Kurz, 2011). Initially, participants walked at a minimum speed of 0.5 km/h with the increment of 0.5 km/h every 30 s until informing the comfortable walking speed. If voluntary inform that were walking faster than usual, speed was reduced 0.5 km/h gradually until volunteers flagged the SSW again.

Quantification of Locomotor Rehabilitation Index (LRI) is a method of determining how close is the SSW compared to the Optimum Speed (Vopt). To estimate the Vopt, volunteers with PD, we used a mathematical model described in eqn. [1]:

$$Vopt = \sqrt{0.25 \times 9.81 \times LLL} \quad [1]$$

Vopt is the speed in which the participants spend less metabolic energy to travel a given distance, and LLL is the lower limb length. To obtain the theoretical LRI are needed the Vopt and SSW. The ratio of SSW by Vopt multiplied by 100 indicates the LRI, as shown in eqn. [2]. Thus, the closer the values to 100, volunteers will be closer to Vopt (Figueiredo et al., 2013).

$$LRI = 100 \times \frac{SSW}{Vopt} \quad [2]$$

Volunteers were trained at predetermined times according to the peak hours of the drug. The sessions took place in the 9-week period (period of familiarization and training), with the weekly frequency of two alternate days, totaling six familiarization sessions and 12 training sessions per group. The choice for the training for total period of 6 weeks (and 12 h of training) was made following the general guidelines in PD (Pedersen & Saltin, 2015).

The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (FW or NW); (c) return to the calm and ultimate stretching. Both the initial and final stretching lasted 5 min and were standardized for both groups.

The NW and FW subjects were trained during 6 weeks constituting a periodized mesocycle, divided into four

mesocycles of three microcycles each. After three consecutive progressions, each group performed a regenerative session (Table 1).

The participants were trained with individualized prescription according to their maximum distance. A heart rate monitor, Model FT4 (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) attached to the chest of the xiphoid process, was used to control the progression of intensity for the training cycles ranging from 60% to 80% of heart rate reserve (HRR). Additionally, we used the Borg RPE for training intensity control, which ranged between 13 and 17 of that scale.

Data are presented in descriptive measurements, using means, standard deviations (SD), and standard error (SE) for continuous measures. The description of the sample data at baseline was compared through a one-way analysis of variance (ANOVA). Outcomes were analyzed using the Generalized Estimation Equations (GEE), testing groups, time, and the group*time interaction. We used a Bonferroni post-hoc to identify the differences on group, time, and group*time interaction. Data were presented as model-based adjusted means. Data were analyzed using the statistical software Statistical Package for Social Sciences (SPSS, Chicago, USA) v.20.0. Sample size was determined using the WinPepi software for a power of about 0.90 (significance level = 0.05, correlation coefficient = 0.9), a sample size of 15 control persons and 15 PD persons were needed to detect a significant difference. We used data from Reuter et al. (2011) and Merello et al. (2010). To account for a potential dropout rate, we chose to recruit 33 participants (see Fig. 1).

Results

Thirty-three volunteers were randomized allocated in two groups. Two participants of each group have dropped out (NW, n = 2 and FW, n = 2). No withdrawal was due to the training (Fig. 1). The participants who completed the intervention had a frequency to the upper classes to 90%, demonstrating adherence to training.

The mean values and SEs of functional data of H&Y scales, UPDRS, and BBS are shown in Table 2. We found out a significant time effect on UPDRS III (P < 0.001), showing that both the NW group and the FW group had significant decreases in the scores of clinical motor symptoms. The lowest values of UPDRS III after the intervention period were observed for the NW group, indicating a positive effect of the training. As regards the staging of the disease, the H&Y scale showed a maintenance after the training period for the two groups.

Both groups improved balance performance after training (P = 0.035), with no difference between the groups (group*time interaction, P > 0.05). The functional mobility of the walk is in Fig. 2. For TUGSS and TUGFS, the time of the disease and the H&Y scale were used as covariates (P < 0.001). There were significant differences in factors: group and time (P < 0.001), with group*time interaction (P < 0.05), with the lowest values for NW.

The NW and FW groups differed significantly at baseline for TUGFS, TUGSS, and LRI (P < 0.001).

Table 1. Periodization protocol of walking training

Group	Start	NW	FW	HRR (target zone)	Borg RPE	Total time	End
Mesocycle I (1st to 3rd session)	Warming-up + 3' SSW	2X 50% Maximum Distance of each subject	2X 50% Maximum Distance of each subject	60%	13	35'	Stretching
Mesocycle II (4th to 6th session)	Warming-up + 3' SSW	3X 50% Maximum Distance of each subject	3X 50% de Maximum Distance of each subject	70%	14	40'	Stretching
Mesocycle III (7th to 9th session)	Warming-up + 3' SSW	2X 75% Maximum Distance of each subject	2X 75% de Maximum Distance of each subject	75%	15	45'	Stretching
Regenerative session	Articular Mobilization	Class with both groups NW and FW, balance exercises, range of motion and gait associated with cognitive tasks	Class with both groups NW and FW, balance exercises, range of motion and gait associated with cognitive tasks	60%	11	40'	Stretching
Mesocycle IV (10th to 12th session)	Warming-up + 3' SSW	2X Maximum Distance of each subject	2X Maximum Distance of each subject	80%	17	50'	Stretching

SSW, self-selected speed; HRR, heart rate reserve; ', minute; X, repetition of series; NW, nordic walking; FW, free walking.

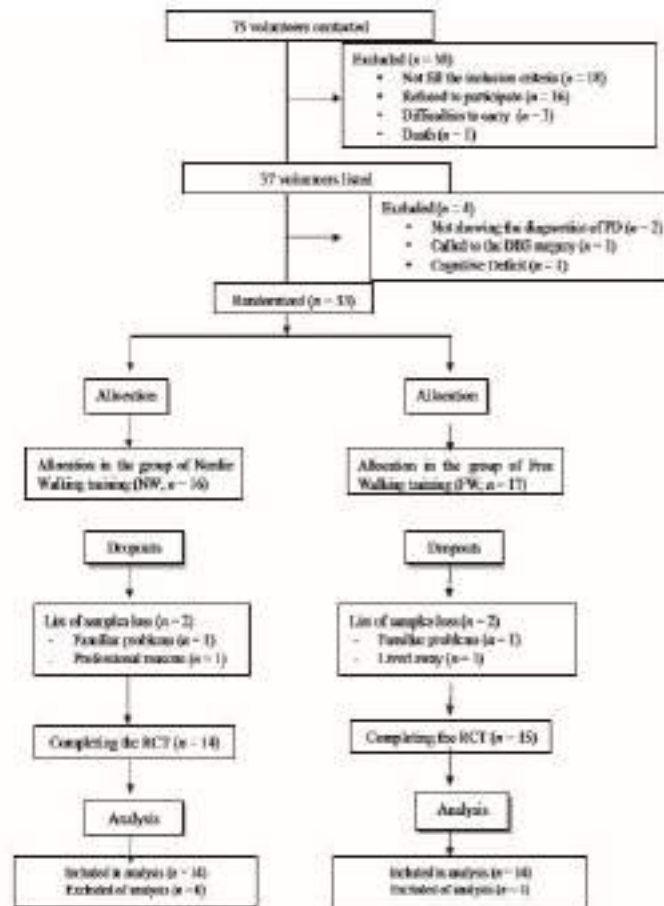


Fig. 1. Flowchart of selection process and inclusion of volunteers. PD, parkinson disease; DBS, deep brain stimulation; RCT randomized clinical trial.

Table 2. Descriptive statistics with mean values and respective standard deviation, when applied, are the demographics, anthropometrics and clinical variables of sample characterization for the both groups Nordic walking (NW) and free walking (FW)

Variable	Group NW (N = 16)	Group FW (N = 17)	P-value
Age (years)	64.9 ± 10.2	70.5 ± 5.8	0.062
Body mass (kg)	79.0 ± 15.1	68.9 ± 11.9	0.091*
Women, n (%)	3 (18)	10 (58)	0.757
Stature (m)	1.5 ± 0.0	1.5 ± 0.1	0.049*
BMI (kg/m ²)	28.5 ± 4.2	27.4 ± 5.8	0.556
Fat percentage (%)	21.42 ± 5.7	24.13 ± 9.3	0.367
Lower limb length (m)	0.89 ± 0.0	0.85 ± 0.0	0.087
Time of clinical diagnostics of PD (years)	5.5 ± 3.3	5.09 ± 4.1	0.757
UPDRS III	15.00 ± 3.2	23.19 ± 3.9	0.129
Hoehn & Yahr (scale of 1 to 4)	1.5 ± 0.5	2.0 ± 1.0	0.123
Berg balance scale	51.19 ± 1.2	47.44 ± 2.5	0.388
TUGSS	11.96 ± 1.0	21.02 ± 3.7	0.020*
TUGFS	8.8 ± 0.4	14.86 ± 2.3	0.014*
Self-selected speed	2.7 ± 1.1	1.7 ± 1.1	<0.001*
Locomotor Rehabilitation Index (%), LRI	50.35 ± 2.2	34.40 ± 2.4	<0.001*
Clinical symptoms			
Affected leg	R = 7; L = 9	R = 9; L = 7	
Instability (change of balance)	9	6	NA
Tremor	7	7	NA
Pectoral changes	6	8	NA
Rigidity	14	6	NA
Bradykinesia	4	11	NA
Dyskinesia	4	0	NA
Fascicling	3	2	NA
History of falls	5	5	NA
Drugs (dosages)			
Levodopa + Carbidopa	5	5	NA
Propranolol	250 ± 0.0	181.89 ± 46.81	NA
Sitrol	161 ± 53.21	250 ± 108.4	NA
Biperiden	150 ± 93.2	200 ± 0.0	NA
Benzesozide	-	150 ± 0.0	NA

BMI, body mass index; PD, parkinson disease; UPDRS III, unified scale of parkinson disease; Timed up and go at self-selected speed (TUGSS) and at forced speed (TUGFS).

*Represents statistical differences.

Only the NW group showed improvements on TUGSS and TUGFS, with significant differences between T1 and T3, while the FW group improved in TUGFS only between T2 to T3. For TUGFS, the factors time and group showed significant differences ($P < 0.001$), without interaction group*time ($P = 0.335$).

The NW group at baseline showed values of 12.68 ± 0.7 in the intermediate evaluation reduced to 11.74 ± 0.6 and post-training evaluation test time was 9.90 ± 0.6 . The FW group started with 21.11 ± 2.8 , decreased to 15.58 ± 1.1 and after the intervention reduced to 11.98 ± 1.8 .

In walk SSW, there was a significant difference in the intermediate and final moments of intra- and inter-group assessment ($P < 0.001$), without group*time interaction ($P = 0.925$). The NW group showed higher speed values in the three times when compared to the FW group ($P < 0.001$).

For the LRI, there was no statistically significant difference between groups at baseline, intermediate, and final ($P < 0.001$). There was no group*time interaction ($P = 0.695$). There was an increase in the

LRI values from T1 to T3 for both groups. However, the LRI was higher for the NW group at all times, indicating that the volunteers of the NW group are closer to Vopt.

Discussion

The present study evaluated the effects of a training program for 6 weeks of NW and FW, on the functional parameters, SSW speed, and PD patients' LRI. The model of individualized periodization proposed as a therapeutic intervention for people with PD allows the discussion regarding the two methods of training, NW and FW, as both programs are identical training protocols in terms of intensity, volume, and duration.

There are significant effects after the training period for the motor symptoms outcomes such as UPDRS III, H&Y, BSE, functional mobility walk through TUGSS (with significant difference for the NW), TUGFS, SSW, and LRI.

The frequency of the volunteers training sessions for both groups was higher than 90% during the

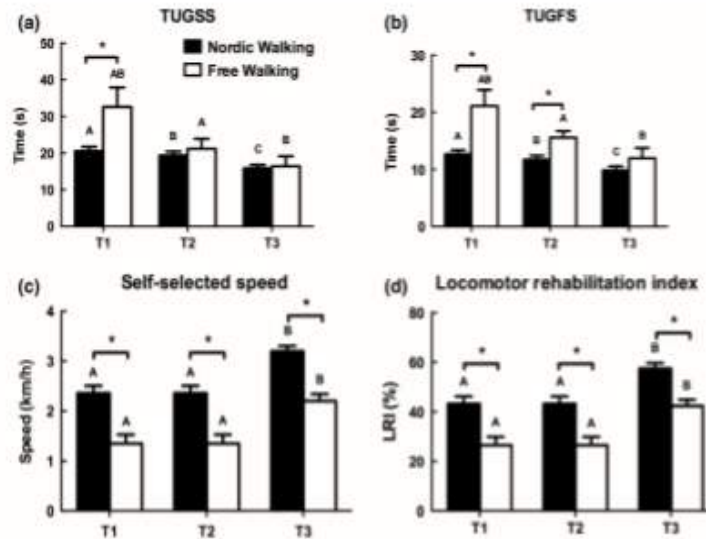


Fig. 2. Functional Mobility of Walking: Test time comparison of *Timed Up and Go* at self-selected speed (a, TUGSS) and, at forced speed (b, TUGFS); (c) Self-selected walking speed in km/h (c, SSW); and the locomotor rehabilitation index in percentage (d, LRI) between the Nordic walking (NW, black bars) and the Free walking (FW, white bars) groups at pre-familiarization, pre-training, and post-training moments of evaluation (T1, T2, and T3). *Represent statistical difference between the groups ($P < 0.001$), different capital letters represent statistical difference ($P < 0.001$) among the three evaluation moments (T1, T2, T3). SSW, self-selected walking speed; FS, forced speed; LRI, locomotor rehabilitation index; Initial evaluation, before familiarization (T1); evaluation after familiarization and before training (T2); evaluation after training (T3).

intervention period. The participants had a high level of adherence to the training of NW and FW, which may explain the improvement in outcomes analyzed. Also, this result confirms other studies that used the walking as an affordable and inexpensive therapeutic intervention (van Eijkeren et al., 2008; Piotrowicz et al., 2015). It is noteworthy that eight participants of FW reported pain of the lower limbs at high intensities (cycles III and IV). This finding is reinforced by the fact that the NW group had a greater body mass (79.0 ± 15.1 ; $P = 0.041$), and consequently with greater joint overload when compared to the FW group. Only two of the volunteers of the NW group reported joint or muscle discomfort during the intervention (Andrianopoulos et al., 2014; Piotrowicz et al., 2015). These results can be explained by the use of sticks for the NW once the rods assist the driving phase of gait, attenuating the impact of the lower limbs (Schwameder et al., 1999). Thus, the NW is an important method of intervention regular exercise, important to decrease the deleterious symptoms of PD (van Eijkeren et al., 2008; Reuter et al., 2011; Piotrowicz et al., 2015), causing less complication during the progression of training and in advanced stages of the same.

Although the results show no difference on the stage of the disease at H&Y scale, and no difference between the groups for motor symptoms, both the NW and the FW reduced the scores of UPDRS III after the training period, which indicates an improve-

ment in motor symptoms. In contrast, the lowest values were for the NW group. These results corroborate several studies in the literature that show the effectiveness of aerobic training on the motor symptoms of UPDRS III, SSW, TUGSS, TUGFS, and QOL (EY et al., 2014; Prodochl et al., 2014). The decrease in the UPDRS motor symptoms shows the positive effect of therapeutic interventions as the UPDRS is considered the gold standard for such analysis (Miyai et al., 2002).

The use of poles should explain the highest values of BBS in the NW group, promoting postural adjustment, further decoupling of the pelvic and shoulder girdles and, consequently, a lower axial rigidity (van Eijkeren et al., 2008; Oakley et al., 2008). The improvement in the trunk rigidity contributes to the improvement of balance, gait, and posture (Franco et al., 2011). Thus, the results suggest that the training of NW is an interesting alternative for people with PD.

For the functional mobility walk, significant differences between groups were found for TUGSS and TUGFS outcome, with better results for the NW group, and improvement in TUGFS after the training period for both groups. However, the NW group had less time for these variables, indicating that presented a better functional mobility of walking and a lower risk of falls compared to FW. Thus, reducing the time TUGSS and TUGFS is clinically relevant and significant to reduce the risk of falls (van

Monteiro et al.

Eijkereen et al., 2008; Bretan et al., 2013; EY et al., 2014; Kluger et al., 2014).

The present study is the first one showing improvements for SSW as well as the LRI. The lowest values for the FW group in the three assessments, showing that NW allowed an adaptation to training with the use of poles, enables better coordination, balance, and better functional mobility compared with the FW (van Eijkereen et al., 2008; Oakley et al., 2008; Andrianopoulos et al., 2014; Piotrowicz et al., 2015). It is worthy of note that closer to LRI 100%, closer the SSW to Vopt. Besides, the LRI has an important relevance to rehabilitation programs because, gives information in relation to energy consumption (Figueiredo et al., 2013). Gradually, during the rehabilitation intervention, the patient walk faster and, the LRI shows how (in percentage) close is the patient to his/her optimum speed (spending lower metabolic energy to cover a given distance).

A study of van Eijkereen et al. (2008) with NW evaluated the motor symptoms and non-motor symptoms of 19 PD patients with stage 1–3 in H&Y scale and found improvements in TUGSS and TUGFS, walk test of 10 m, 6-min walk, and QOL. Moreover, these improvements found contributed to the reduction of physical inactivity in these patients.

By comparing the NW with the FW for the rehabilitation of walking in healthy elderly people, Frazzitta et al. (2013) found that NW is 106% more effective in improving nursing walking speed when compared to FW. In addition, the NW proves to be a safe and effective method for gait improvement (Fritz et al., 2011; Tschentscher et al., 2013; Andrianopoulos et al., 2014; Piotrowicz et al., 2015).

The high-intensity aerobic training (about 60–80% of the maximum heart rate, according to the Karvonen formula) in PD patients seems to be necessary to cause an increase in endogenous neurotrophic factors such as brain-derived neurotrophic factor (BDNF), glia-derived neurotrophic factor (GDNF), insulin-like growth factor – 3 (IGF3), and neurotransmitters-like dopamine and serotonin. These parameters are the basis for motor function in this population as mitigating the deleterious effects of PD (Alberts et al., 2011). Therefore, functional improvements, motor symptoms, and functional symptoms improvement after intervention may be explained by cellular and biochemical responses induced by training, which acts as a modulator of neurogenesis and neuronal plasticity, and acts as neuroprotective in various cortical areas (Alberts et al., 2011; Frazzitta et al., 2013; Murray et al., 2014; Tuon et al., 2014).

In general, both groups improved after training, demonstrating that NW is as effective as the FW, for the mobility. From a clinical point of view, increase functional mobility of the walk and the

autonomy of the patient with PD after a rehabilitation program is of fundamental importance improving their independence in daily life activities (Kluger et al., 2014).

Therefore, the NW is an effective intervention strategy for the rehabilitation of motor for PD subjects. Besides being an attractive, safe, and easy access for accession to the practice of physical activity method, the practice of NW may generate an efficient functional for acquisitions of subjects with losses related to dopaminergic circuits (van Eijkereen et al., 2008; Figard-Fabre et al., 2010; Breyer et al., 2010; Fritz et al., 2011; Tschentscher et al., 2013; Andrianopoulos et al., 2014; Piotrowicz et al., 2015).

Some limitations need to be considered here. Although the most of variables was similar, the TUG, SSW, and RLI were different at baseline. In the present context, however, we controlled any effect in main and interaction effects, due to differences at baseline period, by using the Generalized Estimation Equations. Besides, the NW group was better and, consequently, with a lower adaptation potential. Nevertheless, the gains were similar between groups. Other question that remains open is related to dose-dependent response of aerobic training in PD individuals as discussed previously.

The results of this study demonstrate significant effects of NW and FW on motor symptoms outcomes such as UPDRS III, H&Y, BBS, and functional mobility walk through TUGSS, TUGVFS, SSW, and LRI with NW similar advantages as compared to FW. Therefore, the NW is a valuable exercise method for the rehabilitation of patients with PD.

Perspectives

To our knowledge, the present study is the first to provide information related to effects of NW in comparison to free walking on functional and locomotor aspects in patients with PD. The main results of this randomized controlled trial are as follows: (a) the functional mobility and locomotor capacity were improved with NW, as in free walking; (b) PD using poles presented better results over the whole period of training and; (c) a periodized (volume and intensity structured logically in time) training program may be extremely important in order to maximize the benefits of aerobic training in PD.

These data provide new insights into the mechanisms related to non-invasive therapies in PD, specifically related to aerobic physical training, in which including the use of poles, the subjects perform the movement as a dual task exercise, allocating attentional extra-demand. Probably, the dopaminergic nigrostriatal pathways are liberated using the

technique of NW. In this way, to verify the effects of NW on biomechanic/neuromuscular parameters, e.g., stride length/frequency, sEMG would help to elucidate how these effector responses work in basis such that mechanism.

Further research is required to determine the extent to which manipulating the training load, as such the training volume or weekly frequency.

Key words: Aerobic training, Nordic pole walking, locomotion, gait speed, Parkinson, self-selected

walking speed, locomotor rehabilitation index, gross coordination.

Acknowledgements

We acknowledge financial support from LAPEX, CAPES, CNPq and FIPE-HCPA (no. 140051). We are grateful to the Locomotion Group of the Federal University of Rio Grande do Sul for discussions and comments. L.A. Peyré-Tartaruga is an established investigator of the Brazilian Research Council (CNPq), Brasília, Brazil.

References

- Alberts JL, Linder SM, Penko AL, Lowe MJ, Phillips M. It is not about the bike, it is about the pedaling: forced exercise and Parkinson's disease. *Exerc Sport Sci Rev* 2011; 39: 177–186.
- Andrianopoulos V, Klijn P, Franssen FM, Spruit MA. Exercise training in pulmonary rehabilitation. *Clin Chest Med* 2014; 35: 313–322.
- Bretan O, Júnior JES, Ribeiro OR, Corrente JE. Risk of falling among elderly person living in the community: assessment by the Time up and go test. *Braz J Otorhinolaryngol* 2013; 79: 18–21.
- Breyer MK, Breyer-Kohansal R, Funk GC, Dornhofer N, Spruit MA, Wouters EF, Burghuber OC, Hartl S. Nordic Walking improves daily physical activities in COPD: a randomized controlled trial. *Resp Research* 2010; 11: 368.
- Caixeta L, Teixeira AL. Neuropsicologia Geriátrica – Neuropsiquiatria Cognitiva em Idosos [Geriatric neuropsychology – neuropsychiatry cognitive in elderly]. Porto Alegre, Brazil: Artmed, 2014: 368.
- Chung MJ, Wang MJ. The change of gait parameters during walking at different percentage of preferred walking speed for healthy adults aged 20–60 years. *Gait Posture* 2010; 31: 131–135.
- van Eijkeren FJ, Reijmers RS, Kleinveld MJ, Minten A, Bruggen JP, Bloem BR. Nordic walking improves mobility in Parkinson's disease. *Mov Disord* 2008; 23: 2239–2243.
- EY UC, Doerschug KC, Magnotta V, Dawson JD, Thomsen TR, Kline JN, Rizzo M, Newman SR, Mehta S, Grabowski TJ, Brass J, Blanchette DR, Anderson SW, Voss MW, Kramer AF, Darling WG. Phase I/II randomized trial of aerobic exercise in Parkinson disease in a community setting. *Neurology* 2014; 83: 413–425.
- Figard-Fabre H, Fabre N, Leonardi A, Schena F. Physiological and perceptual responses to Nordic walking in obese middle-aged women in comparison with the normal walk. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 1141–1151.
- Figueiredo P, Ribeiro PA, Bona RL, Peyré-Tartaruga LA, Ribeiro JP. Ventilatory determinants of self-selected walking speed in chronic heart failure. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45: 415–419.
- Foissac MJ, Berthollet R, Seux J, Belli A, Millet GY. Effects of hiking pole inertia on energy and muscular costs during uphill walking. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 1117–1125.
- Franco CR, Leao P, Townsend R, Rieder CR. Reliability and validity of a scale for measurement of trunk mobility in Parkinson's disease: Trunk Mobility Scale. *Arq Neuropsiquiatr* 2011; 69: 636–641.
- Frazzetta G, Balbi P, Maestri R, Bertotti G, Boveri N, Pezzoli G. The beneficial role of intensive exercise on Parkinson disease progression. *Am J Phys Med Rehabil* 2013; 92: 523–532.
- Fritz B, Rombach S, Godau J, Berg D, Horstmann T, Grau S. The influence of Nordic Walking training on sit-to-stand transfer in Parkinson patients. *Gait Posture* 2011; 34: 234–238.
- Huang SL, Hsieh CL, Wu RM, Tai CH, Lin CH, Lu WS. Minimal detectable change of the timed "up & go" test and the dynamic gait index in people with Parkinson disease. *Phys Ther* 2011; 91(1): 114–121.
- Ivkovic V, Kurz MJ. Parkinson's disease influences the structural variations present in the leg swing kinematics. *Mot Control* 2011; 15: 359–375.
- Kluger BM, Brown RP, Aerts S, Schenkman M. Determinants of objectively measured physical functional performance in early to mid-stage Parkinson disease. *PM R* 2014; 6: 992–998.
- Merello M, Fantacone N, Balej J. Kinematic study of whole body center of mass position during gait in Parkinson's disease patients with and without festination. *Mov Disord* 2010; 25: 747–754.
- Miyai I, Fujimoto Y, Yamamoto H, Ueda Y, Saito T, Nozaki S, Kang J. Long-term effect of body weight-supported treadmill training in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 1370–1373.
- Murray DK, Sacheli MA, Eng JJ, Stoessel AJ. The effects of exercise on cognition in Parkinson's disease: a systematic review. *Transl Neurodegener* 2014; 3: 5.
- Oakley C, Zwierska I, Tew G, Beard JD, Saxton JM. Nordic poles immediately improve walking distance in patients with intermittent claudication. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2008; 36: 689–694; discussion 695–6.
- Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine – evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports* 2015; 25: 1–72.
- Pellegrini B, Peyré-Tartaruga LA, Zoppiroli C, Bortolan L, Bacchi E, Figard-Fabre H, Schena F. Exploring muscle activation during Nordic walking: a comparison between conventional and uphill walking. *PLoS ONE* 2015; 10(9): e0138906.
- Piotrowicz E, Zielinski T, Bodalski R, Rywik T, Dobraszkiewicz-Wasilewska B, Sobieszczanska-Malck M, Stepnowska M, Przybylski A, Browarek A, Szumowski L, Piotrowski W, Piotrowicz R. Home-based telemonitored Nordic walking training is well accepted, safe, effective and has high adherence among heart failure patients, including those with cardiovascular implantable electronic devices: a randomised controlled study. *Eur J Prev Cardiol* 2015; 22: 1368–1377.

Monteiro et al.

Prodoehl J, Kalfort MB, David PJ, Poon C, Vaillancourt DE, Conella CL, Litagari SE, Kohrt WM, Coates DM, Robinson JA. Two-year exercise program improves physical function in Parkinson's disease: the PRIDE PD randomized clinical trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2014; 29: 112-122.

Renter I, Mohnert S, Loose P, Kaps M, Oechsner M, Engelhardt M. Effects of a flexibility and relaxation programme, walking, and Nordic walking on Parkinson's disease. *J Aging Res* 2011; 30(1): 232473.

Schwameike H, Rothner R, Müller U, Nassen W, Ruchner C. Knee joint forces during downhill walking with hiking poles. *J Sports Sci* 1999; 17: 969-978.

Tschornicher M, Niederecker U, Naderer J. Health benefits of Nordic walking: a systematic review. *Am J Prev Med* 2013; 44: 76-84.

Tsun T, Valranon SS, Dal Pont GC, Pignatti CS, Prozi DG, Luciano TF, Souza PS, Quevedo J, Souza CT, Pêdo RA. Physical training prevents depressive symptoms and a decrease

in brain-derived neurotrophic factor in Parkinson's disease. *Brain Res Bull* 2014; 108C: 106-112.

Wid J, Lero BL, Balash JJ, Rinal L, Giacobbe HL, Oliveira HB, Argimon III, Vogel-Tarantola LA, Rieder CRM, Brossberg E. Characterization of cognitive and motor performance during dual-tasking in healthy older adults and patients with Parkinson's disease. *J Neural* 2013; 268: 580-589.

5.2 Estudo 2

High-intensity nordic walking training improves kinematic gait and leg electromyographic activation in subjects with Parkinson's Disease: A Phase II, randomized clinical trial

(Será submetido ao periódico International Journal of Sport Medicine)

(Fator de impacto: 2,453; Qualis na Medicina I: B1)

Elren Passos Monteiro^{1,2}; Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga², Patrícia Dias Pantoja², Rochelle Rodrigues Costa², Diana Maria Cubillos Arcila², Leandro Tolfo Franzoni³, Alex de Oliveira Fagundes², Alberito Rodrigo Carvalho⁴, Giane Veiga Lietedtk², Natalia Andrea Gomeñuka^{2,5}, Carlos Roberto de Mello Rieder^{1,6}, Flávia Gomes Martinez², Aline Souza Pagnussat^{1,7}

Institutions and Affiliations:

¹ Motion Analysis and Neurorehabilitation Laboratory, Graduate Program in Health Sciences, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

² Exercise Research Laboratory, School of Physical Education, Physical Therapy and Dance, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

³ Postgraduate Cardiology Sciences, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

⁴ Postgraduate Cardiology Sciences, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

⁵ Physiotherapy Department, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brazil.

⁶ Sleep and Movement Disorders Clinics, Division of Neurology, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

⁷ Rehabilitation Sciences Graduate Program, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Brazil.

Corresponding Author: Aline Souza Pagnussat

Universidade Federal de Ciências da Saúde

Department of Physical Therapy

245 Sarmiento Leite Street, 90050-170 - Porto Alegre, RS, Brazil

e-mail: alinespagnussat@gmail.com

Abstract

We compared the effects of the high-intensity training between Nordic walking (NW) and free walking (FW) on gait kinematics, leg electromyographic activation parameters, walking capability in individuals with PD. Thirty-three participants with idiopathic PD were randomized into two groups of nine weeks high-Intensity: NW (n=16) and FW (n=17). Biomechanical parameters were evaluated in three time points: pre-training, post-familiarization and post-training. We evaluated the spatiotemporal parameters; initial (onset) and final (offset) activation threshold on EMG signal; activation time and amplitude of the vastus lateralis, biceps femoris, tibialis anterior and gastrocnemius medialis muscles at three treadmill walking speeds. We used Generalized Estimates Equations to compare groups and moments of evaluation. Contact time, swing time, stride length and stride frequency were reduced after NW compared with FW ($p < 0.05$). Regarding the neuromuscular parameters, an increase in the amplitude of the VL and BF EMG signal, reduction of the final activation threshold (offset) of the VL and GM ($p < 0.05$), reduction in the activation of the VL and BF ($p < 0.05$) and reduction in the co-contraction index of the TA and GM ($p < 0.05$), were found for the NW group, whereas the FW group showed statistically significant improvements only in the amplitude of GM when compared to the NW group. NW training has similar effectiveness to the FW for walking speed, walking capability, kinematics and electromyographic activation of gait.

Keywords: Biomechanics, EMG, lower extremity, motor skill learning, individualized training program, Movement Disorders.

Introduction

Subjects with Parkinson's Disease (PD), especially in advanced stages of disease, experience gait impairments that include reduction in kinematics outcomes, such as stride length and increase in the double support phase [1]–[3]. These factors may increase the stride frequency, induce gait variability and increase the risk of falling [4]–[6]. Furthermore, lower limbs muscle strength reduces with the progression

of PD and electromyographic activation levels decrease. During walking, individuals with PD show a reduced propulsion power, lower medial gastrocnemius activation, and increased anterior tibial activity in the balance phase [1],[7],[8],[9]. The higher co-contraction of lower muscles promotes a higher energetic cost of locomotion. All these factors contribute to reduce functional mobility, walking capability (i.e., maximum distance), and quality of life in subjects with PD [10], [11], [12], [13].

Besides primary source of disability in subjects with PD, gait disorders represent a rehabilitation challenge [14], because mechanisms behind walking abnormalities are unclear [1], [15]. The use of L-dopa does not adjust the gait disorders [15],[12], and with the progression of disease, occurs some drug-induced motor complications, such as dyskinesias and motor fluctuations [18]. However, exercises such as walking that use some attentional cues such as rhythmic stimulation and visual cues promote further adjustments from the neural generation of locomotor patterns, and the integration of visual-motor area, cerebellum, and cortex. These factors regulate impaired motor function [9], [19], [20]. In addition, several studies have demonstrated that high-intensity exercises, such as walking at treadmill, and stationary cycle, improve motor control, motor symptoms, balance, and functional mobility of individuals with PD [17], [21]–[24].

Nordic walking (i.e., NW, walking ability with two poles with a higher swing of upper limbs) has been largely used for healthy, elderly and PD subjects [25]–[27]. A body of evidence [25], [28]–[31] shows that NW involves more muscle activation, increases walking speed, improves the spatiotemporal parameters of gait, especially increasing the stride length, optimizing the pendular mechanism, inducing higher exercise intensity compared to free walking (FW). Nevertheless, the best of our knowledge, no study analyzed the effects of high-intensity training between NW and FW on biomechanical outcomes and walking capability of mild-to-severe subjects with PD.

Thus, the present study aimed to compare the changes on walking capability (i.e., maximum distance), kinematics and neuromuscular parameters in the mild-to-severe PD' subjects after high-intensity NW and FW training program.

Materials and Methods

Study design

A phase II, parallel, randomized, double-blind, controlled trial was conducted. Subjects with PD were randomized and allocated into two groups: NW and FW. Participants were evaluated in three moments: pre-training (T1), after three weeks of familiarization (T2) and after six weeks of training (T3) (**Figure 1**). This study was approved by the Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) ethics committee (Protocol: 24595713.4.0000.5327) and was registered at clinicaltrials.gov (NCT03355521). The manuscript was written according to the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT 10) guideline [32]. Assessments and procedures were conducted following the principles of Resolution nº 466/12 of the National Health Council – Brazil. NW and FW training were conducted at the School of Physical Education, Physical Therapy and Dance, and assessments were performed at the Exercise Research Laboratory - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre, Brazil).

Figure 1 insert near here

Participants

Participants were recruited by convenience from the HCPA Neurology ambulatory, Health Basic Units, and the Parkinson's Disease Association of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. Volunteers were contacted by telephone and invited to participate in this study. Eligibility criteria were: men and women with clinical diagnosis of idiopathic PD according to Parkinson's disease Society London Brain Bank criteria [33]; older than 50 years; Hoehn and Yahr Scale (H&Y) score between 1 and 4; under pharmacological treatment for PD; without deep brain stimulation devices; without clinical conditions that limited or contraindicated the practice of exercise (e.g. lower limbs prosthesis); Motor Symptoms ranged between 1 to 4 on Unified Parkinson's Disease Rating Scale – part III (UPDRS – III); Montreal

Cognitive Assessment (MoCA) cut-off score of 22 [34]. Individuals were not allowed to participate in other therapeutic programs for the period they were participating in this study (i.e., nine weeks). They were also instructed to keep their regular nutritional habits. Participants were instructed to report any medication change during the research period.

Randomization

Participants were randomly allocated into two groups: Nordic Walking (NW) and Free Walking (FW) using a computer-generated random binary list (<http://www.randomization.com>). Concealed allocation was performed by sequential, numbered, opaque, and sealed envelopes. An independent researcher, who was not involved in this study, carried out the randomization. These processes were performed after completion of initial assessments about to verify all eligibility criteria.

Outcomes measures

Primary outcome was the stride length. Secondary outcomes were self-selected walking speed (SSWS), stride frequency, single contact time, swing time, electromyography (EMG) mean amplitude, electromyographic integral (iEMG), onset, offset and time of the signal and co-contraction of the muscles vastus lateralis (VL), biceps femoris (BF), tibialis anterior (TA) and gastrocnemius medialis (GM). In addition, walking capability, i.e., the maximal distance overground (data collecting and processing procedures in the Supplementary material).

The treadmill walking test was chosen based on previous studies that showed safety and acceptability by subjects with PD (8,9). Assessments were conducted during the “ON” period of L-Dopa medication (i.e., up to 3 h after drug intake). The treadmill walking test was performed at three different walking speeds: SSWS, below and above the SSWS, 3 minutes at each speed with minimum five minutes rest between the trials. The order of speeds was randomized. The treadmill walking test was performed without NW poles for both groups.

Interventions

Both training programs were performed twice a week, in different days for nine weeks (18 sessions). During the training programs, volunteers were always supervised by four instructors with certification from the Original Nordic Walking Federation (ONWF) and the International Nordic Walking Federation (INWF). Participants of both groups performed similar periods and procedures of familiarization: thirty-five minutes per day for three weeks to learn about natural walking and NW technique. After two weeks of moderate training, the high-intensity training programs for both groups were performed.

The FW and NW training protocol had the progression up to 60 minutes total in the last training cycle, totalling nine weeks. The total time of the sessions was determined by the training mesocycles, and every three sessions had a regenerative session with a duration of the 40 minutes at SSWS, stretching with sticks and massages. The training protocol consisted of three parts: (1) joint mobilization and warm-up with free three-minutes' walk at SSWS (eight min); (2) main part - specific training (35 to 50 min): continuous or interval walking on different terrains (i.e. track, grass and sand), with two-to-five minutes of rest in predetermined times, and standardized among all subjects. (3) cool-down with stretching, core and respiration exercises (five minutes). The periodization method is based in Monteiro et al. [26] and is detailed in figure 2:

*** Figure 2 insert near here ***

The training volume was individually prescribed according to the maximum distance performed (1-mile walking test adapted), and the training intensity was based on the Borg RPE Scale which ranged between 13 and 17. The intensity corresponded to 60 to 80% of the HR_{max} [26], [27], [35]. The mathematical model of Tanaka [36] was used for determining HR_{max} :

$$HR_{max} = 208 - (0.7 \times idade)$$

Equation (1)

The NW group used NW poles (Newfeel® - Decathlon, Nordic Walker, China) adjusted for each subject individually according to the guidelines of the INWA formula (0.68 x height) [37]–[39]. Participants of NW group used one pair of poles during the training period and followed the fundamental principle of NW: hold, push against the ground and release the poles. Participants were encouraged to apply force with the poles against the ground for activation of muscle trunk and upper limbs. In addition, to alternate arms and legs (i.e., a four-support system) and a most natural walk [29], [37]. Arcila et al. and Gomeñuka et al [25], [40] describe the learning process of NW technique in detail.

For safety, participants were individually monitored by an instructor who controlled technique and intensity of training. After the end of this study, participants of the FW group were invited to perform the NW training.

Table 1 insert near here

Statistical Analysis

Sample size was calculated based on a previous study (16), using the WINPEPI software. Fifteen participants in each group were calculated as necessary to detect a mean difference of SSWS and spatiotemporal outcomes, considering 95 % power and a bidirectional alpha of 0.05. Assuming 10% of withdraw, 33 participants were included.

Sample characterization data were presented using mean and standard deviations for continuous measures, and absolute and relative values for categorical parameters. Baseline frequencies of categorical outcomes were compared using the Chi-Square Test. Data distribution of continuous outcomes was tested by Shapiro Wilk tests. According to data distribution, Student's t-test and U Mann-Whitney were

applied. Intention-to-treat analyses were carried for the all outcomes using the Generalized Estimating Equations, to compare the means of the groups (NW and FW), at the different times (T1, T2, and T3) and walking speeds. However, the speed was included as a covariate for the neuromuscular outcomes. Bonferroni post-hoc tests were used to identify differences between each pair of means for time and speed factors. Outcomes were treated as normal distribution, with a connection identity function, therefore, normality and homogeneity tests were not needed. The working correlation matrix used was unstructured and robust estimator covariance matrix.

Data were analyzed with statistical software SPSS (v.20.0, Chicago, USA), and the differences were considered significant when $\alpha < 0.05$. Between group effect sizes (ES) were calculated using the Cohen's "d" [41]. ES values from Cohen's "d" are presented as means and 95% confidence intervals. Both ES parameters received the qualitative classification proposed by Cohen (1992): small between 0.2 and 0.5, medium between 0.5 and 0.8, and large 0.8 or more.

Results

Data were collected from March 2013 to November 2014. Seventy-five volunteers were screened to eligibility and thirty-three (13 women and 20 men) were included following the eligibility criteria. Participants were randomized into NW group (n = 16) and FW group (n = 17). Twenty-nine participants completed the exercise programs and evaluations (12 % drop-out rate). However, data of the 33 volunteers, who were initially randomized, were included in the intention-to-treat analyses (**Figure 3**).

Table 2 provides baseline demographic, anthropometric and clinical characteristics. Approximately 82% and 75% of participants had mild compromise in NW and FW groups, respectively (scored 1 to 2.5 in the modified Hoehn and Yahr scale) stage 1 to 2.5 in NW and FW groups, respectively. Furthermore, 18% and 25% had moderate to severe disease, stage 3 to 4, respectively. The program adherence was high (NW - n= 14; 87.5%; and FW - n=15, 88.2%). All volunteers who completed the intervention had 100% of class attendance. Also, subjects did not report adverse events such as falls, muscle discomfort, pain or leg fatigue during or after the exercise sessions.

*** Figure 3 insert near here ***

*** Table 2 insert near here ***

Kinematic outcomes

The NW group presented a higher contact time when compared to the FW group ($p=0.047$) regardless of moment and speed, with an ES of 0.54 (95%CI [-0.16, 1.23]). Also, the contact time reduced in both groups after the training period ($p<0.001$), regardless of gait speed, and indicates an improvement in this parameter. The contact time decreases with the increase of walking speed ($p < 0.001$) (Figure 4).

The swing time reduced after the training period in both groups ($p = 0.031$), with ES of 0.73 (95 % CI [0.03, 1.44]). For both groups, no changes were observed for speed factor ($p = 0.079$), group interaction * time ($p = 0.226$) or group * speed ($p = 0.600$).

Both groups increased stride length and stride frequency after the training period ($p<0.001$ and $p=0.004$, respectively), without difference between groups ($p=0.759$ and 0.829 , respectively) with ES of 0.03 (95%CI [-0.65, 0.72]) and ES of 0.08 (95%CI [-0.61; 0.76]). In addition, for the speed factor ($p = 0.001$) an increase was observed for both variables, with a difference between the three speeds ($p < 0.001$). No group*time (stride length: $p=0.473$; stride frequency: $p=0.842$) and group*speed (stride length: $p=0.457$; SF: $p=0.404$) interactions were observed.

Gait speed increased at the below SSWS, at the SSWS, and at the above SSWS from T1 to T3 ($p<0.001$), without difference between groups ($p=0.834$). The ES between groups was 0.05 (95 % CI [-0.63; 0.73]). No interaction time*group ($p=0.834$) was observed.

Both groups increased the maximum walking distance from T1 to T3. Improvements were from 1320 ± 104 to 1543 ± 80 m, for NW ($p<0.001$), and from 911 ± 160 to 1364 ± 128 m for FW ($p=0.004$). There was no significant difference between groups ($p=0.066$; ES=0.49 [95%CI -0.028, 1.10]) and no group*time interaction ($p=0.149$).

*** Figure 5 insert near here ***

*** Figure 6 insert near here ***

Neuromuscular outcomes

The amplitude of the VL EMG signal increased in both groups ($p = 0.001$). However, the NW group presented higher magnitudes of the EMG signal when compared to FW group ($p=0.035$), regardless of the moment of evaluation. No group*time interaction was found for this variable ($p=0.760$) (table 3).

The BF muscle presented a greater EMG amplitude for the NW group when compared to the FW group ($p=0.014$), with maintenance of these values after the walking program ($p=0.088$), and without interaction group*time ($p=0.541$). On the other hand, no significant differences were found in TA amplitude signal for group ($p=0.709$), time ($p=0.191$), and interaction between these factors ($p=0.474$).

The EMG amplitude of the GM did not show differences in the main factors group ($p=0.095$), time ($p=0.125$). There was a significative group*time interaction ($p=0.003$), indicating that at T1 the groups were statistically different, with higher amplitude of the signal in the NW group ($p=0.005$).

Regarding the initial onset threshold of the VL, BF, TA and GM muscles, no significant differences were found for the main factors group, time and group*time interaction (table 3). However, the final activation threshold (offset) of the VL and GM muscles for the NW group occurred early compared to the threshold activation of the FW group (VL: $p=0.002$; ES=1.14 [95%CI 0.41; 1.88]; GM: $p=0.045$; ES=0.35 [95%CI -0.33; 1.04]). For these variables, no differences between the moments (VL: $p=0.215$; GM: $p=0.518$) and no significative interaction (VL: $p=0.068$; GM: $p=0.750$) were found. Furthermore, there was no effect of time, and no group*time interaction was found for the BF and TA muscles (table 3).

Although of the groups showed differences in the T1 for VL ($p=0.001$), the NW group increased the activation duration of VL, while the FW group decreased this outcome ($p=0.001$). No difference was found for the speed factor ($p=0.847$), and no group*time interaction was observed ($p=0.157$). The activation duration of BF reduced in the NW group ($p=0.025$) and was maintained in the FW group.

Regarding the distal muscles, the TA presented maintenance of the activation duration for both groups ($p=0.546$) after training ($p=0.748$), without interference of speed ($p=0.223$) and no group*time interaction ($p=0.308$). The duration of GM was significantly lower for the NW group when compared to the FW group ($p=0.022$), and overall there was a reduction in activation duration for both groups after training ($p<0.001$).

Discussion

This study investigated the effects of nine weeks of NW and FW training programs on gait kinematics and neuromuscular variables in subjects with PD. The hypothesis was that the NW would improve these variables when compared to FW. To our knowledge, this is the first study investigating high-intensity NW and FW training programs on kinematic and neuromuscular outcomes of subjects with mild-to-severe PD. With respect to spatiotemporal variables, both training methods contributed to an increase in the SSWS, the Stride Length, and Stride Frequency after nine weeks of training. The contact time and the swing time were lower in the NW group, and these variables decreased significantly after training. However, contact time also reduced in FW group, although swing time does not show any difference before and after training. Another result is that gait speed increased, as well as the maximum walking distance, which may explain the lower contact time [39]. These outcomes suggest that the motor control in gait were improved for both groups.

The subjects with PD reduce significantly the Stride Length of gait [42]. This study showed that increased stride length is associated with the progression of the gait pattern. Likewise, the increased stride frequency is a result of reduced Contact Time and Swing Time [16], [43]. These observations suggest a more efficient pendular mechanism in the locomotion of subjects with PD [30].

Our aim to the secondary outcomes was to identify EMG differences between NW and FW training programs of RF, VL, BF, TA and GM muscles. The study showed a significant increase in the EMG magnitude of RL, VL and BF in the NW group compared to FW group. The VL has an important role during terminal swing, contributing to total knee extension before heel strike [10], [11], [44]. This result could be associated to the increase of stride length because subjects with PD have

difficulty extending their knees while positioning their foot for heel strike, therefore, limiting stride length. Thus, the substantial increase on EMG amplitude of knee flexor and hip extensor muscles BF, and knee extensor VL allowed to conclude that NW training program developed a better motor control during the terminal swing phase [38]. It is important to explain that both training programs improved EMG amplitude of RF, VL and BF. The increase of amplitude of RF, VL and BF permitted the adjustment of co-contraction between the muscles analyzed, and probably it permits more motor unit recruitment patterns and thus may reflect a greater muscle activation and self-selected speed of gait. Prior research corroborates our result; it has been reported that the locomotion in incline ground using the poles change electromyography, kinematic and metabolic patterns of gait, mainly on the amplitude of EMG signal, stance time and swing time and energy expenditure [45].

Conversely, at the neuromuscular outcome of distal lower limb muscle, the GM did not increase the amplitude after NW training. Nevertheless, the GM was greater in magnitude and amplitude of its muscle activation for FW group, in line to previous studies [44], [46]. Although the use of upper limbs promotes strong propulsion during NW technique, the poles contribute for an assistive skill due to the four-support system. [47], [67]. The walking without poles allows us to infer that promotes more motor unit recruitment of GM to propel the body forward [38], [47]. The distal muscle impairment in subjects with PD is well written in the literature [7], [48], [49]. Hence, the FW training program is important to improve the muscle activation of GM and propulsion of gait in subjects with PD.

Concerning the neuromuscular activation in different walking speeds with and without the poles, Den Otter and collaborators [44], reveals that the amplitude of EMG signal changes with extreme speeds, both high and low. It is widely accepted that the amplitude of muscle activity decreases with the reduction of speed and there is more activation in terminal stance. Moreover, at very high speed, the action of the proximal muscle is greater, while at very low speed the opposite occurs with distal muscles. Futures studies with biomechanical analysis could test a hypothesis in protocols that allowed to manipulate external horizontal forces versus external vertical forces. Using poles permits the muscle activation of upper members and postural control that do not activate with FW [50], [51]. Therefore, ground force reaction may increase proprioceptive afferences of the joints, tendons, and muscles

due to a response of the action generated by upper limbs [52]. The increase of sensorial afference of upper limbs may help to improve the sensorimotor integration to obtain more motor skills in the subjects' NW training.

The initial threshold onset of muscles VL, BF, TA and GM were not different either between groups or between pre and post training. Besides, VL and GM threshold offset were earlier in the NW group. It was interesting to observe that the amplitude of GM was greater in FW group, but NW got an advantage because the threshold offset was early. The activation time was lower in the NW group than in the FW group and reduced significantly after the training too. The co-contraction of TA and GM also diminished significantly after NW training. This result could be important to ankle joint control during the gait of subjects with PD. In general, the NW promotes effects over neuromuscular parameters of subjects with PD compared to FW, showing better motor control and neural plasticity. It is believed that the complexity of the use of poles and the realization of the NW technique may be responsible, from the chronic point of view, for triggering a plasticity in the central nervous system that possibly involves activation of new structures of the nervous system and alternative routes for the execution of the pattern of movements necessary for humans [29], [38]. The corticalization is a necessity to learn how to use the poles. The movement requires new and cyclic movements of upper members that demand more participation of sensorial and motor cortex, which can explain the complexity of movement and plasticity generated by the NW technique [26], [27], [29], [30]. Also, the cerebellum possibly increased the participation during NW training, considering that automatic gait with the poles improved the motor control and central pattern generators [19], [53]. It is known that the basal nuclei are different of cerebellum because they do not receive sensorial afferences and stimulations with cerebellar connections of other encephalitic regions [27], deducting that the activation of cerebellar pathway increased during NW training [17], [21], [22], [24].

Our outcomes are of very clinical relevance, since people with PD have degeneration of their muscle function and it is a slowly progressive disease that affects locomotion. The prescription of personal NW and FW training programs may promote improvements on neuromuscular parameters of gait. This study has some limitations that must be considered. We evaluated the NW group without poles during the treadmill walking test: i) it was not possible because of the setup in the laboratory

for the variables assessment; ii) for participants' safety during the test. However, interestingly, we emphasize that even without the use of NW poles during the evaluation, it was possible to observe that the effects of training with poles transfers to daily activities situations, such as functional mobility of the individuals with PD.

Conclusion

In summary, high-intensity NW and FW training programs improved biomechanical parameters of gait in individuals with PD. We found positive results on spatiotemporal and EMG parameters for both groups. Our high-intensity protocol of NW and FW improved stride length, the amplitude of the VL and BF EMG signals, reduced the contact time, swing time, the final activation threshold (offset) of the VL, the activation of the VL and BF, and the co-contraction index of the TA–GM. The increase of speed changes the spatiotemporal parameters indicated by the longest walking distance for NW and FW groups. The amplitude VL and duration BF were enhanced proportionally most for NW than FW. The FW group showed statistically significant improvements in the amplitude of GM when compared to the NW group. Our results are clinically relevant indicating that the effects of the NW training have similar effectiveness to FW for walking speed, walking capability, kinematics and electromyographic activation of gait. Thus, the high-intensity NW and FW training programs of the present study are useful intervention strategies to ameliorate the gait of the subjects with mild-to-severity PD.

Conflict of interest

All authors report no potential conflict of interests related to the content of the manuscript.

Author Disclosures

None

Funding

This work was supported by Funding agencies: FIPE-HCPA (nº 140051), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 (n.1159844), LAPEX (n. 028/2015), CNPq (n. 483510/2013-0), and Decathlon Stores and Newfeel for poles of nordic walking.

Acknowledgment

We would like to thank all the subjects who participated in this study, whose enthusiasm has continued to inspire us to refine our intervention program to promote knowledge for the scientific literature and clinical application. Further, we are grateful to the Motion Analysis and Neurorehabilitation research group of the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, the Locomotion Group of the Federal University of Rio Grande do Sul, for discussions and comments. We also thank the Parkinson's Disease Association of Rio Grande do Sul. Finally, we would like to thank for the funding this research the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

References

- [1] Y. Z. Huang, F. Y. Chang, W. C. Liu, Y. F. Chuang, L. L. Chuang, and Y. J. Chang, "Fatigue and Muscle Strength Involving Walking Speed in Parkinson's Disease: Insights for Developing Rehabilitation Strategy for PD," *Neural Plast.*, vol. 2017, 2017.
- [2] N. S. Miller, K. L. Chou, N. I. Bohnen, M. L. T. M. Müller, and R. D. Seidler, "Dopaminergic polymorphisms associated with medication responsiveness of gait in Parkinson's disease," *Parkinsonism and Related Disorders*, 2017.
- [3] C. Pinto *et al.*, "Automated Mechanical Peripheral Stimulation Improves Gait Parameters in Subjects with Parkinson Disease and Freezing of Gait: A Randomized Clinical Trial," *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 2018.
- [4] S. Del Din *et al.*, "Analysis of Free-Living Gait in Older Adults With and Without Parkinson's Disease and With and Without a History of Falls: Identifying Generic and Disease-Specific Characteristics," *Journals Gerontol. Ser. A*, 2017.
- [5] M. dos Santos Delabary, I. G. Komerovski, E. P. Monteiro, R. R. Costa, and A.

- N. Haas, "Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis," *Aging Clin. Exp. Res.*, vol. 30, no. 7, 2018.
- [6] E. P. Monteiro, L. B. Wild, F. G. Martinez, A. D. S. Pagnussat, and L. A. Peyré-Tartaruga, "Biomechanical aspects of locomotion people with Parkinson's disease: review study," *Rev. Bras. Ciências do Esporte*, vol. 39, no. 4, 2017.
- [7] G. Albani *et al.*, "Differences in the EMG pattern of leg muscle activation during locomotion in Parkinson's disease.," *Funct. Neurol.*, vol. 18, no. 3, pp. 165–170, 2003.
- [8] M. L. Latash, A. S. Aruin, I. Neyman, J. J. Nicholas, and M. B. Shapiro, "Feedforward postural adjustments in a simple two-joint synergy in patients with Parkinson's disease," vol. 97, pp. 77–89, 1995.
- [9] M. E. Morris and R. Iansek, "Characteristics of motor disturbance in Parkinson's disease and strategies for movement rehabilitation," *Hum. Mov. Sci.*, vol. 15, no. 5, pp. 649–669, 1996.
- [10] P. Caliandro *et al.*, "Gait & Posture Levodopa effect on electromyographic activation patterns of tibialis anterior muscle during walking in Parkinson's disease," *Gait Posture*, vol. 33, no. 3, pp. 436–441, 2011.
- [11] V. Dietz, W. Zijlstra, T. Prokop, and W. Berger, "Leg muscle activation during gait in Parkinson's disease: adaptation and interlimb coordination.," *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, vol. 97, no. 6, pp. 408–415, Dec. 1995.
- [12] Y. Nishikawa, K. Watanabe, T. Takahashi, and H. Kimura, "The effect of medication on vastus lateralis muscle activation patterns in Parkinson's disease patients," *J. Electromyogr. Kinesiol.*, vol. 42, no. June, pp. 66–73, 2018.
- [13] S. Strambi, B. Rossi, G. De Michele, and S. Sello, "Effect of medication in Parkinson's disease: a wavelet analysis of EMG signals," vol. 26, pp. 279–290, 2004.
- [14] G. Abbruzzese, R. Marchese, L. Avanzino, and E. Pelosin, "Rehabilitation for Parkinson's disease: Current outlook and future challenges," *Park. Relat. Disord.*, vol. 22, pp. S60–S64, 2016.

- [15] M. Dipaola *et al.*, “Mechanical energy recovery during walking in patients with Parkinson disease,” *PLoS One*, vol. 11, no. 6, pp. 8–10, 2016.
- [16] T. Herman, N. Giladi, L. Gruendlinger, and J. M. Hausdorff, “Six Weeks of Intensive Treadmill Training Improves Gait and Quality of Life in Patients With Parkinson’s Disease: A Pilot Study,” *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 88, no. 9, pp. 1154–1158, Sep. 2007.
- [17] C. M. Fiorelli *et al.*, “Differential Acute Effect of High-Intensity Interval or Continuous Moderate Exercise on Cognition in Individuals With Parkinson’s Disease,” *J. Phys. Act. Heal.*, pp. 1–8, 2019.
- [18] M. Schieppati *et al.*, “The Dominant-subthalamic nucleus Phenomenon in Bilateral Deep Brain stimulation for Parkinson’s Disease: evidence from a gait analysis study,” *Front. Neurol*, vol. 8, no. 8, pp. 5753389–575, 2017.
- [19] G. Cappellini, “Motor Patterns in Human Walking and Running,” *J. Neurophysiol.*, vol. 95, no. 6, pp. 3426–3437, 2006.
- [20] M. S. Marinho, P. de M. Chaves, T. de O. Tarabal, M. S. Marinho, P. de M. Chaves, and T. de O. Tarabal, “Dupla-tarefa na doença de Parkinson: uma revisão sistemática de ensaios clínicos aleatorizados,” *Rev. Bras. Geriatr. e Gerontol.*, vol. 17, no. 1, pp. 191–199, Mar. 2014.
- [21] J. L. Alberts, S. M. Linder, A. L. Penko, M. J. Lowe, and M. Phillips, “It is not about the bike, it is about the pedaling: Forced exercise and Parkinson’s disease,” *Exerc. Sport Sci. Rev.*, vol. 39, no. 4, pp. 177–186, 2011.
- [22] G. Frazzitta, R. Maestri, M. F. Ghilardi, and *et al.*, “Intensive rehabilitation increases BDNF serum levels in Parkinsonian patients: A randomized study,” *Neurorehabil Neural Repair*, vol. 28, pp. 163–168, 2014.
- [23] M. Uygur, M. Bellumori, K. Lenoir, K. Poole, I. Pretzer-Aboff, and C. A. Knight, “Immediate effects of high-speed cycling intervals on bradykinesia in Parkinson’s disease,” *Physiother. Theory Pract.*, vol. 31, no. 2, pp. 77–82, 2015.
- [24] M. R. Landers, J. W. Navalta, A. S. Murtishaw, J. W. Kinney, and S. Pirio Richardson, “A High-Intensity Exercise Boot Camp for Persons With Parkinson Disease: A Phase II, Pragmatic, Randomized Clinical Trial of Feasibility, Safety, Signal of Efficacy, and Disease Mechanisms.,” *J. Neurol. Phys. Ther.*, vol. 43, no. 1, pp. 12–25, Jan. 2019.

- [25] N. A. Gomeñuka *et al.*, “Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomized clinical trial,” *PLoS One*, vol. 14, no. 1, p. e0211472, 2019.
- [26] E. P. Monteiro *et al.*, “Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson’s disease: a randomized controlled clinical trial,” *Scand. J. Med. Sci. Sport.*, vol. 27, no. 3, 2017.
- [27] L. Franzoni *et al.*, “A 9-Week Nordic and Free Walking Improve Postural Balance in Parkinson’s Disease,” *Sport. Med. Int. Open*, vol. 02, no. 01, pp. E28–E34, 2018.
- [28] T. Schiffer and A. Knicker, “Mechanical and physiological effects of varying pole weights during Nordic walking compared to walking,” pp. 1121–1126, 2011.
- [29] B. Pellegrini *et al.*, “Exploring muscle activation during nordic walking: A comparison between conventional and uphill walking,” *PLoS One*, 2015.
- [30] L. Peyré-Tartaruga and E. Monteiro, “A new integrative approach to evaluate pathological gait: locomotor rehabilitation index,” *Clin. Transl. Degener. Dis.*, 2016.
- [31] B. Pellegrini *et al.*, “Mechanical energy patterns in nordic walking: comparisons with conventional walking,” *Gait Posture*, 2017.
- [32] S. M. Eldridge *et al.*, “CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials.,” *Pilot and feasibility studies*, vol. 2. England, p. 64, 2016.
- [33] A. J. Hughes, S. E. Daniel, L. Kilford, and A. J. Lees, “Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson’s disease: A clinico-pathological study of 100 cases,” *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry*, vol. 55, no. 3, pp. 181–184, 1992.
- [34] M. R. Olchik, A. Ayres, M. Ghisi, A. F. S. Schuh, and C. R. M. Rieder, “Impacto da performance cognitiva na qualidade de vida de indivíduos com doença de Parkinson,” *Dement. e Neuropsychol.*, vol. 10, no. 4, pp. 303–309, 2016.
- [35] A. Kochanowicz and A. Gmiat, “The Effect of Nordic Walking Training Combined with Vitamin D Supplementation on Postural Control and Muscle Strength in Elderly People — A Randomized Controlled Trial,” pp. 1–15, 2018.
- [36] H. Tanaka, K. D. Monahan, and D. R. Seals, “Age-predicted maximal heart rate revisited,” *J. Am. Coll. Cardiol.*, vol. 37, no. 1, pp. 153–156, Jan. 2001.

- [37] P. Chatterjee *et al.*, “Nordic walking training and nutritional supplementation in pre-frail older Indians : an open-labelled experimental pre-test and post-test pilot study to develop intervention model,” pp. 1–10, 2018.
- [38] B. Pellegrini *et al.*, “Muscular and metabolic responses to different Nordic walking techniques , when style matters,” pp. 1–17, 2018.
- [39] R. Kawamoto, T. Kato, and K. Kohara, “Journal of Clinical Gerontology & Geriatrics Determinants of change in insulin resistance response to Nordic walking in community-dwelling elderly women,” vol. 6, pp. 100–105, 2015.
- [40] “Arcila et al_2018_Metodologia pedagógica da CN_I.pdf.” .
- [41] Cohen, “Cohen, 1988 (Statistical Power, 273-406).pdf.” pp. 273–406, 1988.
- [42] M. H. Cho, “Clinical approach to quality of life in children with end-stage renal disease QoL,” vol. 56, no. 8, pp. 323–326, 2013.
- [43] C. Cho *et al.*, “Frequency-Velocity Mismatch : A Fundamental Abnormality in Parkinsonian Gait,” pp. 1478–1489, 2010.
- [44] A. R. Den Otter, A. C. H. Geurts, T. Mulder, and J. Duysens, “Speed related changes in muscle activity from normal to very slow walking speeds,” vol. 19, pp. 270–278, 2004.
- [45] L. A. Peyré-tartaruga, M. Coertjens, and L. P. Ardigò, “Locomotion as a Powerful Model to Study Integrative Physiology : Efficiency , Economy , and Power Relationship,” vol. 9, no. December, pp. 1–16, 2018.
- [46] G. Cappellini *et al.*, “Motor Patterns in Human Walking and Running Motor Patterns in Human Walking and Running,” 2012.
- [47] K. Sugiyama, M. Kawamura, H. Tomita, and S. Katamoto, “Oxygen uptake, heart rate, perceived exertion, and integrated electromyogram of the lower and upper extremities during level and Nordic walking on a treadmill,” *J. Physiol. Anthropol.*, vol. 32, no. 1, pp. 1–9, 2013.
- [48] H. Mitoma, R. Hayashi, N. Yanagisawa, and H. Tsukagoshi, “Characteristics of parkinsonian and ataxic gaits : a study using surface electromyograms , angular displacements and floor reaction forces,” vol. 174, pp. 22–39, 2000.
- [49] J. A. Robichaud, K. D. Pfann, C. L. Comella, and D. M. Corcos, “Effect of Medication on EMG Patterns in Individuals with Parkinson ’ s Disease,” vol. 17, no. 5, pp. 950–960, 2002.
- [50] I. Reuter, S. Mehnert, P. Leone, M. Kaps, M. Oechsner, and M. Engelhardt,

- “Effects of a flexibility and relaxation programme, walking, and nordic walking on parkinson’s disease,” *J. Aging Res.*, vol. 2011, 2011.
- [51] K. Sugiyama, M. Kawamura, H. Tomita, and S. Katamoto, “Oxygen uptake , heart rate , perceived exertion , and integrated electromyogram of the lower and upper extremities during level and Nordic walking on a treadmill,” vol. 32, no. 1, p. 1, 2013.
- [52] J. S. Gottschall and R. Kram, “Mechanical energy fluctuations during hill walking : the effects of slope on inverted pendulum exchange,” pp. 4895–4900, 2006.
- [53] A. H. Okano *et al.*, “Brain stimulation modulates the autonomic nervous system, rating of perceived exertion and performance during maximal exercise,” *Br. J. Sports Med.*, vol. 49, no. 18, p. 1213 LP-1218, Sep. 2015.

Figure 1. Design of study.

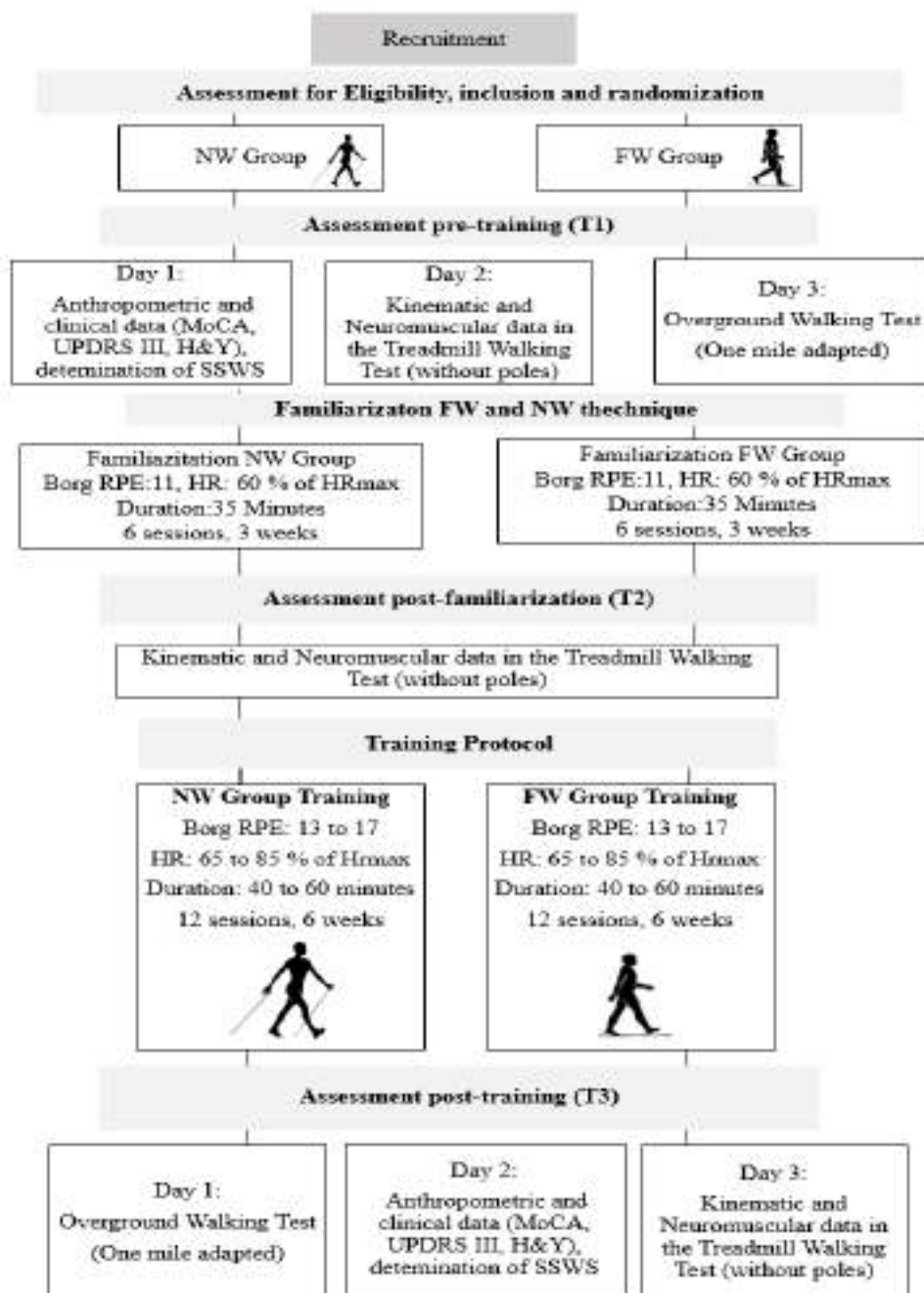


Figure 1: Design of the study. NW: Nordic Walking, FW: Free Walking, MoCA: Montreal Cognitive Assessment, UPDRS III: Unified Parkinson Disease Rating Scale – Part Motor, H&Y: Hoehn and Yahr Scale, SSWS: Self-selected Walking Speed, RPE: Rating of perceived exertion, HR: Heart Rate.

Note: NW: Nordic Walking, FW: Free Walking, MoCA: Montreal Cognitive Assessment, UPDRS III: Unified Parkinson Disease Rating Scale – Part Motor, H&Y: Hoehn and Yahr, Scale, SSWS: Self-Selected Walking Speed, RPE: Rating of perceived exertion, HR: Heart Rate.

Figure 2: The periodization method of NW and FW

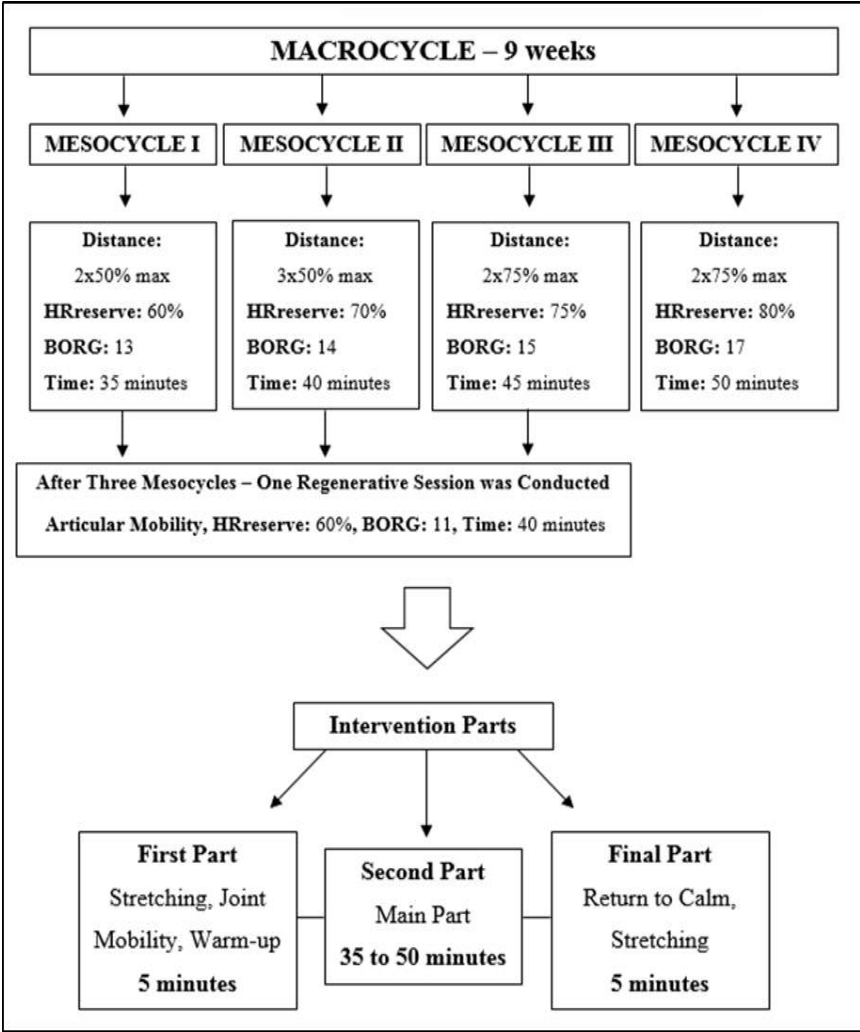
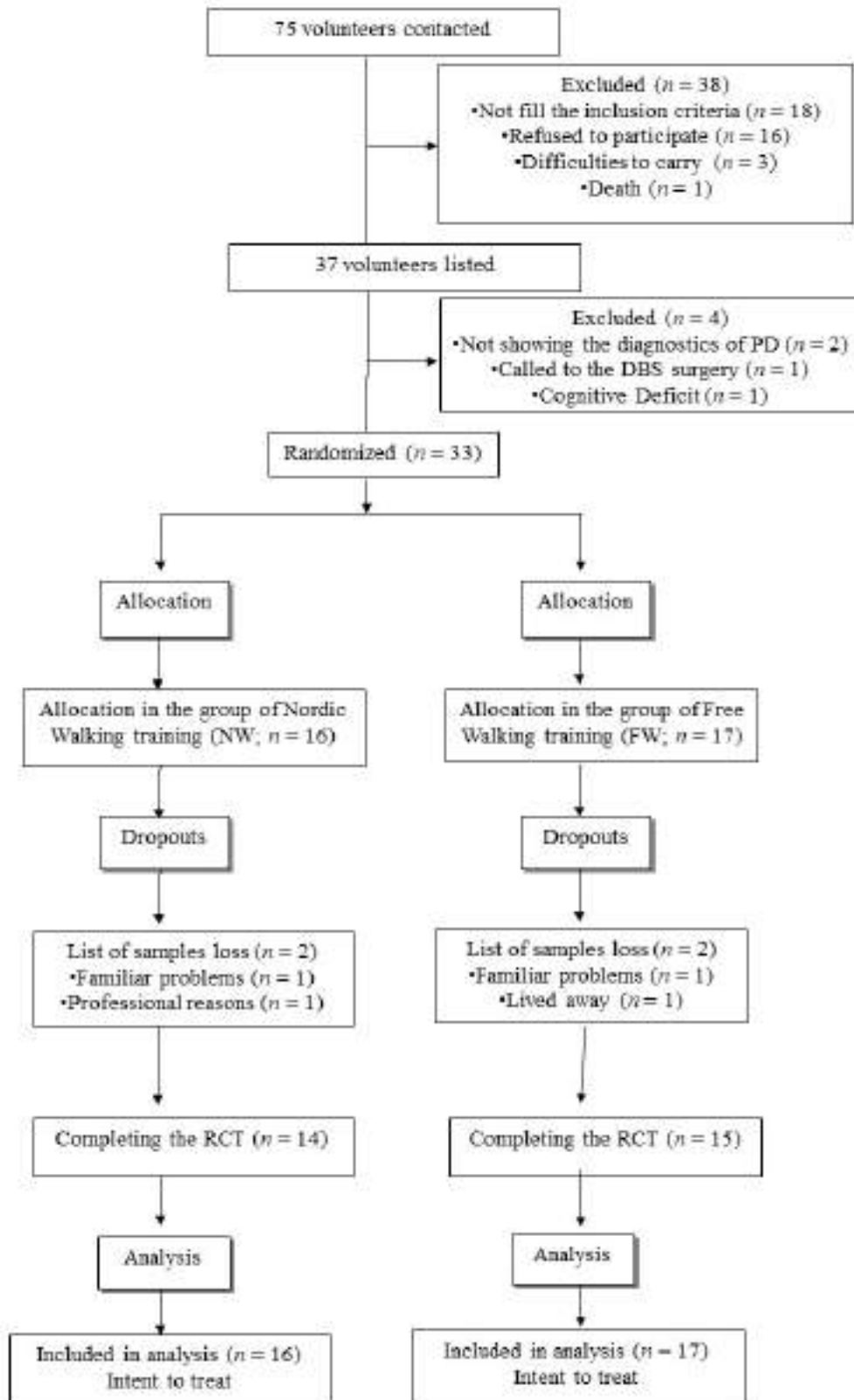


Figure 3. Flowchart of selection process and inclusion of volunteers

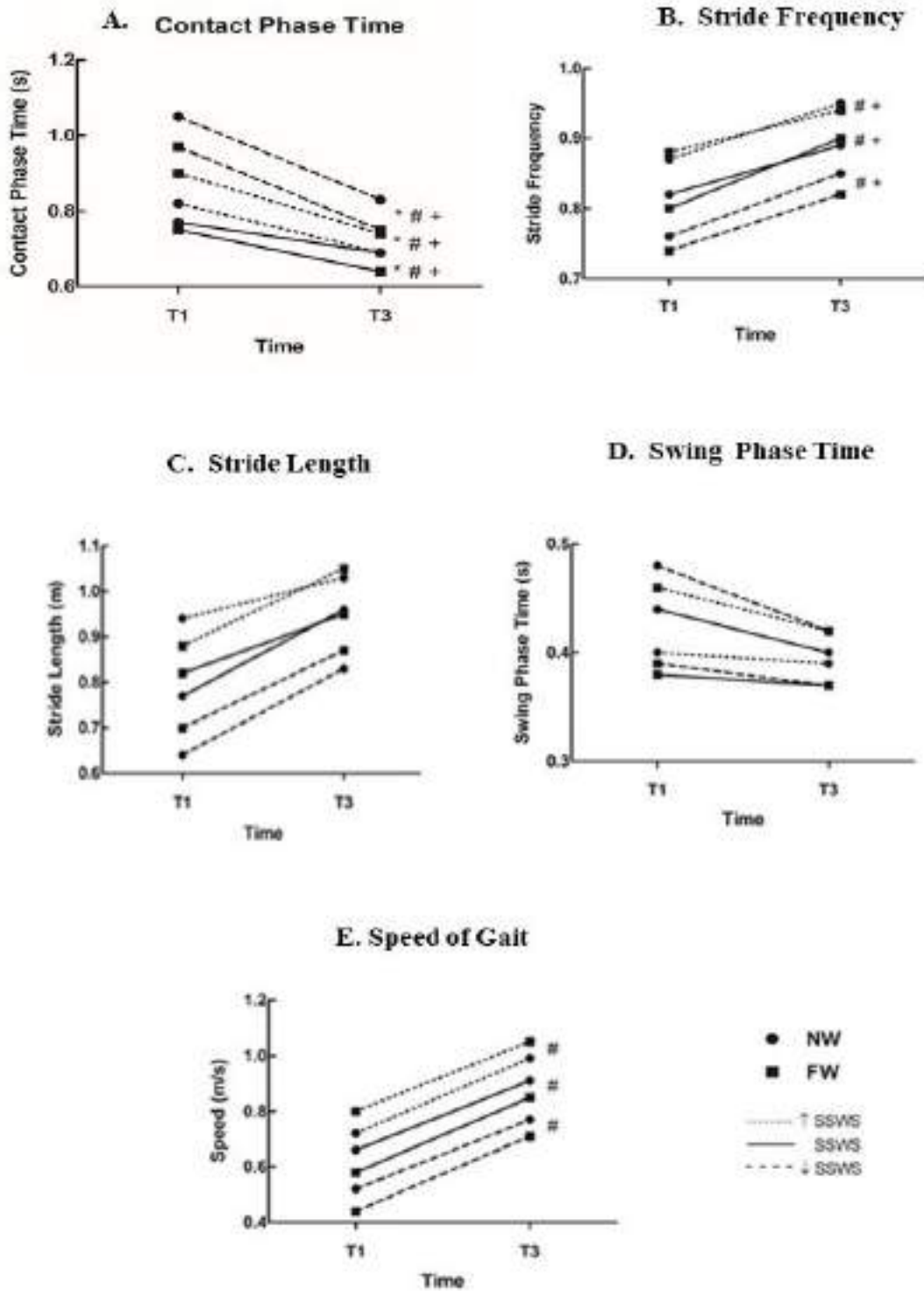


Note: Parkinson Disease (PD); Deep Brain Stimulation; Randomized Clinical Trial (RCT)

Table 1. Means and standard deviation or absolute and relative frequency of sample characterization variables of Nordic Walking (NW) and Free Walking (FW) participants of baseline.

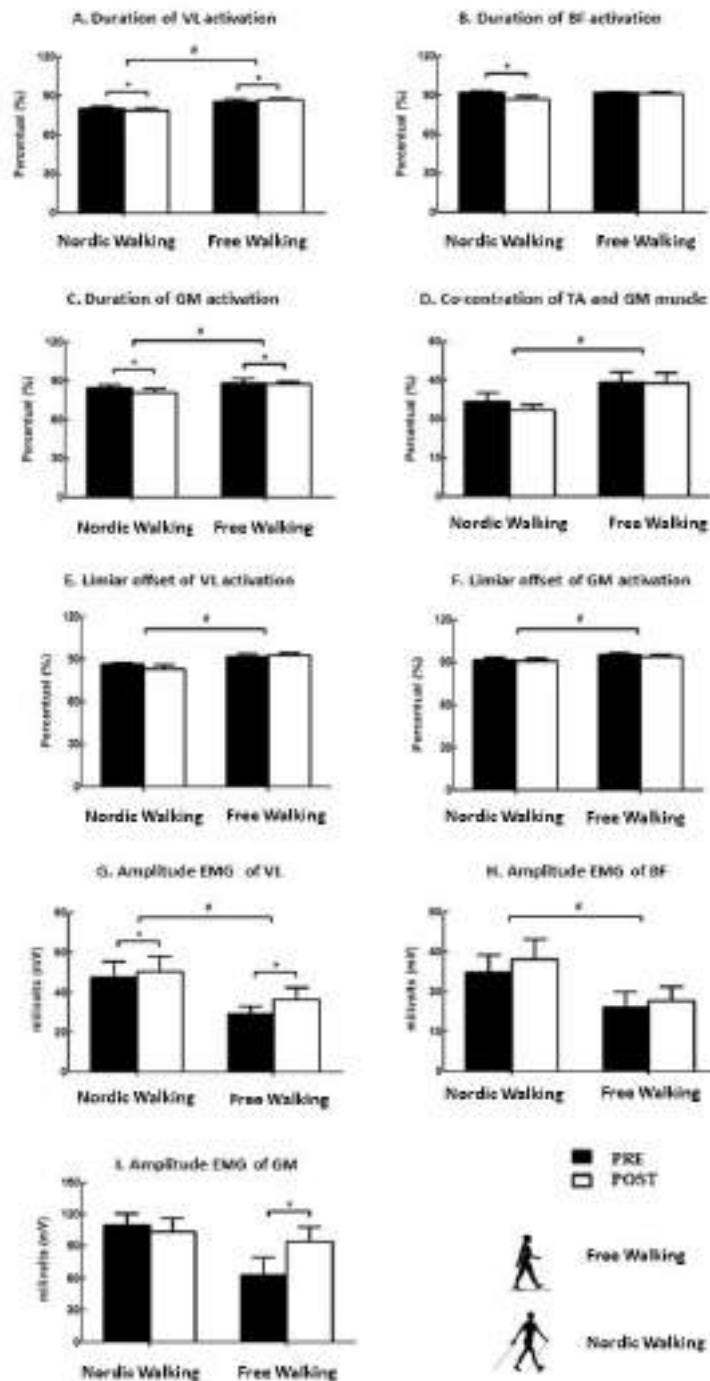
Variable	NW group (n=16)	FW group (n=17)	p value	Effect Size
Age (years)	65.35 ± 10.10	70.44 ± 6.05	0.136	0.60 (-0.10; 1.30)
Body mass (kg)	79.23 ± 14.60	68.12 ± 11.88	0.024*	0.81 (0.10; 1.52)
Women, n (%)	3 (18)	10 (58)	0.008*	0.46
Stature (m)	1.66 ± 0.09	1.59 ± 0.10	0.044*	1.36 (0.60; 2.12)
Leg Length (m)	0.89 ± 0.03	0.81 ± 0.04	0.023*	0.86 (0.13; 1.58)
Body Mass Index (kg/m ²)	28.64 ± 4.16	26.62 ± 5.38	0.127	0.41 (-0.28; 1.10)
FC (bpm)	80.23 ± 19.78	77.0 ± 10.24	0.536	0.16 (-0.52; 0.85)
P.Acut	124.82 ± 10.20	119.23 ± 14.98	0.103	0.42 (-0.27; 1.11)
P.Adn	81.76 ± 6.36	75.38 ± 5.10	0.020*	1.08 (0.35; 1.81)
Clinical Symptoms				
Time of clinical diagnosis of PD (years)	5.53 ± 3.27	4.81 ± 3.51	0.708	0.21 (-0.48; 0.89)
UPDRS III	17.06 ± 15.48	21.40 ± 15.33	0.331	0.27 (-0.41; 0.96)
Hoehn & Yahr 1	6 (37.50)	4 (23.53)	0.383	0.152
Hoehn & Yahr 1.5	1 (6.25)	0 (0.00)	0.295	0.182
Hoehn & Yahr 2	4 (25.00)	3 (17.65)	0.606	0.090
Hoehn & Yahr 2.5	1 (6.25)	3 (17.65)	0.316	0.173
Hoehn & Yahr 3	3 (18.75)	1 (5.88)	0.258	0.197
Hoehn & Yahr 4	1 (6.25)	3 (17.65)	0.316	0.173
Instability (change of balance)	5 (31.25)	6 (35.29)	0.895	0.043
Tremor	6 (37.50)	9 (52.94)	0.373	0.153
Postural changes	4 (25.00)	9 (52.94)	0.101	0.286
Rigidity	5 (31.25)	8 (47.06)	0.353	0.162
Bradykinesia	6 (37.50)	9 (52.94)	0.373	0.153
Dyskinesia	7 (43.75)	6 (35.29)	0.619	0.086
Freezing	2 (12.5)	3 (17.65)	0.680	0.072
Drugs (Dosages)				
Levodopa + Carbidopa	1 (6.25)	3 (17.65)	0.316	0.173
Prilopa	9 (56.25)	13 (76.47)	0.218	0.214
Sifrol	0 (0.00)	1 (5.88)	0.325	0.171
Biperiden	1 (6.25)	0 (0.00)	0.295	0.182
Benzeronid	0 (0.00)	1 (5.88)	0.325	0.171

Figure 4. Kinematics outcomes in different speed and both groups



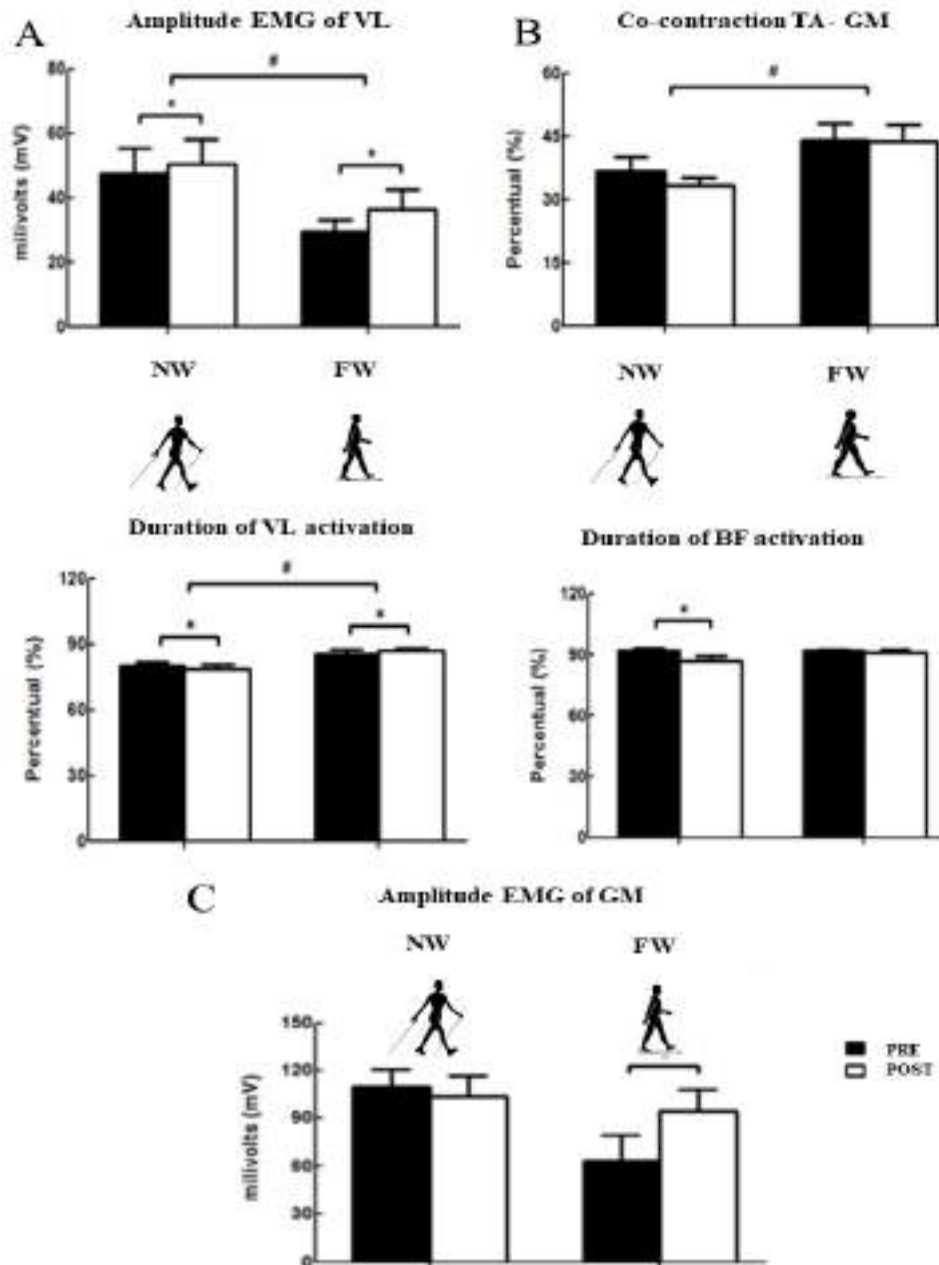
Note: * Indicates a statistically significant difference between the time ($p < 0.05$), # indicates a statistically significant difference between the groups ($p < 0.05$). Black bars represent initial pre-training assessment (baseline), cast bars represent post-training assessment.

Figure 5. Means and standard errors of EMG Analyse of muscles with the main effects of group of variables of the Nordic Walking (NW) and Free Walking (FW) groups during stride cycle.



Note 1: **A, B** and **C** duration of vastus lateralis (VL), femoral biceps (BF), and medial gastrocnemius (GM) activation; **D**, co-contraction of anterior tibial (TA) and medial gastrocnemius (GM); **E** and **F**, Linear offset of vastus lateralis (VL) and medial gastrocnemius (GM); **G, H** and **I**, amplitude EMG of the vastus lateralis (VL), femoral biceps (BF) and medial gastrocnemius (GM). * indicates a statistically significant difference between the times ($p < 0.05$), # indicates a statistically significant difference between the groups ($p < 0.05$). Black bars represent initial pre-training assessment (baseline), cast bars represent post-training assessment.

Figure 6: Means and standard errors with the main effects of group and time factors on the neuromuscular variables of the Nordic walking (NW) and free walking (FW) groups during a stride cycle



Note: panel A, amplitude EMG of the vastus lateralis (VL) and duration of activation of the vastus lateralis (VL), respectively; panel B co-contraction index of the anterior tibial (TA) and medial gastrocnemius (GM) and duration of femoral biceps activation (BF), muscles in percentage (%), respectively; and panel C, amplitude EMG of the of the GM. * indicates a statistically significant difference between the times ($p < 0.05$), # indicates a statistically significant difference between the groups ($p < 0.05$). Black bars represent initial pre-training assessment (baseline), cast bars represent post-training assessment.

Supplementary Materials Study 2

Table SM1: Description of assessments applied in NW and FW groups	
Outcomes	Assessments
<i>Clinical parameters</i>	
<p>Cognitive Function The present study, we did a brief screening for mild cognitive impairment like as eligibility criteria.</p>	<p>Here, we used the MoCA for detected of different cognitive domains and investigates the individual's abilities in the following areas: attention and concentration, executive functions, memory, language, visuo-constructive skills, conceptualization, calculation and orientation. The total score of the MoCA is 30 points, with a score of 26, or more, considered normal and less than 26 is considered cognitive impairment (Wajman et al., 2007; Olchik et al., 2016). We considerate that the subjects needed to have minimal cognitive ability, with a cut-off below 22 on the Montreal Cognitive Assessment (MoCA).</p>
<p>Motor Symptoms This outcome was evaluated using Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) for sample characteristic.</p>	<p>The clinical data were scored by a trained assessor using the Unified Parkinson Disease Rating Scale from Movement Disorders Society MDS - UPDRS (Part III). The score in each item ranges from 0 to 4, and the indicates greater impairment by the disease and the minimum, normality. The 14 items in the motor vehicle (the numbering of which goes from 18 to 31), (Sofuwa et al., 2005).</p>
<p>Severity of disease This outcome was for sample characteristic.</p>	<p>The severity of disease was scored by a trained assessor using the Hoehn & Yahr Scale (H&Y). This scale has eight stages, from 0 (no signs of disease) to 5 (use of wheelchairs and / or bedridden) according to the severity of PD (Scalzo et al., 2009).</p>
<i>Anthropometric parameters</i>	
<p>Body mass; Body Height; Body Mass Index (BMI) These outcomes were for sample characteristic.</p>	<p>The anthropometric data was collected a trained assessor during the anamnesis. Body mass will be measure in kilograms, body height will be measure in meters, and the body mass index was combined by weight and height in kg/m². The weight and height were as input data for the construction of the Plug-in-Gait Full-Body model.</p>
<i>Kinematic gait: spatiotemporal parameters</i>	
<p>Walking Speed The self-selected Walking Speed (SSWS) is the comfortable or preferred walking speed, speed that feels good, speed at which you can walk endlessly for several minutes.</p>	<p>The SSWS was determined by a trained evaluator asking subjects to walk at a velocity most comfortable and natural for three minutes. the participants received the following verbal command: "I would like you to walk at your comfortable and safe speed, which is similar to the one you are used to!". The subjects walked at a minimum speed of 0.5 km.h⁻¹ with the increment of 0.5 km.h⁻¹ every 60 s until informing the comfortable walking speed. If participants inform that they were walking faster than usual, speed was reduced 0.5 km.h⁻¹ gradually until volunteers reached the SSWS again, and the research determined the SSWS. In the present study, the slower speed and faster walking speed, were considered like 0.5 km.h⁻¹ below or above of the SSWS, respectively. The subjects performed for three minutes at each speed and five or more minutes of rest between the trials. The order of the speeds was randomized (Monteiro et al., 2017). This test was performed without the NW poles for both groups, especially to know if the specific tasks of NW are transferred to the evaluations or daily living situations.</p>

<p>The gait kinematic analysis was collected with six infrared cameras (Vicon MX Systems, Oxford Metrics Group - UK) with a sampling frequency of 100Hz and with accuracy of 0.1 mm / 3 m, which captured reflexive markers (Vicon Biomechanics Marker Accessories - UK), with 14 mm diameters, fixed on the skin using tape 3M® on the 35 anatomic points of subjects with PD, according to the Plug-in-Gait Full-Body model. Before starting the test, the dynamic calibration of space volume at the treadmill place was performed with the Active Wand. Kinematics signals were recorded in the static position for five minutes, and after in the final 30 s of a two-minute walk on the treadmill, using Nexus 1.8.5 software (Vicon Motion Systems, Oxford Metrics Group - UK).</p>	
<p>The spatial parameters evaluated in this study were: Stride Frequency, Stride Length, and temporal outcomes were Single Contact Time and Swing Time (Cavagna and Margaria, 1966; Maiwald et al.2009).</p>	<p>Spatial-temporal parameters: Stride Frequency (in Hertz), Stride Length (in meters), Contact Time (in seconds) and swing time (in seconds) were evaluated in three different speeds. The ground contact data (i.e. touch down and take off) of 10 strides were analysed as a function of time (Maiwald et al.2009). A mathematical routine was developed to data processing, in LabVIEW® software (version 8.5, National Instruments, Austin, USA, 2013). The input data of the routine were the data matrices with indications of the touchdown frame and the take-off frame, for spatiotemporal data (i.e., SF, SL, ST, and CT) determined by a researcher familiar with the task by visual inspection in Mokka Software (Biomechanical ToolKit - BTK). Where <i>size</i> is the time of stride cycle (at frames number of stride cycle), and <i>dt</i> is:</p> $dt = \frac{1}{f}$ <p style="text-align: right;">Equation 1</p>
<p>Single Contact Time: time the foot stays in contact with the ground during the stride.</p>	<p>The single contact time analysis was obtained by the number of frames (<i>nf</i>) in which the foot remains in contact with the ground (i.e., touch-down and take-off), multiplied by the time variation (Δt) of each frame:</p> $CT = (nf_{takeoff} - nf_{touch-down}) \cdot \Delta t$ <p style="text-align: right;">Equation 2</p>
<p>Swing Time: time that corresponds to the moment when the foot is not in contact with the ground.</p>	<p>The ST was determinate by the number of frames (<i>nf</i>) that the foot is not in contact with the ground, and was calculated:</p> $ST = (nf_{touchdown} - nf_{takeoff}) \cdot \Delta t$ <p style="text-align: right;">Equation 3</p>
<p>Stride Frequency: corresponds to the greatest number of steps in the time unit.</p>	<p>The SF was considered by the product of fraction of the number of frames (<i>nf</i>) every three steps by the time variation (Δt):</p> $SF = \frac{1}{nf \cdot \Delta t}$ <p style="text-align: right;">Equation 4</p>
<p>Stride Length: corresponds to the distance between the contact of one foot on the ground and the end of the same foot at the subsequent moment.</p>	<p>The SL was calculated such as the product of fraction between the horizontal velocity (V_h) and SF, according to the equation:</p> $SL = \frac{V_h}{SF}$ <p style="text-align: right;">Equation 5</p>
<p>Maximal Walking Distance The participants performed an over</p>	<p>Test protocol consisted of 5 min warm-up exercises including upper and lower limb dynamic stretching, followed by 1.609 meters walk, performed on SSWS or maximal walking speed on a 400 m outdoor synthetic track (Tartan™, Yueyang, China).</p>

<p>ground maximal walking distance test adapted (i.e.: from the one-mile track), to individualize prescription of training volume according to the neuromuscular and cardiovascular limits of the subjects with PD (Monteiro et al., 2017; Franzoni et al., 2018).</p>	<p>In the beginning, during, and at the end of the test, the HR and RPE were monitored.</p>
<p><i>Electromyographic Activation</i></p>	
<p>Electromyographic activity (EMG) of the vastus lateralis (VL), tibialis anterior (TA), biceps femoris (BF) and gastrocnemius medialis (GM) muscles [41] during the treadmill walking test was obtained using two electromyographs (model Miotool 400, MIOTEC Biomedical Equipment; Porto Alegre, Brazil), each one with a four-channel system, at a sampling frequency of 2000 Hz. Surface monopolar electrodes (model Medi-Trace – 100; Kendall Ag/AgCl; Tyco, USA) with 10 mm radii were placed in a bipolar configuration over the belly muscle, parallel of the muscle fibres orientation and with an inter-electrode distance maintained at 20 mm, in accordance to the SENIAM (Surface Electromyography for the No-Invasive Assessment of Muscle – BIOMED II, European Union) recommendations [16]. Before positioning the electrodes, a trichotomy of hair was performed, and the skin abraded and cleaned with alcohol on the electrode placement sites, to decrease impedance. A reference electrode was placed over the tibial tuberosity, and the inter-electrode resistance was measured with a multimeter (model DT-830, SMART; Brazil) and kept below 3000 Ohms. EMG signals were recorded synchronized with the kinematic data in the final 30 seconds of a two-minute walk on the treadmill, using Miograph software (MIOTEC Biomedical Equipment; Porto Alegre, Brazil), and transmitted via cable to a notebook (ACER Aspire E1-571-6). In order to replicate the electrode position between the test days, after the first test, the positioning and some reference marks of the subjects' skin were drawn in transparent sheets [42].</p>	
<p>Internal Mechanical Work (W_{int})</p>	<p>The EMG signals were analyzed using SAD32 software, the data were numerically rectified, and a fourth-order Butterworth band-pass filter with cut-off frequencies ranging between 50 and 400 Hz was applied. A cut was realized according to the moments of touch down and take-off obtained by the kinematics data. The slices corresponded to five strides. In order to determine the touchdown and take-off moments, the criterion of cinemetry was used because it has an error of less than 5% and it is used extensively in locomotion studies (2% in [21], [50]). After this procedure, data were exported in text files (.prn) to be analyzed in a mathematical routine created in the Labview software (National Instruments, Austin, USA, 2013). The curve from five strides was smoothed using a Hamming moving window (windowing) in the way: $y_i = x_i [0.54 - 0.46\cos(w)]$; $w = 2\pi i / n$ (para $i=0, 1, 2, \dots, n-1$) where n is the number of elements in the input sequence X. The Butterworth band-pass filter of 8Hz was used to remove peak and smoothing, and the curves were interpolated in 100 % of the stride cycle. The data from five stride were calculated with arithmetic means, +1 and -1standard-deviation of each percentual of the stride cycle. The accuracy of the process of the normalization based on time was of 0,5%, calculated on the base of 90 measures performed. With the curve coverage of each muscle (VL, BF, TA, and GM) was calculated the integral of curve EMG (iEMG) by simple numerical integration with the method of the trapezium (Trapezoidal Rule). The time between each information EMG (dtEMG) was calculated according to the following function:</p> $dtEMG = \frac{size \cdot dt}{100} \tag{6}$ <p>Where <i>size</i> is the time of stride cycle (at frames number of stride cycle), and <i>dt</i> is:</p>

$$dt = \frac{1}{f}$$

(7)

Where f is the sampling frequency of the images acquisition (2000Hz). The iEMGs during the stance and swing phase were calculated cut-off the curve overage EMG on the base of the percentwise of stance and swing phase using the same method described for the calculi iEMG of all stride cycle. In order to compare the different test moments (T1, T2, and T3), the speed data above and below were normalized in relation to the SSWS data, and the values were expressed in a ratio. For example, a result of the 0.82 is referent to 82 % of activation at each situation (i.e. below or above) in relation to the SSWS. Finally, was tested the effect of a possible electromechanical delay moving the curve to forward 30ms, and the iEMG values did not differ with this adjustment. Therefore, neuromuscular data were analyzed without a possible electromechanical delay.

Table SM 2: Means and standard error of spatiotemporal outcomes, gait variability of the nordic walking (NW) and free walking (FW) groups.

		NW (n = 16)						p valor				
	Grou P	↓ SSWS		SSWS		↑ SSWS		Effect Size	Vel	Group	Time	Group* Time
		T1	T3	T1	T3	T1	T3					
<i>patiotemporal Outcomes</i>												
Contact Phase Time (s)	NW	1.05 ± 0.12	0.83 ± 0.04 * # +	0.77 ± 0.06	0.69 ± 0.01 * # +	0.90 ± 0.90	0.74 ± 0.03 * # +	0.54 (-0.16; 1.23)	0.001*	0.047*	0.001*	0.982
	FW	0.97 ± 0.08	0.75 ± 0.04 * # +	0.75 ± 0.04	0.64 ± 0.03 * # +	0.82 ± 0.04	0.69 ± 0.03 * # +					
Swing Phase Time (s)	NW	0.48 ± 0.02	0.42 ± 0.02 * # +	0.44 ± 0.0	0.40 ± 0.01 * # +	0.46 ± 0.04	0.42 ± 0.02 * # +	0.73 (0.03; 1.44)	0.079	0.050*	0.031*	0.226
	FW	0.39 ± 0.02	0.37 ± 0.01 * # +	0.38 ± 0.01	0.37 ± 0.01 * # +	0.40 ± 0.01	0.39 ± 0.01 * # +					
Stride Length (m)	NW	0.64 ± 0.07	0.83 ± 0.06 # +	0.77 ± 0.07	0.96 ± 0.06 # +	0.88 ± 0.07	1.05 ± 0.05 # +	0.03 (-0.65; 0.72)	0.001*	0.759	0.001*	0.473
	FW	0.70 ± 0.09	0.87 ± 0.09 # +	0.82 ± 0.09	0.95 ± 0.08 # +	0.94 ± 0.09	1.03 ± 0.08 # +					
Stride Frequency	NW	0.76 ± 0.04	0.85 ± 0.03 # +	0.82 ± 0.04	0.89 ± 0.04 # +	0.88 ± 0.04	0.94 ± 0.03 # +	0.08 (-0.61; 0.76)	0.001*	0.829	0.004*	0.842
	FW	0.74 ± 0.05	0.82 ± 0.04 # +	0.80 ± 0.04	0.90 ± 0.02 # +	0.87 ± 0.03	0.95 ± 0.02 # +					
Speed of gait (m/s)	NW	0.52 ± 0.25	0.77 ± 0.21 #	0.66 ± 0.25	0.91 ± 0.21 #	0.80 ± 0.25	1.05 ± 0.29 #	0.05 (-0.63; 0.73)	NA	0.834	0.001*	0.834
	FW	0.44 ± 0.29	0.71 ± 0.34 #	0.58 ± 0.29	0.85 ± 0.34 #	0.72 ± 0.29	0.99 ± 0.34 #					

Note: *Indicates differences between groups $p < 0.05$; # Indicates differences between moments $p < 0.05$; + Indicates differences between speeds $p < 0.05$; SSWS: self-selected walking speed; ↓: below; ↑: above; T1: pre-training assessment; T3: post-training assessment; CT: contact time, ST: swing time; SL: stride length; SF: stride frequency. Effect size between groups at T3 in the self-selected walking speed.

Table SM 3: Means and standard error of neuromuscular outcomes of the nordic walking (NW) and free walking (FW) groups.

Neuromuscular Outcomes	NW (n = 16)			FW (n = 17)			Effect Size	p valor		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3		Grupo*	Tempo	Grupo*Tempo
Amplitude VL (mV)	47.26 ± 8.1*	45.05 ± 8.5* #	50.28 ± 7.7 * # +	29.48 ± 3.6*	28.45 ± 5.3* #	36.51 ± 5.9 * # +	0.49 (-0.21; 1.18)	0.035*	0.007*	0.760
Amplitude BF (mV)	37.22 ± 6.6*	38.29 ± 7.8*	42.16 ± 7.5 *+	24.25 ± 5.6*	17.65 ± 3.8*	26.56 ± 5.3 * +	0.58 (-0.11; 1.28)	0.014*	0.088	0.541
Amplitude TA (mV)	48.13 ± 10.0	41.33 ± 6.1	49.55 ± 6.6	40.60 ± 6.7	43.36 ± 8.2	47.02 ± 6.4	0.09 (-0.59; 0.78)	0.709	0.191	0.474
Amplitude GM (mV)	110.33 ± 10.71 * +	85.46 ± 10.91	103.83 ± 12.66 +	63.26 ± 16.14 *	68.96 ± 18.36	94.23 ± 13.92 +	0.17 (-0.51; 0.86)	0.095	0.125	0.003*
iEMG VL (mV/ms)	1.01 ± 0.12	1.06 ± 0.13	1.03 ± 0.11	1.05 ± 0.08	1.02 ± 0.09	0.97 ± 0.07	0.16 (-0.53; 0.84)	0.772	0.292	0.340
iEMG BF (mV/ms)	0.95 ± 0.11	1.28 ± 0.37	1.05 ± 0.17	0.93 ± 0.15	0.81 ± 0.15	0.84 ± 0.12	0.35 (-0.34; 1.04)	0.089	0.773	0.349
iEMG TA (mV/ms)	1.05 ± 0.20	1.20 ± 0.23	1.24 ± 0.26	1.23 ± 0.25	1.50 ± 0.35	1.29 ± 0.28	0.04 (-0.64; 0.73)	0.191	0.134	0.363
iEMG GM (mV/ms)	1.98 ± 0.32	1.73 ± 0.34	1.92 ± 0.37	1.41 ± 0.26	1.63 ± 0.31	1.70 ± 0.35	0.15 (-0.54; 0.83)	0.139	0.611	0.206
Onset VL (%)	6.4 ± 0.8	6.0 ± 0.7	5.48 ± 0.6	6.0 ± 0.7	6.47 ± 0.7	5.92 ± 0.7	0.16 (-0.52; 0.84)	0.797	0.515	0.630
Onset BF (%)	4.0 ± 0.5	3.7 ± 0.5	4.4 ± 0.5	3.7 ± 0.6	4.1 ± 0.4	3.3 ± 0.4	0.59 (-0.11; 1.28)	0.471	1.000	0.075
Onset TA (%)	2.4 ± 0.5	2.3 ± 0.4	2.5 ± 0.4	4.9 ± 1.4	3.2 ± 0.8	3.1 ± 0.6	0.28 (-0.41; 0.97)	0.06	0.592	0.574
Onset GM (%)	7.5 ± 1.0	6.5 ± 1.2	7.8 ± 1.3	7.5 ± 1.3	7.3 ± 1.3	6.17 ± 0.9	0.35 (-0.33; 1.04)	0.836	0.555	0.451
Offset VL (%)	86.57 ± 1.0*	85.64 ± 1.7*	82.98 ± 2.7 *	91.51 ± 2.0*	87.00 ± 2.1*	92.78 ± 1.3 *	1.14 (0.41; 1.88)	0.002*	0.215	0.068
Offset BF (%)	95.50 ± 1.3	92.90 ± 1.6	93.66 ± 1.5	95.58 ± 1.4	93.78 ± 2.0	94.64 ± 1.5	0.16 (-0.53; 0.84)	0.668	0.896	0.224
Offset TA (%)	96.59 ± 1.8	97.92 ± 0.7	95.52 ± 2.5	98.13 ± 0.4	98.22 ± 0.5	97.38 ± 0.6	0.25 (-0.43; 0.94)	0.324	0.179	0.506
Offset GM (%)	91.61 ± 1.7 *	91.47 ± 1.2 *	91.02 ± 1.7 *	95.58 ± 1.2 *	94.11 ± 1.3 *	93.69 ± 1.9 *	0.35 (-0.33; 1.04)	0.045*	0.518	0.750
Duration VL (%)	80.16 ± 1.7 *	79.57 ± 2.0*	78.52 ± 2.5 * #	85.41 ± 2.1 *	81.33 ± 0.9*	86.88 ± 1.4 * #	1.01 (0.28; 1.73)	0.001*	0.001*	0.412
Duration BF (%)	91.88 ± 1.2	88.88 ± 1.6	87.02 ± 2.5	91.86 ± 1.0	89.64 ± 2.2	91.22 ± 1.2	0.52 (-0.17; 1.22)	0.313	0.534	0.025*
Duration TA (%)	94.29 ± 1.3	93.36 ± 2.0	91.12 ± 2.9	93.17 ± 2.0	94.94 ± 1.7	94.22 ± 1.7	0.32 (-0.37; 1.00)	0.546	0.748	0.223
Duration GM (%)	84.14 ± 2.9	58.69 ± 1.4 #	80.50 ± 3.1 #	88.13 ± 3.1	57.94 ± 1.4 #	87.41 ± 2.1 #	0.63 (-0.07; 1.33)	0.022*	0.001*	0.074
Co-Contraction VL-BF (%)	53.03 ± 2.8	48.35 ± 3.9	50.26 ± 2.8	51.48 ± 3.5	47.61 ± 3.3	53.94 ± 3.2	0.29 (-0.39; 0.98)	0.884	0.095	0.568

Note: *Indicates differences between groups p<0.05; # Indicates differences between moments p<0.05; + Indicates differences between speeds p<0.05;; SSWS: self-selected walking speed; ↓: below; ↑: above; T1: pre-training assessment; T2: post-familiarization; T3: post-training assessment; VL: vastus lateralis; BF: biceps femoris; TA: tibialis anterior (TA) and GM: gastrocnemius medialis. iEMG: integral electromyographic; onset: limiar initial of activation, offset: limiar ending of activation. Effect size between groups at T3 in the self-selected walking speed.

SM4 – Template for Intervention Description and Replication (TIDieR) Checklist Items

Nordic walking and free walking training for Parkinson's Disease: An intervention description including all TIDieR Items (Item 1)

Rationale (Item 2)

The Nordic walking is a technique advocate for the development of physical fitness and quality of life due to additional benefits in comparison to free walking. The biomechanical and physiological alterations in walking using poles gives support to our hypothesis that older untrained people training walking using poles will improve the functional mobility, postural balance and quality of life at higher degree than training without poles.

Materials (Item 3)

Usual Nordic walking poles (Newfeel® - Decathlon, Nordic Walker, China) were used.

Professionals of physical education taught classes both training programs were performed twice a week, in different days for nine weeks (18 sessions), one group training Nordic walking and other Free walking.

Procedures (Item 4)

Peoples in the Nordic walking group were, in addition to usual care, training with poles and in the free walking group without poles.

The program

Quadro SM 1: Framework Methodology and didactics for the technique learning of Nordic and Free walking

Session	Objective	Nordic Walking	Free Walking
S1	Posture, strengthening of abdomen and balance (winch)	Posture + Dragging the sticks	Posture
S2	Correction of gait patterns: position of feet, knees and ankles flexion/extension (Squeeze the lemon / kneading grapes)	S1 + Correction of gait patterns: position of feet, knees and ankles flexion/extension (Squeeze the lemon / kneading grapes)	S1 + Correction of gait patterns: position of feet, knees and ankles flexion/extension (Squeeze the lemon / kneading grapes)
S3	Dissociation of pelvic and scapular girdles (Gingado carioca, samba step)	S1 + S 2 + trunk rotation and arm swinging	S1+ S2 + trunk rotation and arm swinging
S4	Coordenation of arms and legs (hiking in the forest)	S1+S2+S3+ amplitude and arms and legs swinging, with alternating limbs + Pressure of sticks on the ground (load)	S1+S2+S3+ amplitude and arms and legs swinging, with alternating limbs
S5	Range and motion and gait speed (Ayrton Senna)	S1+S2+S3+ S4+ ↑ stride length + Open and closing hands on sticks	S1+S2+S3+S4+ ↑ stride length
S6	Complete technique of walking (fashion week parade)	Technique of Nordic walking	Technique of free walking


Note: S1, S2, S3, S4, S5, S6 = Sessions of familiarization; ↑ = increase; Words in () = the language of connection used.

From: Arcila DMC, Monteiro EP, Gomeñuka NA, Peyré-Tartaruga LA. Methodology and pedagogical didactics applied to the education of nordic walking and free walking for people with Parkinson's disease I. Cadernos de Formação RBCE, 8, 2, 2017. In: revista.cbce.org.br/index.php/cadernos/article/view/2265.

Gomeñuka NA, Oliveira HB, Silva ES, Costa RR, Kanitz AC, Liedtke GV, et al. (2019) Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomizedclinical trial. PLoS ONE 14(1): e0211472. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211472>

Quadro SM 2. Framework of Stretching exercises.

STRETCHING		Why aerobic activities like walking?
	Lying on the floor or bed you should extend one knee, flex the other knee and cross to the other side. Feel the gluteus stretch.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduces the risks of cardiovascular diseases. • Improves strength, endurance, coordination and flexibility. • Improves mood. <p>Why stretch?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relaxes muscles by reducing fatigue. • Decreases joint pressure. • Improves body posture. • Helps increase muscle strength. <p>Guidance for stretching and walking exercises</p> <ul style="list-style-type: none"> • A minimum duration of 20 seconds in each stretching exercise. • Always keep the spine straight. • Keep your eyes on the horizon. • Stretching every day allows for a better result. • Perform the exercises in the "ON" state of the medicine, for greater mobility. • Warm joints with joint movements • Walk 2 to 3 times a week for 20 to 30 minutes. • After the walk stretch lower limbs. • Monitor fatigue after exercise. You may feel tired, but not exhausted. • Remember to alternate arms and legs to walk.
	You should locate a corner of a wall and keep your arms shoulder-length and protrude forward. Feel to stretch the chest	
	Standing put your palm up, press against the wall. Feel your arm stretch. The hand can not be above the shoulder and they can not hurt.	
	Sitting stretched out the elbow and flexed the fist. Feel the lengthening of the forearm.	
	Sitting, flex the neck holding the head with both hands, elbows close. Feel the length of your neck.	
	Hands leaning against the wall. Straight legs, one knee flexed forward and one extended knee. Feel the length of the back of the leg.	
	Standing on a ladder or step, place one foot forward with knee flexed and the other foot supported lowering the heel, with the leg extended. Stretch the calf.	
	Sitting with the spine straight, one leg should be resting on the floor, and the other leg lying on a bench, feeling stretching the back of the thigh.	
	Sitting on a bench, flex your torso forward, so that your hands embrace the legs, feeling stretch the lumbar and thoracic.	

	<p>Standing, with your feet together and aligned, bend your torso forward, hands resting on the table, the spine should be straight, the head between the arms, stretching the back of the thigh, trunk and arms.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrate before, during and after walking. • During the walk, the first contact of the foot with the ground should be that of the heel. • The first step of the walk is always the longest, to avoid the episode of freezing.
---	---	--

Note: From MONTEIRO, E. P. 2014. 226 pages. Dissertation of Master Science in Human Movement Sciences – Post-Graduate Program in Human Movement Sciences, Department of Physical Education, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

Arcila DMC, Monteiro EP, Gomeñuka NA, Peyré-Tartaruga LA. Methodology and pedagogical didactics applied to the education of nordic walking and free walking for people with Parkinson's disease I. *Cadernos de Formação RBCE*, 8, 2, 2017. In: revista.cbce.org.br/index.php/cadernos/article/view/2265.

Gomeñuka NA, Oliveira HB, Silva ES, Costa RR, Kanitz AC, Liedtke GV, et al. (2019) Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomizedclinical trial. *PLoS ONE* 14(1): e0211472. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211472>

Figure SM 1: Example of Nordic walking class (technique, four-support system) at School of Physical Education, Physical Therapy and Dance of Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.



Fonte: Autores

Providers (Item 5)

The intervention is primarily provided by the primary investigator, a professional of Physical Education with 5 years of clinical experience, trained in providing the intervention throughout the development phase and in pilot testing of the intervention. In addition, the volunteers were always supervised by four professional of physical education, instructors with certification from the Original Nordic Walking Federation (ONWF) and the International Nordic Walking Federation (INWA).

How (Item 6)

The intervention (being instructions in the exercise program) is delivered face-to-face individually to each patient.

Where (Item 7)

The face-to-face instructions are provided at the study site, in an athletics

track. Exercises are performed also in different terrains (i.e. track, grass and sand).

When and how much (Item 8):

The FW and NW training protocol had the progression up to 60 minutes total in the last training cycle, totalling nine weeks. The total time of the sessions was determined by the training mesocycles, and every three sessions had a regenerative session with a duration of the 40 minutes at SSWS, stretching with sticks and massages. The training protocol consisted of three parts: (1) joint mobilization and warm-up with free three-minutes' walk at SSWS (eight min); (2) main part - specific training (35 to 50 min): continuous or interval walking on different terrains (i.e. track, grass and sand), with two-to-five minutes of rest in predetermined times, and standardized among all subjects. (3) cool-down with stretching, core and respiration exercises (five minutes), (Fig 3, Training Periodization in the main document).

Tailoring (Item 9)

For all intervention Phases the intensity and volume was individualized, respecting the principles of physical training (individuality, adaptation, progression, specificity, continuity).

Modifications (Item 10)

In case of modifications to the intervention during the study period, these were reported in the primary trial report.

Adherence and fidelity (Item 11)

The program adherence was high (total of completers NW n= 14; 87.5%; and FW = 15, 88.2%). All patients who completed the intervention had 100% class attendance, demonstrating adherence to training programs.

References:

Hoffmann TC, Glasziou PP, Boutron I, Milne R, Perera R, Moher D, et al. Better reporting of interventions: template for intervention description and replication (TIDieR) checklist and guide. *BMJ*. 2014;348:g1687.

Arcila DMC, Monteiro EP, Gomeñuka NA, Peyré-Tartaruga LA. Methodology and pedagogical didactics applied to the education of nordic walking and free walking for people with Parkinson's disease I. *Cadernos de Formação RBCE*, 8, 2, 2017. In: revista.cbce.org.br/index.php/cadernos/article/view/2265

Gomeñuka NA, Oliveira HB, Silva ES, Costa RR, Kanitz AC, Liedtke GV, et al. (2019) Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomized clinical trial. *PLoS ONE* 14(1): e0211472. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211472>

This is an Additional File for the article titled:

High-intensity nordic walking training improves kinematic gait and leg electromyographic activation in subjects with Parkinson's Disease: A Phase II, randomized clinical trial

5.3 Estudo 3

Sprint exercise for subjects with mild-to-moderate Parkinson's disease: feasibility and biomechanical outputs

(Submetido no periódico Clinical Biomechanics)

(Fator de impacto: 1.863; Qualis na Medicina I: B2)

(Estudo desenvolvido durante o Doutorado Sanduíche – Université Cote D’Azur,
França)

Manuscript Details

Manuscript number	CLBI_2019_174
Title	Sprint exercise for subjects with mild-to-moderate Parkinson's disease: feasibility and biomechanical outputs
Article type	Research Paper

Abstract

Background: High-Intensity training, a still unexplored exercise for individuals with Parkinson's Disease (PD), is positively related with increased functionality and aerobic profile in healthy individuals. The aim of this work was to evaluate the feasibility, safety, and acceptance of sprint running in individuals with mild-to-moderate PD. Additionally, we compared sprint physical qualities and mechanical outputs of force, velocity and power between individuals with PD and healthy controls (HC). Methods: Physically trained subjects with PD, men, ($n=16$, 64 ± 9.01 years, stage between 1 to 3 in the Hoehn and Yahr Scale (H&Y), 16.8 ± 7.1 at Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS), and HC ($n=21$, 65 ± 9.27 years) performed 20 meters sprint sessions. We analyzed the self-reported satisfaction and acceptance using a self-administered questionnaire, and the sprint biomechanics and performance using high-speed video recording with "MySprint" App. Findings: All participants completed the tests with high feasibility, acceptability and satisfaction scores. The sprint maximal force and maximal power outputs were higher in subjects with PD. Conversely, HC showed higher DRF values. Interestingly, no difference in velocity capabilities and overall 20-m sprint performance was observed between groups, possibly explained by different mechanical strategies in both groups within the sprint accelerations. Linear regression analyses showed that physical qualities are predictors of mechanical effectiveness, and mechanical variables are important determinants of sprint performance in individuals with PD. Interpretation: Sprint is a feasible exercise for people with mild-to-moderate PD. Even though differences in physical qualities and mechanical effectiveness exist between subjects with mild-to-moderate PD and HC, there is no overall substantial impact on sprint running performance.

Keywords	Supramaximal Intensity; Neurodegenerative Disease; Movement Disorders; Biomechanics.
Taxonomy	Biomechanics Stability, Gait Disorder as Neurologic Manifestation, Exercise, Musculoskeletal Physiotherapy, Human Movement Studies
Corresponding Author	Aline Pagnussat
Corresponding Author's Institution	Rehabilitation Sciences and Health Sciences Graduate Program, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Brazil.
Order of Authors	Elen Monteiro, LEONARDO PEYRÉ-TARTARUGA, ANA PAULA Z. ZANARDI, Edson Soares da Silva Edson, PEDRO JIMENEZ-REYES, Jean Benoit Morin, Aline Pagnussat

Sprint exercise for subjects with mild-to-moderate Parkinson's disease: feasibility and biomechanical outputs

Abbreviated title: Sprint running in Parkinson's disease

Elren P. Monteiro^{1,2}; Leonardo A. Peyré-Tartaruga²; Ana P.J. Zanardi²; Edson S. da Silva²; Pedro Jimenez-Reyes³; Jean-Benoit Morin⁴; Aline S. Pagnussat^{1,5}.

¹ Graduate Program in Health Sciences, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Brazil.

² Exercise Research Laboratory, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Brazil.

³ Centre for Sport Studies, Rey Juan Carlos University, Madrid, Spain.

⁴ Université Côte d'Azur, LAMHESS, Nice, France.

⁵ Rehabilitation Sciences Graduate Program, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Brazil.

Corresponding Author:

Aline Souza Pagnussat

Universidade Federal de Ciências da Saúde

Department of Physical Therapy

245 Sarmiento Leite Street, 90050-170 - Porto Alegre, RS, Brazil

e-mail: alinespagnussat@gmail.com

Abbreviations

(PD): Parkinson's Disease; (HC): healthy controls; (H&Y): Hoehn and Yahr Scale; (UPDRS): Unified Parkinson Disease Rating Scale; (F₀): maximal force, (P_{max}): maximal power, (V₀): velocity; (FV profile): relationship between force and velocity; (RF): ratio of the horizontal component of the ground reaction force to the magnitude of the resultant force (D_{RF}): through the decrease in RF with increasing velocity; (*m*): body mass; $F_{air}(t)$: aerodynamic friction force; (P_H): equivalent of power output in the

horizontal direction; F_H : product of instantaneous; (v): instantaneous velocity; (a_H): horizontal acceleration; (v_{max}): maximal velocity; (t): time constant; (CoV): coefficient of variation; (BMI): Body Mass Index.

Highlights

- Sprint running is a feasible and safety exercise for people with mild-to-moderate PD
- No difference in the overall 20-m sprint performance was found between the PD and HC
- RF and DRF are important determinants of sprint performance in individuals with PD
- The HC group, the RF explained 75 % of the variance in sprint performance
- Sprint running can be used for training of subjects with mild-to-moderate PD

ABSTRACT

Background: High-Intensity training, a still unexplored exercise for individuals with Parkinson's Disease (PD), is positively related with increased functionality and aerobic profile in healthy individuals. The aim of this work was to evaluate the feasibility, safety, and acceptance of sprint running in individuals with mild-to-moderate PD. Additionally, we compared sprint physical qualities and mechanical outputs of force, velocity and power between individuals with PD and healthy controls (HC). *Methods:* Physically trained subjects with PD, men, ($n=16$, 64 ± 9.01 years, stage between 1 to 3 in the Hoehn and Yahr Scale (H&Y), 16.8 ± 7.1 at Unified Parkinson Disease Rating Scale (UPDRS), and HC ($n=21$, 65 ± 9.27 years) performed 20 meters sprint sessions. We analyzed the self-reported satisfaction and acceptance using a self-administered questionnaire, and the sprint biomechanics and performance using high-speed video recording with "MySprint" App. *Findings:* All participants completed the tests with high feasibility, acceptability and satisfaction scores. The sprint maximal force and maximal power outputs were higher in subjects with PD. Conversely, HC showed higher D_{RF} values. Interestingly, no difference in velocity capabilities and overall 20-m sprint performance was observed between groups, possibly explained by different mechanical strategies in both groups within

the sprint accelerations. Linear regression analyses showed that physical qualities are predictors of mechanical effectiveness, and mechanical variables are important determinants of sprint performance in individuals with PD. *Interpretation:* Sprint is a feasible exercise for people with mild-to-moderate PD. Even though differences in physical qualities and mechanical effectiveness exist between subjects with mild-to-moderate PD and HC, there is no overall substantial impact on sprint running performance.

Keywords: Supramaximal Intensity; Neurodegenerative Disease; Movement Disorders; Biomechanics.

1. Introduction

Physical exercise has been recommended to individuals with Parkinson's disease (PD) because it improves postural instability, balance, and functional mobility [1,2]. A single bout of high-intensity exercise can promote neuroplasticity in the motor cortex and acutely increase the motor performance of healthy subjects and individuals with neurological diseases [3–5]. Particularly for subjects with PD, a high-intensity multimodal exercise program [6] and intensive training on a stationary bicycle [1,7,8] were reported as feasible and safe. Intensive exercise therapy would be beneficial to improve balance, walking performance, motor status, and quality of life [9,10]. However, reports about the effects of high-intensity training on motor performance in this population are limited [11,12].

Sprint running (i.e., short bouts of maximal-intensity running exercise) is a type of high-intensity exercise to improve maximal force (F_0), power (P_{max}), and velocity (V_0) in healthy subjects [13–16]. These parameters are important determinants of sprint acceleration performance. Particularly, the relationship between force and velocity (FV profile), and the effective (i.e. forward) application of force onto the ground [15,16,18] are an interesting and informative model to understanding these determinants. Although positive effects of sprint running have been reported for mouse models of PD [19], healthy subject and middle-aged adults [16,20,21], and for people with major depressive disorders [5], no study has investigated safety and feasibility of sprint running for individuals with PD.

Therefore, this study aimed to: 1) test the feasibility, safety, and acceptance of sprint running exercise in subjects with mild-to-moderate PD; 2) test the reliability of the sprint data in subjects with PD; 3) compare physical qualities and mechanical variables of individuals with PD and healthy controls (HC); and 4) analyze the mechanical variables of individuals with PD during the sprint running and investigate their influence on sprint performance.

2. Methods

2.1. Study population

Males Individuals with PD were eligible to participate if they: (a) were clinically diagnosed with idiopathic PD according to the UK Parkinson's Disease Society Brain Bank Diagnostic Criteria [22]; (b) were scored between 1 and 3 using the Hoehn and Yahr Scale (H&Y); and (c) were able to walk without assistance. Exclusion criteria included previous history of musculoskeletal disorders, other neurological disorders, clinical conditions that induced visible gait abnormalities, and the presence of deep brain stimulation devices.

To be included in both groups, individuals should have undergone physical training for at least six months and should not have any clinical condition that could limit or contraindicate the practice of exercise. Subjects with PD were recruited from a regular exercise program for individuals with PD at the Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil. HC subjects were recruited from exercise clubs at Nice, France. All subjects provided written informed consent. The study was approved by the ethics committee of the Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAAE nº: 91182718.1.0000.5347). All assessments and procedures were conducted following to the principles of the Declaration of Helsinki 1964.

2.2. Design and procedures

This feasibility study was written following the CONSORT [23] recommendations for pilot and feasibility trials (See checklist at supplementary material 1). The study period lasted between May 2017 and November 2018.

The initial two days consisted of anamnesis, verification of eligibility criteria, and anthropometric and clinical evaluation. Motor symptoms and the severity of PD were scored by a trained assessor using the Unified Parkinson Disease Rating Scale from Movement Disorders Society MDS - UPDRS (Part III) and the H&Y Scale, respectively.

All participants with PD were evaluated during the "ON" period of L-Dopa medication (up to three hours after drug intake). Clinical evaluations were conducted two days before the sprint running test. Thereafter, the participants were instructed to refrain from any strenuous physical activity for 48 h before the evaluations of sprint.

Three trained assessors instructed volunteers with PD and HC subjects to perform the sprint running tests on a 400 m outdoor synthetic track (Tartan™, Yueyang, China). Participants were wearing a t-shirt, shorts, and sneakers. The test protocols consisted of 20 minutes of warm-up (ten minutes of self-selected walking speed and five minutes of walking at their maximal speed). Additionally, they were instructed to perform warm-up exercises including lower limb dynamic stretching and side run for five minutes. Before starting the test, participants were familiarized with the task by performing two sprints at their self-selected running speed.

After the warm-up period, participants were instructed to start the sprint running test from a crouching position with the right hand on the track. They performed two sprint trials reaching their maximal speed within 30 meters, but only the first 20 meters were recorded. The participants rested five minutes before the second trial. Both sprint trials were recorded but mechanical variables were calculated considering the fastest sprint trial (i.e. lowest 20-m time). All protocols used in this study were based on previous studies [16,24,25]. The evaluators who were assessing the outcomes were not blinded to the group assignment.

2.3. *Outcomes:*

The same researcher conducted safety, feasibility, satisfaction, acceptance, and future use by questionnaires. Finally, anthropometry, clinical data, physical qualities, mechanical effectiveness, and performance in the sprint test were assessed (for details, see Table 1).

2.3.1 Test-retest reliability of the sprint data in subjects with PD

Participants with PD repeated the same protocol two weeks after the first assessment. We analyzed the coefficient of variation (CoV) for all mechanical outcomes.

2.3.2 Physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance

The physical quality variables were: V_0 , F_0 , P_{max} during the sprint acceleration, and FV profile (i.e. the slope of the linear FV relationship). We calculated mechanical effectiveness as the ratio of the horizontal component of the ground reaction force to the magnitude of the resultant force (RF) and through the decrease in RF with increasing velocity (D_{RF}), and sprint performance at the lowest time taken to complete the 20-m sprint. Data of physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance were acquired during the sprint-running test with MySprint APP (Apple Inc., USA) [24,26] for subjects with PD and HC subjects [26]. Two videos showing are given in the Supplementary Material (S1 and S2). The reliability of MySprint App used in this study was previously reported for physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance [24].

2.4. Data processing

Data were processed using Samozino's methods [26]. The start of the sprint running test was determined as the first visually detectable moment when the participant moved their body forward. The app identified the beginning of the test and recorded the time when the subject passed across the six markers, based on the center of mass location to calculate all the variables (for details, see Table 1).

*** Table 1 insert near here ***

2.5. Statistical analysis

Sample characteristics were analyzed with student t-tests and are presented as mean and standard deviations. Descriptive (mean \pm standard deviation) and percentages were used to express data of safety, feasibility, satisfaction, and acceptance of sprint running exercise in subjects with PD. Test-retest reliability of the MySprint data for subjects with PD was evaluated using within-subject and trials CoV, calculated as the ratio of the standard deviation to the mean for each variable. The results were considered as highly reproducible when the CoV was below 10 % [28,29].

We used Generalized Linear Models to compare the physical qualities, mechanical effectiveness, and motor performance variables between the groups (PD and HC). Data analysis was adjusted for linear or gamma distribution, according to the best fit by the smallest value Akaike's Information Criterion. Variables with significant interactions were included in the model as covariates. In addition, to compare the outcomes between the groups (PD and HC), we used Cohen's "d" effect size (ES) descriptors (small between 0.2 and 0.5, medium between 0.5 and 0.8, and large 0.8 or more) [30].

Finally, we analyzed the Pearson's correlation coefficients to verify the correlations between potential predictors (physical qualities and mechanical effectiveness) and dependent variables (motor performance during the 20 meters of sprinting). The strength of correlations was used to select the variables included in the multiple linear regression model and to investigate their influence on sprint performance. The power of correlations was defined as strong (higher than 0.7), moderate (0.4 to 0.69), or mild (lower than 0.39) [31]. All data were adopted with the level of significance of $\alpha < 0.05$. The Statistical Package for Social Science software (SPSS v.20.0, Chicago, USA) for Windows® was used for all analyses.

3. Results

Thirty-seven volunteers were allocated into two groups (PD or HC). Two participants of the PD group have dropped out during the study. No withdrawal was due to the sprinting protocol itself (Figure 1). Fourteen volunteers with PD and twenty-one HC completed this study.

*** Figure 1 insert near here ***

Table 2 depicts the demographic and clinical characteristics of the participants. According to the H&Y scores, subjects were classified as having from mild-to-moderate PD.

*** Table 2 insert near here ***

3.1. *Safety, feasibility, satisfaction and acceptance, clinical symptoms, and future use of sprint exercise*

Feasibility (items 1–2) was scored as 8.0 ± 3.2 out of 10, with all participants rating feasibility higher than 7.5 points out of 10. Safety (items 3–5) was rated as 8.3 ± 4.4 out of 10. Only two subjects reported adverse events such as muscle discomfort and four participants reported pain or leg fatigue during or after the exercise.

Appreciation/satisfaction (items 6–7) and effectiveness (clinical symptoms during and after the sprint — items 8–9) were rated 8.5 ± 3.3 and 8.5 ± 3.4 out of 10, respectively. Only three participants rated lower than 5 in these two domains.

Finally, answers about acceptance and future use of sprint (items 10–12) showed a score of 7.5 ± 3.5 out of 10, with $\approx 75\%$ of participants expressing the intention to add sprint running to their exercise routines at least twice a week. When asked, "In what aspect do you think the sprint exercise may be good for individuals with Parkinson's disease?", participants answered that sprints would certainly increase muscle strength, respiratory capacity, circulation, step length, gait speed, agility, coordination, dynamic stability, and therefore greater confidence safety. In addition, five participants answered that sprinting could improve psychological aspects because they have discovered that they were able to perform more challenging tasks.

Reliability outcome in PD

The test-retest reliability analysis showed a CoV < 7 %. These results indicated a high reliability of physical qualities, mechanical effectiveness, and performance of sprint exercise in subjects with mild-to-moderate PD.

3.3. Physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance

The physical qualities F_0 and P_{max} were higher in subjects with PD when compared to HC. However, the relationship between force and velocity (FV profile) showed a profile more oriented towards velocity capabilities for the HC group. V_0 was similar between both groups. Figure 2 depicts the power-force-velocity profiles.

*** Figure 2 insert near here ***

*** Table 3 insert near here ***

Regarding the mechanical effectiveness, the HC group showed lower RF and higher D_{RF} values compared to the PD group. These results indicated that PD subjects had a more horizontally-oriented ground reaction force at the beginning of the sprint but healthy subjects were able to better maintain mechanical effectiveness with increasing velocity over the sprint acceleration.

No difference in the overall 20-m sprint performance was found between the groups (Table 3).

3.4. Relationship among physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance

Correlations between physical qualities and mechanical effectiveness, and between mechanical effectiveness and performance, as well as the association between variables are described in Table 4.

*** Table 4 insert near here ***

Two models were proposed for the multiple linear regression analysis. One model was to verify the influence of sprint performance on mechanical effectiveness. In the PD group, the regression analysis showed that F0 and V0 were able to explain 86 % of the variance in RF. F0 and V0 explained 94 % of the variance in D_{RF} . RF and D_{RF} were able to explain 92 % and 99 % of the sprint performance variance in the PD group. In the HC group, only F0 explained 96 % of the variance in RF, and the predictor RF explained 75 % of the variance in sprint performance.

4. Discussion

This study tested the safety, feasibility, satisfaction, and acceptance of sprint exercise for subjects with mild-to-moderate PD. Additionally, we verified the interaction between physical qualities, mechanical variables, and sprint performance. We also assessed the reliability of these data in people with mild-to-moderate PD. In addition, with regards to comfort and clinical symptoms, freezing of gait was reported by none of the participants, even during the sprint or until four hours after the exercise, which is remarkable considering that 50 % PD individuals exhibited self-declared freezing of gait. To our knowledge, this is the first study investigating sprint exercise for subjects with mild-to-moderate PD. Furthermore, the data of physical quality and mechanical effectiveness showed high reproducibility and good reliability for subjects with PD [23].

Interestingly, we did not find any difference in overall 20-m sprint performance between subjects with PD and healthy controls. It is important to consider that all subjects were physically active and that we included only individuals with mild-to-moderate motor disorders. Nevertheless, even in the presence of motor symptoms (e.g. rigidity) and lower maximal running velocity capability at the end of the sprint, individuals with PD may have balanced their overall 20-m performance compared to controls by increasing the maximal force and power at the beginning of the sprint acceleration (which is in line with Morin and colleagues' findings for young athletes

and non-specialists [13]). Considering that sprint performance was gradually reduced after ten meters (and after three seconds), we hypothesized that performance in PD subjects was mainly characterized by a higher component of force and power. Probably, if the test lasted longer than 20 m, we would have observed a lower performance in individuals with mild-to-moderate PD. Our findings confirm and extend previous results to people with PD in our study as observed in Figure 2.

When analyzing the mechanical effectiveness variables, our results showed that healthy controls reached higher D_{RF} values, indicating better mechanical effectiveness over the sprint acceleration. The trunk position during sprint acceleration and how the horizontal force is applied against the ground influences sprint performance [33]. RF and D_{RF} denote these aspects [16]. In our study, it is reasonable to consider that healthy controls better maintained the forward projection of the trunk during the acceleration phase [25], which may have been challenging for subjects with PD since they face postural instability [34].

An interesting finding of our study was that individuals with mild-to-moderate PD adopted a more vertical position during the sprint acceleration phase, while HC subjects kept a more forward orientation of the ground reaction force during the acceleration phase. This is evidenced by the higher D_{RF} values (-0.088 and -0.117; $p > 0.001$) and the more velocity-oriented FV profile (-65.98 and -89.25; $p > 0.001$) for HC in comparison to PD, respectively [25]. However, the strategies adopted for PD did not interfere with their overall sprint performance.

The force-velocity and power-velocity diagram [15] in PD and HC recreational runners were established in this study for the first time. Our findings demonstrated that the performance and mechanical responses were consistently lower or within the range of values found in trained master athletes [16]. Additionally, our results of the multiple linear regression model showed that physical qualities, F_0 and V_0 , explained with values higher the variance of the mechanical effectiveness, and the mechanical effectiveness explained the variance in sprint performance in PD subjects. But surprisingly, the regression was not significant in the HC group. Only F_0 explained the variance in mechanical effectiveness by RF, and RF explained the variance in sprint performance of healthy subjects. Taking this into account, the smaller values of vertical force can be an indicator for better sprint acceleration for HC [35]. These

findings corroborate the literature reporting RF as a determinant of sprint performance [16,25,36].

It is already documented in the literature that high-intensity exercises can ameliorate motor symptoms in subjects with PD [26]. Our results are clinically relevant since sprint running could be used as a type of high-intensity exercise to rehabilitate this population with a high degree of acceptance. This study has some limitations that must be considered. First, we evaluated physical qualities, mechanical effectiveness, and performance using App not validated for PD group. Although not ideal, a full validation of this App to others population have been published [24], and in the present study the data have a higher reliability in this population. In addition, we did not analyze the freezing of gait phenomenon with a validated questionnaire. Instead, freezing of gait was only self-declared by the subjects. However, we think our study might serve to stimulate further studies testing the hypothesis that sprint/high-intensity exercise may be effective as an ‘inhibitor’ of freezing of gait’s episodic phenomena in individuals with PD. Finally, even though participants with PD and HC were physically active, they performed different types of physical exercise and we did not quantify the level of physical activity.

5. Conclusion

In conclusion, this pilot study showed that sprint running is a feasible and well-accepted exercise for people with mild-to-moderate PD and that data of physical quality and mechanical effectiveness are reproducible and reliable in this population. In sprint running tests involving a distance as long as 20 m, there were no differences in performance between individuals with PD and healthy controls. Considering that healthy controls exhibited better mechanical effectiveness than did PD individuals, the lack of differences in sprint performance is probably due to the higher values of force and power generated by participants with PD. We have found differences in the behavior of interactions between the physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance between the groups. Our results showed that physical qualities are critical predictors of mechanical effectiveness in individuals with PD. Additionally, mechanical variables seem to have more influence on sprint performance in individuals with mild-to-moderate PD than in HC subjects.

Future studies are necessary to investigate whether sprint running could be used as a type of exercise for rehabilitation of individuals with PD, and assess its effects on muscle strength, cardiorespiratory capacity, locomotion, motor symptoms, and psychological aspects.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Author disclosures

None

Funding:

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 and Programa de Doutorado Sanduiche no Exterior (PDSE – CAPES) – Finance Code: 88881.131930/2016-01.

Author Contributions:

Conception of project: E.P.M; L.A.P.T; A.S.P; J.B.M;

Organization: E.P.M; L.A.P.T; A.S.P; J.B.M;

Execution: E.P.M; A.P.J.Z; E.S.S; P.J.R; J.B.M;

Acquisition of data, or analysis and interpretation of data: E.P.M; A.P.J.Z; E.S.S; P.J.R; J.B.M;

Statistical Analysis: E.P.M; A.S.P;

Manuscript Preparation: E.P.M; J.B.M; L.A.P.T; A.S.P;

Writing of the first draft: E.P.M

Review and Critique: E.P.M; A.S.P; L.A.P.T; A.P.J.Z; E.S.S; P.J.R; J.B.M;

Acknowledgment

We would like to thank all the subjects who participated in this study, whose enthusiasm has continued to inspire us to refine our intervention program to promote knowledge for the scientific literature and clinical application. Further, we are grateful to the Motion Analysis and Neurorehabilitation research group of the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, the Locomotion Group of the Federal University of Rio Grande do Sul, and the group from the Laboratory of Motrice

Humans, Expertise in Sport and Health (LAMEHSS) from Nice-France for discussions and comments. We also thank the Parkinson's Disease Association of Rio Grande do Sul. Finally, we would like to thank for the funding this research the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 and the Programa de Doutorado Sanduiche no Exterior (PDSE – CAPES) – Finance Code: 88881.131930/2016-01.

References

- [1] J.L. Alberts, S.M. Linder, A.L. Penko, M.J. Lowe, M. Phillips, It is not about the bike, it is about the pedaling: Forced exercise and Parkinson's disease, *Exerc. Sport Sci. Rev.* 39 (2011) 177–186. doi:10.1097/JES.0b013e31822cc71a.
- [2] E.P. Monteiro, L.T. Franzoni, D.M. Cubillos, A. de Oliveira Fagundes, A.R. Carvalho, H.B. Oliveira, P.D. Pantoja, F.B. Schuch, C.R. Rieder, F.G. Martinez, L.A. Peyré-Tartaruga, Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial, *Scand. J. Med. Sci. Sport.* 27 (2017). doi:10.1111/sms.12652.
- [3] G. Abbruzzese, R. Marchese, L. Avanzino, E. Pelosin, Rehabilitation for Parkinson's disease: Current outlook and future challenges, *Park. Relat. Disord.* 22 (2016) S60–S64. doi:10.1016/j.parkreldis.2015.09.005.
- [4] J.-F. Nepveu, A. Thiel, A. Tang, J. Fung, J. Lundbye-Jensen, L.A. Boyd, M. Roig, A Single Bout of High-Intensity Interval Training Improves Motor Skill Retention in Individuals With Stroke, *Neurorehabil. Neural Repair.* (2017). doi:10.1177/1545968317718269.
- [5] A. Minghetti, O. Faude, H. Hanssen, L. Zahner, M. Gerber, L. Donath, Sprint interval training (SIT) substantially reduces depressive symptoms in major depressive disorder (MDD): A randomized controlled trial, *Psychiatry Res.* (2018). doi:10.1016/j.psychres.2018.04.053.
- [6] M.R. Landers, J.W. Navalta, A.S. Murtishaw, J.W. Kinney, S. Pirio Richardson, A High-Intensity Exercise Boot Camp for Persons With Parkinson Disease: A Phase II, Pragmatic, Randomized Clinical Trial of Feasibility, Safety, Signal of

- Efficacy, and Disease Mechanisms., *J. Neurol. Phys. Ther.* 43 (2019) 12–25. doi:10.1097/NPT.0000000000000249.
- [7] M. Uygur, M. Bellumori, K. Lenoir, K. Poole, I. Pretzer-Aboff, C.A. Knight, Immediate effects of high-speed cycling intervals on bradykinesia in Parkinson's disease, *Physiother. Theory Pract.* 31 (2015) 77–82. doi:10.3109/09593985.2014.972530.
- [8] C.M. Fiorelli, E.G. Ciolac, L. Simieli, F.A. Silva, B. Fernandes, G. Christofolletti, F.A. Barbieri, Differential Acute Effect of High-Intensity Interval or Continuous Moderate Exercise on Cognition in Individuals With Parkinson's Disease, *J. Phys. Act. Heal.* (2019) 1–8. doi:10.1123/jpah.2018-0189.
- [9] A. Uhrbrand, E. Stenager, M.S. Pedersen, U. Dalgas, Parkinson's disease and intensive exercise therapy--a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials., *J. Neurol. Sci.* 353 (2015) 9–19. doi:10.1016/j.jns.2015.04.004.
- [10] L.A.P.-T. Leandro Tolfo Franzoni, Elren Passos Monteiro, Henrique Bianchi Oliveira, Rodrigo Gomes da Rosa, Rochelle Rocha Costa, Carlos Rieder, Flávia Gomes Martinez, Franzonietal.2018, *Sport. Med. Int. Open.* 2 (2018) E28–E34. doi:https://doi.org/10.1055/s-0043-124757.
- [11] L. Franzoni, E. Monteiro, H. Oliveira, R. da Rosa, R. Costa, C. Rieder, F. Martinez, L. Peyré-Tartaruga, A 9-Week Nordic and Free Walking Improve Postural Balance in Parkinson's Disease, *Sport. Med. Int. Open.* 02 (2018) E28–E34. doi:10.1055/s-0043-124757.
- [12] G.A. Cavagna, M.A. Legramandi, L.A. Peyré-Tartaruga, Old men running: Mechanical work and elastic bounce, *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 275 (2008) 411–418. doi:10.1098/rspb.2007.1288.
- [13] J.-B. Morin, M. Bourdin, P. Edouard, N. Peyrot, P. Samozino, J.-R. Lacour, Mechanical determinants of 100-m sprint running performance., *Eur. J. Appl. Physiol.* 112 (2012) 3921–3930. doi:10.1007/s00421-012-2379-8.
- [14] G. Rabita, S. Dorel, J. Slawinski, E. Sàez-de-Villarreal, A. Couturier, P. Samozino, J.B. Morin, Sprint mechanics in world-class athletes: A new insight

- into the limits of human locomotion, *Scand. J. Med. Sci. Sport.* (2015). doi:10.1111/sms.12389.
- [15] J.B. Morin, P. Samozino, Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training, *Int. J. Sports Physiol. Perform.* (2016). doi:10.1123/ijsp.2015-0638.
- [16] P.D. Pantoja, E. Saez De Villarreal, J. Brisswalter, L.A. Peyré-Tartaruga, J.B. Morin, Sprint Acceleration Mechanics in Masters Athletes, *Med. Sci. Sports Exerc.* (2016). doi:10.1249/MSS.0000000000001039.
- [17] M. Barbalho, P. Gentil, R. Raiol, F. Boscolo Del Vecchio, R. Ramirez-Campillo, V. Silveira Coswig, Non-Linear Resistance Training Program Induced Power and Strength but Not Linear Sprint Velocity and Agility Gains in Young Soccer Players, (n.d.). doi:10.3390/sports6020043.
- [18] P.D. Pantoja, A.R. Carvalho, L.R. Ribas, L.A. Peyré-Tartaruga, Effect of weighted sled towing on sprinting effectiveness, power and force-velocity relationship, *PLoS One.* 13 (2018) 1–12. doi:10.1371/journal.pone.0204473.
- [19] W. Zhou, J.C. Barkow, C.R. Freed, Running wheel exercise reduces α -synuclein aggregation and improves motor and cognitive function in a transgenic mouse model of Parkinson's disease, *PLoS One.* (2017). doi:10.1371/journal.pone.0190160.
- [20] A.G. Schache, P.D. Blanch, T.W. Dorn, N.A.T. Brown, D. Rosemond, M.G. Pandy, Effect of running speed on lower limb joint kinetics, *Med. Sci. Sports Exerc.* (2011). doi:10.1249/MSS.0b013e3182084929.
- [21] Z. Milanović, G. Sporiš, M. Weston, Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials, *Sport. Med.* 45 (2015) 1469–1481. doi:10.1007/s40279-015-0365-0.
- [22] J. Jankovic, Parkinson's disease: clinical features and diagnosis., *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry.* 79 (2008) 368–376. doi:10.1136/jnnp.2007.131045.
- [23] S.M. Eldridge, C.L. Chan, M.J. Campbell, C.M. Bond, S. Hopewell, L. Thabane, G.A. Lancaster, CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and

- feasibility trials., *Pilot Feasibility Stud.* 2 (2016) 64. doi:10.1186/s40814-016-0105-8.
- [24] N. Romero-Franco, P. Jiménez-Reyes, A. Castaño-Zambudio, F. Capelo-Ramírez, J.J. Rodríguez-Juan, J. González-Hernández, F.J. Toscano-Bendala, V. Cuadrado-Peñañiel, C. Balsalobre-Fernández, Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods, *Eur. J. Sport Sci.* (2017). doi:10.1080/17461391.2016.1249031.
- [25] J. Rossi, R. Slotala, P. Samozino, J.B. Morin, P. Edouard, Sprint acceleration mechanics changes from children to adolescent, *Comput. Methods Biomed. Biomed. Engin.* 20 (2017) 181–182. doi:10.1080/10255842.2017.1382922.
- [26] P. Samozino, G. Rabita, S. Dorel, J. Slawinski, N. Peyrot, E. Saez de Villarreal, J.B. Morin, A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running, *Scand. J. Med. Sci. Sport.* (2016). doi:10.1111/sms.12490.
- [27] J.-B. Morin, P. Samozino, *Biomechanics of Training and Testing Innovative Concepts and Simple Field Methods*, n.d.
- [28] G.F. Reed, F. Lynn, B.D. Meade, Quantitative Assays, *Clin. Diagn. Lab. Immunol.* 9 (2002) 1235–1239. doi:10.1128/CDLI.9.6.1235.
- [29] C.L. Fiems, E.L. Dugan, E.S. Moore, S.A. Combs-Miller, Reliability and validity of the Sway Balance mobile application for measurement of
- [30] Cohen, Cohen, 1988 (Statistical Power, 273-406).pdf, (1988) 273–406.
- [31] A. Mendes, A. Gonçalves, N. Vila-Chã, M. Calejo, I. Moreira, J. Fernandes, J. Damásio, A. Teixeira-Pinto, P. Krack, A.B. Lima, S. Cavaco, Statistical Models of Parkinson's Disease Progression: Predictive Validity in a 3-Year Follow-up, *J. Parkinsons. Dis.* 6 (2016) 793–804. doi:10.3233/JPD-160877.
- [32] E.E.H. van Wegen, C.J.T. de Goede, G. Kwakkel, J. van Kordelaar, Sensor assisted self-management in Parkinson's disease: A feasibility study of ambulatory posture detection and feedback to treat stooped posture, *Parkinsonism Relat. Disord.* 46 (2018) S57–S61.

doi:10.1016/j.parkreldis.2017.07.024.

- [33] I.N. Bezodis, J. Cowburn, A. Brazil, R. Richardson, C. Wilson, T.A. Exell, G. Irwin, A biomechanical comparison of initial sprint acceleration performance and technique in an elite athlete with cerebral palsy and able-bodied sprinters, *Sport. Biomech.* (2018). doi:10.1080/14763141.2018.1459819.
- [34] N.R. Artigas, C. Franco, P. Leão, C.R.M. Rieder, Instabilidade postural e quedas são mais frequentes em pacientes com doença de Parkinson com pior mobilidade de tronco, *Arq. Neuropsiquiatr.* 74 (2016) 519–523. doi:10.1590/0004-282X20160074.
- [35] R. Nagahara, H. Kanehisa, A. Matsuo, T. Fukunaga, Are peak ground reaction forces related to better sprint acceleration performance?, *Sport. Biomech.* 00 (2019) 1–10. doi:10.1080/14763141.2018.1560494.
- [36] J.-B. Morin, P. Edouard, P. Samozino, Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance., *Med. Sci. Sports Exerc.* 43 (2011) 1680–1688. doi:10.1249/MSS.0b013e318216ea37.

Table 1: Description of assessments applied in both groups

Anthropometric	
Body mass, Height, Body Mass Index (BMI)	The anthropometric data was collected a trained assessor during the anamnesis.
Clinical	
Motor symptoms and the severity of PD	The clinical data were scored by a trained assessor using the Unified Parkinson Disease Rating Scale from Movement Disorders Society MDS - UPDRS (Part III) and the H&Y Scale, respectively.
Safety, feasibility, satisfaction, acceptance and future use	
To test the safety, feasibility, and acceptance of sprint running exercise in subjects with PD, volunteers answered a questionnaire with twelve questions divided into five domains: feasibility of sprint (items 1 – 2), safety during the sprint (items 3 – 5), appreciation and satisfaction (items 6 – 7), effectiveness: clinical symptoms during and after the sprint (items 8 – 9); acceptance and future use of sprint as exercise (items 10 – 12). This questionnaire was based in other studies [6,32]. To more details of the questionnaire, to see at the supplementary material 1.	Participants answered whether the sprint running exercise was enjoyable, challenging and helpful for their functional mobility. Questions included information about feasibility, difficulties in sprinting, pain, musculoskeletal injuries, instability during the sprint exercise, and afraid of the falls. Incidence of falls was also verified [6,32]. In each domain, scores ranged from 0 to 10, with higher scores indicating lower perceived difficulty and better perceived interest, safety, satisfaction, acceptability and positive effects. In addition, we asked an open question to subject with PD: "In what aspect do you think the sprint exercise may be good for individuals with Parkinson's disease?"
Physical qualities	
Maximal velocity capability (V_0) in $m \cdot s^{-1}$, maximal force in the horizontal direction (F_0) in $N \cdot kg^{-1}$, maximal mechanical power (P_{max}) during the sprint acceleration in $W \cdot kg^{-1}$, and force-velocity relationships (FV profile).	<p>F_0, V_0, P_{max}, RF and D_{RF} analyses of both groups were based on previous studies with seniors and athletes [13,15,16,]: As described:</p> $RF = \frac{F_H}{F_{RES}} \cdot 100 = \frac{F_H}{\sqrt{F_H^2 + F_V^2}} \cdot 100 \quad \text{[Equation 1]}$ <p>We analyzed horizontal direction and horizontal anteroposterior ground-reaction of force (F_H) applied to the body center of mass using to the fundamental principles of dynamics and the following equation:</p> $F_H(t) = ma_H(t) + F_{air}(t) \quad \text{[Equation 2]}$ <p>Instantaneous velocity was then derived to obtain the horizontal acceleration a_H:</p> $v(t) = v_{max}(1 - e^{-t/t}) \quad \text{[Equation 3]}$
Mechanical effectiveness	
RF represents the ability of the runner to direct the application of the force against the ground more horizontally (for more information see [15]). On the other hand, D_{RF} is the rate of decrease in RF with increasing speed during sprint acceleration and is computed as the slope of the linear relationship between RF and velocity [13,15,26]. D_{RF} is used to describe the subject's capacity to maintain a forward horizontal orientation of the resultant ground-reaction force. D_{RF} is independent of the	We calculated the mechanical effectiveness of force application of the step by the ratio (RF) of F_H to and over the entire acceleration phase by the slope of the linear decrease in RF when velocity increases (D_{RF}).

<p>amount of total force applied [22]. The relationship between RF and D_{RF} is determinant to the subject's performance in the sprint running [21].</p>	
Performance	
<p>The performance was analyzed in the 5 m (s), 10 m (s), 15 m (s) and 20 m (s).</p>	<p>Sprint performance was defined as the best time achieved by the participant during the 20-meters sprint-running test.</p>
Sprint-running test	
<p>Data of physical qualities, mechanical effectiveness and sprint performance were acquired during the sprint-running test. We collected data of participants with PD and HC using an iPhone 6 and the MySprint App (Apple Inc., USA), through a high-speed video recording with sampling frequency of 240 Hz and at a quality of 720p. To calibrate the area of acquisition, we placed six markers at 5, 10, 15, 20, 25 and 30-m of the track, and the iPhone 6 and the MySprint App was placed at a height of 1 meter over the ground and approximately 10 meters the six markers [17,24,26].</p>	<p>Mechanical parameters were calculated with anthropometric data (body-mass, body-height and age) based on a physical model developed by Samozino and colleagues' [26].</p>

Table 2: Demographic, anthropometric and clinical characteristics data of Parkinson's disease and healthy control subjects.

	Parkinson's Disease (n = 14) (Mean ± SD)	Healthy Control (n = 21) (Mean± SD)	<i>P-Value</i>
Age (years)	64±9.01	65±9.27	0.848
Height (m)	1.70±0.44	1.71±0.05	0.935
Body Mass (kg)	76.37±8.75	76.45±8.19	0.556
Gender (female/male, %)	0/100	0/100	-
Time of PD diagnosis (years)	5.27±3.22	NA	-
UPDRS III Scale	16.8±7.1	NA	-
H&Y Scale score	2.0±1.5	NA	-
H&Y Scale score, N			-
H1 = 1	4	NA	-
HY = 1.5	1	NA	-
HY = 2	3	NA	-
HY = 2.5	3	NA	-
HY = 3	3	NA	-
Freezing of gait self-declared (%)	50	NA	-

Table 3: Physical qualities, Mechanical effectiveness, and performance parameters evaluated during the sprint running in subjects with Parkinson's disease and healthy controls.

	Parkinson's Disease (n = 14)	Healthy Control (n = 21)	Effect size (Cohen's d)	P- Value
Physical qualities				
V0 (m.s ⁻¹)	4.70 (4.15: 5.40)	5.11 (4.91: 5.87)	-0.83	0.373
F0 (N.kg ⁻¹)	5.24 (4.76: 5.72)	4.43 (4.31: 5.18)	1.29	0.001 *
P _{max} (W.kg ⁻¹)	6.12 (5.32: 7.40)	5.74 (5.57: 7.84)	0.30	0.002 *
FV Profile	-89.25 (-103.8: -71.59)	-65.98 (-70.04: -62.09)	1.56	0.029 *
Mechanical effectiveness				
RF (%)	35.28 (33: 37)	32.69 (32: 38)	1.05	0.001 *
D _{RF}	-0.11 (-0.12: -0.10)	-0.08 (-0.09: -0.07)	1.59	0.008 *
Performance				
5 m (s)	1.83 (1.69: 1.96)	1.92 (1.72: 1.95)	-0.72	0.269
10 m (s)	3.03 (2.81: 3.29)	3.08 (2.92: 3.75)	-0.09	0.126
15 m (s)	4.17 (3.81: 4.52)	4.13 (3.69: 4.20)	0.13	0.109
20 m (s)	5.11 (4.77: 5.74)	4.88 (4.57: 5.25)	0.66	0.855

Note: RF: Ratio of force; D_{RF}: Rate of decrease in RF with increase of speed during sprint acceleration; Theoretical maximal velocity (V0); Theoretical maximal horizontal force production (F0); Maximal Horizontal Power (P_{max}); Force-Velocity Profile (FV); meters (m); Data are mean and 95% confidence intervals. Asterisk (*): represents significant differences.

Table 4. Correlations and multiple regression among physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance in subjects with Parkinson's disease and healthy controls.

Variables		Parkinson's Disease (n = 14)			Healthy Control (n = 21)				
<i>Mechanical Effectiveness</i>		Physical Qualities							
		F0	V0	Pmax	F0	V0	Pmax		
RF	R	0.73	0.56	0.91	0.98	0.85	0.98		
	p-value	0.003*	0.037*	0.001*	0.001*	0.001*	0.001*		
D_{RF}	R	-0.57	0.81	0.40	-0.30	-0.04	-0.12		
	p-value	0.032*	0.001*	0.164	0.215	0.877	0.594		
<i>Motor performance</i>		Mechanical Effectiveness							
		RF	D_{RF}	RF	D_{RF}				
20m	R	-0.63	-0.79	-0.87	0.07				
	p-value	0.016*	0.007*	0.001*	0.79				
Multiple regression analysis among physical qualities, mechanical effectiveness, and sprint performance parameters									
		B	t	R ²	P	B	t	R ²	P
RF (%)	F0 (N.kg ⁻¹)	0.76	7.57	0.87	<0.001*	0.98	21.42	0.96	<0.001*
	V0 (m.s ⁻¹)	0.60	5.92	0.87	<0.001*	NA	NA	NA	NA
D_{RF}	F0 (N.kg ⁻¹)	-0.54	-8.05	0.94	<0.001*	NA	NA	NA	NA
	V0 (m.s ⁻¹)	0.80	11.84	0.94	<0.001*	NA	NA	NA	NA
20 m (s)	RF (%)	-0.55	-6.99	0.92	<0.001*	-0.87	-6.09	0.75	<0.001*
	D_{RF}	-0.73	-9.33	0.99	<0.001*	-0.01	0.09	NA	0.92

Figure 1: Flow diagram

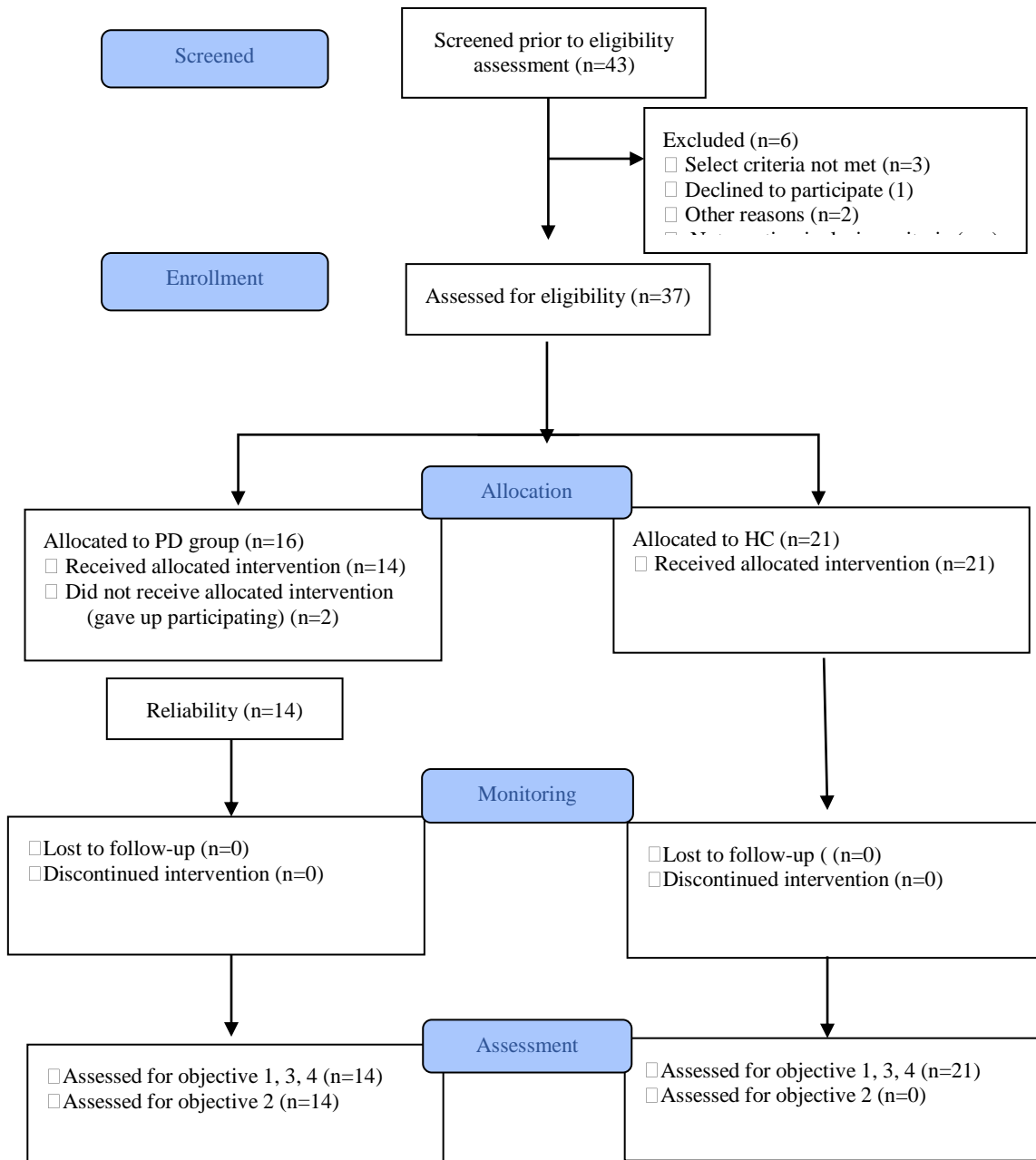
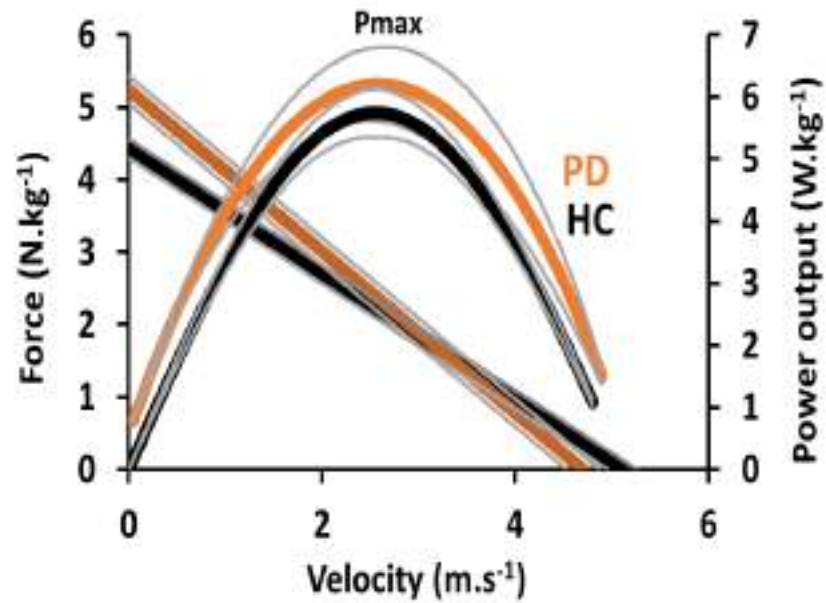


Figure 2: Relationship between Force, Velocity, and Pmax during sprint acceleration of Parkinson's disease (PD) and healthy control (HC) subjects.



Note: Bold lines represented mean of PD group, orange lines represented mean of HC group, and grey lines represented standard deviation (SD) for both groups during the sprint.

6. ESTUDOS COMPLEMENTARES

6.1 Estudo 4

Efeitos da caminhada nórdica no perfil antropométrico e composição corporal de pessoas com doença de Parkinson: ensaio clínico randomizado

(Publicado na Revista Conscientia e Saúde)

(Qualis CAPES Medicina I: C)



Introdução

A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurológica, crônica, degenerativa e progressiva. Seus sintomas geralmente manifestam-se em torno de 60 anos de idade, sendo homens mais acometidos do que mulheres¹. No Brasil, o número de pessoas com DP é de aproximadamente 800 mil, e até o ano de 2020 estima-se que mais de quarenta milhões de pessoas terão DP. A projeção para 2040 indica que essa doença seja a segunda causa de morte entre doenças neurológicas em idosos².

As características clínicas da doença são distúrbios motores, tais como tremor em repouso, rigidez, déficits no equilíbrio e na marcha, além de lentidão e redução na amplitude dos movimentos com dificuldade em iniciá-los³. Tais alterações podem promover um grande risco de quedas⁴, e associados ao medo de cair, contribuem para a inatividade física, agravando ainda mais o quadro clínico de pessoas com DP e influenciando negativamente na sua composição corporal⁵.

A abordagem medicamentosa é o tratamento padrão para a DP, mas o uso do L-dopa apresenta perda da eficácia com o tempo e está associado ao desenvolvimento de complicações motoras típicas, como discinesias⁶. Tem sido sugerido que os exercícios físicos podem estimular o controle do movimento e retardar a progressão da doença. Exercícios como a dança⁷ e caminhadas são indicados para este público⁸.

Uma variação da caminhada livre (CL), e possivelmente mais segura para pessoas com DP devido à maior estabilidade através do uso dos bastões, é a caminhada nórdica (CN), do inglês Nordic Walking. Vários estudos já têm demonstrados os efeitos superiores da caminhada nórdica quando comparada a caminhada livre nesses pacientes, em mobilidade funcional, questões cognitivas, ativação muscular⁹. Utilizando-se dos bastões, o comprimento da passada aumenta, resultando em uma marcha mais rápida e segura¹⁰. Além de proporcionar uma maior ativação muscular na parte superior do corpo durante a caminhada, aumentando o gasto calórico

quando comparada à CL^{11,12}. Entretanto, o manejo de terapias físicas exige o monitoramento do perfil nutricional, pois, normalmente, a massa corporal e massa magra são reduzidas em pessoas com doença de Parkinson em comparação com sujeitos controle^{13,14}. Inclusive estes prejuízos de composição corporal são indicadores de demência e declínio cognitivo na DP¹⁵.

Embora a DP seja muito estudada quanto a diferentes aspectos clínico-funcionais, pouco se sabe em relação aos efeitos da CN sobre o perfil antropométrico e a composição corporal em pessoas com essa doença. E mais, ao que se sabe, até o presente momento, nenhuma pesquisa mostrou os efeitos de diferentes programas de tratamento de caminhadas (CN e CL) nos parâmetros da composição corporal nesta população. Sendo assim, o objetivo no atual estudo é avaliar os efeitos de um programa de CN e um de CL sobre o perfil antropométrico e a composição corporal de pessoas com DP, e correlacionar o estadiamento da DP com o índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura dos participantes. Hipotetizou-se que a CN possa melhorar o quadro de composição corporal (percentual de gordura e massa livre de gordura) em maior grau do que a CL, devido às diferenças biomecânicas entre os tipos de movimento.

Materiais e métodos

Este estudo caracteriza-se como longitudinal do tipo ensaio clínico randomizado em paralelo, tendo sido registrado no ClinicalTrials.gov (NCT03355521), e conduzido após a aprovação pelo Comitê de Ética do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) com o número 555.123, e foi descrito seguindo as recomendações do CONSORT (<http://www.consort-statement.org/>). Os procedimentos avaliativos foram realizados no Laboratório de Pesquisa do Exercício (L.APEX) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

O recrutamento dos voluntários ocorreu durante consultas no ambulatório e análise de

22 prontuários do setor de neurologia do HCPA e de prontuários de duas Unidades Básicas de Saúde (SUS) da cidade de Porto Alegre. Ainda foi realizada uma divulgação em três jornais de ampla circulação, via redes sociais, e na Associação de Parkinson do Rio Grande do Sul (APARS).

Participaram do estudo homens e mulheres, com idade acima de 50 anos, com DP idiopática, com o diagnóstico atribuído por neurologistas, por meio da utilização dos Critérios do Banco de Cérebro de Londres (CBCL)¹⁷. Como critérios de elegibilidade: (1) não ter realizado cirurgias recentes, estimulação cerebral profunda (DBS – Deep Brain Stimulation); (2) ter cardiopatias graves, hipertensão arterial não controlada, ou ter sofrido infarto do miocárdio há menos de um ano, ou ser portador de marca-passo; (3) ter sido acometido por acidente cerebral encefálico ou outras doenças neurológicas associadas, ou ter demência; (4) usar próteses nos membros inferiores; (5) não ter condições de deambulação; (6) ter atestado médico com liberação para participar de treinamentos com duração em torno de 60 minutos; (7) estar em tratamento médico e medicamentoso; (8) estar isento da prática de exercícios físicos regulares há pelo menos seis meses.

Os testes foram realizados em uma única visita, efetuando-se avaliações de antropometria, composição corporal e estadiamento da doença. Os participantes receberam assistência de dois pesquisadores para evitar possíveis quedas, durante as avaliações as quais ocorreram na fase “ON” da medicação antiparkinsoniana. Após os procedimentos avaliativos, os indivíduos foram randomizados (via *online* pelo site www.randomization.org) alocados nos diferentes grupos de intervenção por um avaliador cego. Os sujeitos foram avaliados antes e após o período de treinamento pelos mesmos avaliadores, cegos quanto ao tipo de intervenção.

A massa corporal foi mensurada em uma balança científica, com capacidade de 200 kg e resolução de 100 g; e a estatura, em um estadiômetro acoplado à referida balança, com resolu-

ção de 1 mm (Pillizola, São Paulo, Brasil). O índice de massa corporal (IMC) foi determinado pela razão entre a massa corporal e a estatura ao quadrado. Na sequência, um avaliador experiente, mensurou perímetros, diâmetros ósseos e comprimento do membro inferior.

As medidas antropométricas foram realizadas seguindo a recomendação da International Standards for Anthropometric Assessment¹⁸. Esta avaliação ocorreu duas vezes em forma de circuito nas dobras cutâneas: peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, supraílica, abdominal, coxa e panturrilha mensuradas por um adipômetro científico da marca Sanny (American Medical, São Paulo, Brasil), com resolução de 0,1 mm. Considerou-se uma média das medidas e quando havia uma diferença de 10%, uma terceira mensuração era realizada pelo mesmo avaliador. O percentual de gordura foi obtido por meio da fórmula de Siri¹⁹: %G = $[(4,95/DENSIDADE\ C.) - 4,50] \times 100$.

A avaliação dos sintomas motores e o estadiamento da DP foram realizados por um avaliador experiente, por meio das escalas UPDRS, Hoehn & Yahr (H&Y), respectivamente. A escala UPDRS – III, validada para a população brasileira²⁰, contém 14 itens correspondentes à sessão de exploração motora que contemplam os seguintes domínios: fala, expressão facial, tremor de repouso, tremor postural e de ação das mãos, rigidez, movimentos manuais, agilidade das pernas, levantar da cadeira, postura, marcha, estabilidade postural e bradicinesia e hipocinesias corporais, cujos escores variam de 18 a 31, de forma que quanto maior o escore, maior o comprometimento.

O estadiamento da doença foi avaliado com a escala Hoehn e Yahr (H&Y), também validada para a população brasileira²¹. Esta escala possui oito estágios, do 0 (sem sinais da doença) até o 5 (uso de cadeiras de rodas e/ou acamado) de acordo com a gravidade da DP, como podem ser observados no Quadro 1:

Durante seis semanas, os sujeitos compareceram à Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança (EsEFID-UFRGS) para a realização das

Estadiamento	Sintomas
Estágio 0	Sem sinais da doença.
Estágio 1	Doença unilateral.
Estágio 1.5	Acometimento unilateral e axial.
Estágio 2	Acometimento bilateral, sem prejuízo do equilíbrio.
Estágio 2.5	Leve acometimento bilateral, recuperação no teste de equilíbrio ("pull test").
Estágio 3	Acometimento leve a moderado, alguma instabilidade postural, independente fisicamente.
Estágio 4	Acometimento severo, ainda capaz de caminhar ou permanecer em pé sem auxílio.
Estágio 5	Usando cadeira de rodas ou cama, mesmo exceto se auxiliado.

Quadro 1: Escala Hoehn e Yahr (H&Y) para o estadiamento e para o nível de incapacidade da Doença de Parkinson. Fonte: Szabo et al.¹⁹

12 sessões de treinamento de CN e de CL, com a frequência de duas vezes por semana, em dias não consecutivos, com a duração inicial de 35 minutos diários, com progressão até 50 minutos no total, no último ciclo de treinamento, totalizando 12 sessões. Os participantes de ambos os grupos fizeram seis sessões de familiarização da caminhada e correção da técnica (Quadro 2). Os mesmos exercícios foram realizados nos dois grupos, porém no grupo da caminhada nórdica foi introduzido o uso do bastão (Newfeel® - Decathlon, Nordic Walker, China) que foi ajustado individualmente conforme a estatura corporal. O protocolo de familiarização e ensino da técnica de CN foi realizado segundo o estudo de Arcila et al.²⁰

O programa de treinamento tanto da CN quanto da CL consistiu em três momentos, a saber: mobilização articular + aquecimento com caminhada livre de três minutos na velocidade de caminhada autosselccionada (VAS); parte principal constituída pelo treinamento específico do grupo e volta à calma. Maiores detalhes sobre a periodização do treinamento, ver o estudo de Monteiro⁶.

Análise estatística

O tamanho da amostra foi calculado antes do início do estudo, usando o software G-Power, para Windows, versão 3.1.9.2. Foi adotado um nível de significância de 0,05, um poder com 1- β probabilidade de erro de 95%, assumindo um $\alpha = 0,05$, tamanho de efeito de 0,43, baseado nas médias e desvios-padrão do percentual de gordura do grupo caminhada nórdica e caminhada livre do estudo de Song et al. (2013). O resultado do tamanho amostral foi o de 14 participantes para cada grupo, porém considerando uma possível perda amostral, selecionaram-se 75 voluntários, restando, destes, 33 participantes (CN, $n = 17$) (CL, $n = 16$).

Os dados das variáveis escalares do atual estudo estão apresentados em média e erro padrão, enquanto os dados das variáveis categóricas em frequência absoluta (n). A comparação dos dados de caracterização da amostra nos diferentes grupos foi realizada por meio de um



Figura 1: Familiarização da técnica da caminhada nórdica. Fonte: Os autores.

Sessões	Exercícios da sessão
Sessão 1: Postura, fortalecimento do abdômen e equilíbrio	<ul style="list-style-type: none"> - Contrair rápida e lentamente o abdômen - Apoiar-se em um pé com olhos abertos e fechados - Estender e flexionar joelhos (estático) - Projeitar o peitoral para frente - Manter a postura ereta - Colocar bastões e arrastar
Sessão 2: Correção dos padrões de marcha	<ul style="list-style-type: none"> - Colocar os pés em diferentes ângulos - Caminhar em diferentes direções: para frente, para trás, para o lado e na diagonal - Balancear apoiando-se ora no calcanhar, ora na ponta dos pés - Colocar primeiro o calcanhar no chão ao pisar - Impulsar o corpo à frente apoiando-se na ponta do pé - Estender os joelhos para impulsar o corpo - Flexionar os joelhos para dar passo à frente - Caminhar alternando braço direito com perna esquerda e vice-versa.
Sessão 3: Dissociação das cinturas pélvica e escapular	<ul style="list-style-type: none"> - Balancear os braços e rotacionar o tronco com e sem bastões (estático) - Caminhar com e sem bastões focando no balanço do braços e na rotação de tronco. - Posicionar-se em dupla, um atrás do outro: uma pessoa segura o bastão pelo agente, e a outra pela ponta, deve-se rotar o tronco e balancear os braços simultaneamente
Sessão 4: Coordenação entre braços e pernas	<ul style="list-style-type: none"> - Caminhar com os braços em movimentos simultâneos para frente e para trás, pressionando o bastão no chão a fim de impulsar o corpo à frente - Realizar o mesmo exercício anterior focando na semiflexão do cotovelo - Caminhar com o auxílio de bastões procurando pressioná-los no chão, alternando o braço direito com perna esquerda e vice-versa - Caminhar com o apoio de bastões, estender o cotovelo e inclinar os bastões para trás - Formar dupla, um atrás do outro: uma pessoa segura o bastão pelo agente, e a outra pela ponta e caminhar movimentando os bastões
Sessão 5: Trabalhar a amplitude do movimento e aumentar a velocidade da marcha	<ul style="list-style-type: none"> - Caminhar com os bastões com a atenção no comprimento do passo (passo longo) - Caminhar com os bastões e abrir as mãos quando os bastões forem movimentados para trás, e fechá-los quando estes forem impulsionados para frente
Sessão 6: Técnica completa	<ul style="list-style-type: none"> - Caminhar tendo em conta todos os aspectos técnicos da marcha: <ul style="list-style-type: none"> - Dar passo longo - Fazer contato inicial do calcanhar no chão ao caminhar - Alongar verticalmente, manter a postura ereta, olhar para o horizonte - Coordenar braços e pernas e na caminhada nórdica: <ul style="list-style-type: none"> - Realizar semiflexão de cotovelo - Inclinar os bastões para trás - Fazer descarga do peso nos bastões para impulsar o corpo à frente - Abrir e fechar as mãos

Quadro 2: Protocolo de familiarização para o ensino da técnica da CN e correção da caminhada

Fonte: Adaptado de Aclis et al.¹⁸

teste t para amostras independentes, a normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e pelo teste Qui-Quadrado. Para a análise das variáveis dependentes, na comparação dos diferentes grupos nos momentos pré- e pós-treinamento, utilizou-se as Equações de Estimativas Generalizadas (GEE) com *post hoc* de Bonferroni. Além disso,

o tamanho de efeito foi calculado pelo método "d" de Cohen, comparando as médias pré- e pós-dentro de cada grupo. O teste de Spearman foi usado para a análise da correlação entre estabelecimento da doença e composição corporal. As análises foram realizadas no software SPSS, para Mac, versão 22.0, com $\alpha < 0,05$.

Resultados

Embora a amostra inicial deste estudo tenha se constituído de 33 sujeitos divididos randomicamente entre os grupos CL ($n = 16$) e CN ($n = 17$), quatro participantes não concluíram o período de seis semanas de intervenções (dois do CL e dois do CN), representando 12% de desistência. Além destes, outros quatro sujeitos não realizaram as avaliações pós-treinamento. Assim, 29 participantes finalizaram as sessões de treinamento físico, e 25 realizaram todas as avaliações propostas neste trabalho (Figura 2). Aqueles que completaram o período de intervenções apresentaram frequência superior a 90% nas sessões de treinamento, demonstrando aderência ao protocolo proposto. As características dos participantes estão apresentadas na Tabela 2.

Decorridas seis semanas de intervenções, foram observadas mudanças significativas nos desfechos relação cintura/quadril, somatório de dobras cutâneas de membros superiores e somatório de dobras cutâneas. Os valores da relação cintura/quadril foram reduzidos em 2,2% após o protocolo de CL ($p = 0,022$; tamanho do efeito: $0,24 \pm 0,38$). O somatório das dobras cutâneas referentes aos MMSS sofreu redução de 5,5%, depois da CN ($p = 0,017$; tamanho do efeito: $0,18 \pm 0,37$); e 4,6%, após CL ($p = 0,017$; tamanho do efeito: $0,17 \pm 0,38$). Além disso, o somatório total das dobras cutâneas apresentou diminuição significativa de 4,3% no grupo CN ($p = 0,012$; tamanho do efeito: $0,14 \pm 0,37$); e 4,7%, no grupo CL ($p = 0,012$; tamanho do efeito: $0,16 \pm 0,37$). Os dados referentes à antropometria são apresentados na tabela 3.

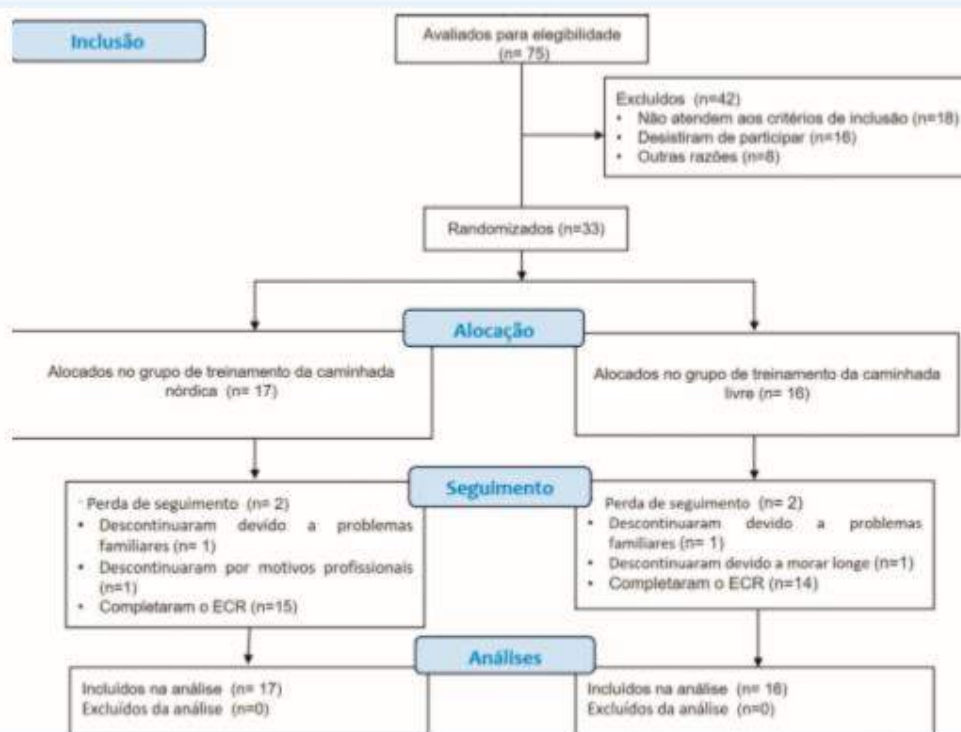


Figura 2: Fluxograma demonstrativo do processo de seleção, alocação e análise dos participantes do estudo. Doença de Parkinson (DP); estimulação cerebral profunda (DBS – Deep Brain Stimulation); ensaio clínico controlado randomizado (ECR)

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 2: Dados de caracterização dos grupos CN e CL, apresentados em média e erro padrão (desfechos escalares) e frequência absoluta (desfechos categóricos), e os índices de significância das comparações entre grupos no pré-teste

	Grupo CN (n = 17)	Grupo CL (n = 16)	p
Idade (anos)	64,43 ± 10,14	70,71 ± 5,95	0,059
Sexo (feminino/masculino)	6/11	6/10	0,035
Tempo de diagnóstico da DP (meses)	60,50 ± 45,74	58,71 ± 40,63	0,914
UPDRS III	15,79 ± 14,14	23,36 ± 16,91	0,210
Hoehn e Yahr 1 (n)	7	5	
Hoehn e Yahr 2 (n)	6	6	0,217
Hoehn e Yahr 2,5 (n)	3	2	
Hoehn e Yahr 4 (n)	1	3	

Fonte: Elaborada pelos autores.

No entanto, o protocolo de treinamento proposto, tanto para CN quanto para CL, não foi eficaz para mudanças significativas na massa corporal ($p = 0,808$), no IMC ($p = 0,392$), no MMII ($p = 0,309$), nas massas magra ($p = 0,834$), gorda ($p = 0,721$) e óssea ($p = 0,348$), bem como nos percentuais de gordura ($p = 0,887$), de massa muscular ($p = 0,361$) e de massa óssea ($p = 0,348$).

Objetivou-se, na análise da correlação, verificar se existem associações entre o estadia-

mento da doença e o IMC. Dessa forma, não há influência do grupo. Para realizá-la utilizou-se a amostra total do estudo, assim proporcionando um maior poder de análise. Ao se observarem as correlações entre o estadiamento da DP pela escala H&Y e o IMC ($\rho = -0,292$ e $p = 0,131$; e $\rho = -0,257$ e $p = 0,187$), e a H&Y com o percentual da gordura corporal ($\rho = -0,180$ e $p = 0,368$; e $\rho = -0,140$ e $p = 0,485$), não se encontrou nenhuma correlação significativa nos dados da amostra pré- e pós-treinamento, respectivamente.

Discussão

O objetivo neste estudo foi analisar o perfil antropométrico e a composição corporal de pessoas com DP, antes e após seis semanas de treinamento de CN e CL, e verificar a existência de associação entre o estadiamento da DP com o IMC e o percentual de gordura dos participantes. A hipótese aqui proposta não foi confirmada, pois, embora o protocolo de treinamento de

Tabela 3: Desfechos relacionados à antropometria dos pacientes com DP dos grupos CN e CL no pré- e no pós-treinamento. Dados apresentados em média e erro-padrão

	Grupo Caminhada Nórdica		Grupo Caminhada Livre	
	Pré-Treinamento	Pós-Treinamento	Pré-Treinamento	Pós-Treinamento
Massa Corporal (kg)	81,46 (4,20)	82,17 (4,42)	66,66 (3,03)*	65,68 (3,62)*
IMC (kg/m ²)	28,53 (1,30)	28,65 (1,34)	25,92 (1,01)	25,49 (1,20)
Relação Cintura/Quadril	0,94 (0,02)	0,95 (0,02)	0,91 (0,02)	0,89 (0,02)*#
MMII (mm)	27,41 (2,97)	27,71 (2,73)	36,00 (4,07)	34,19 (4,06)
MMSS (mm)	123,87 (9,15)	117,00 (9,09)#	103,67 (6,93)	98,85 (6,74)#
Somatório Dobras Cutâneas	151,28 (11,39)	144,71 (10,77)#	139,67 (9,94)	133,04 (9,69)#
Massa Magra (kg)	63,43 (2,88)	64,19 (3,01)	51,02 (2,14)*	50,87 (3,39)*
Massa Gorda (kg)	18,02 (2,06)	17,99 (2,26)	15,64 (2,09)	14,81 (1,79)
Massa Óssea (kg)	16,98 (4,03)	17,02 (4,03)	14,94 (3,75)	14,95 (3,75)
%Gordura	21,62 (1,64)	21,27 (1,84)	22,74 (2,41)	22,58 (2,52)
%Massa Muscular	37,59 (1,70)	37,78 (1,97)	38,49 (2,54)	35,26 (2,10)
%Massa Óssea	20,99 (4,84)	20,73 (4,59)	22,61 (5,69)	23,29 (5,99)

* indica haver diferença significativa entre os grupos no mesmo tempo. # indica haver diferença significativa do pré para o pós-treinamento no mesmo grupo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 2: Dados de caracterização dos grupos CN e CL, apresentados em média e erro padrão (desfechos escalares) e frequência absoluta (desfechos categóricos), e os índices de significância das comparações entre grupos no pré-teste

	Grupo CN (n = 17)	Grupo CL (n = 16)	p
Idade (anos)	64,43 ± 10,14	70,71 ± 5,95	0,059
Sexo (feminino/masculino)	6/11	6/10	0,035
Tempo de diagnóstico da DP (meses)	60,50 ± 45,74	58,71 ± 40,63	0,914
UPDRS III	15,79 ± 14,14	23,36 ± 16,91	0,210
Hoehn e Yahr 1 (n)	7	5	
Hoehn e Yahr 2 (n)	6	6	0,217
Hoehn e Yahr 2,5 (n)	3	2	
Hoehn e Yahr 4 (n)	1	3	

Fonte: Elaborada pelos autores.

No entanto, o protocolo de treinamento proposto, tanto para CN quanto para CL, não foi eficaz para mudanças significativas na massa corporal ($p = 0,808$), no IMC ($p = 0,392$), no MMII ($p = 0,309$), nas massas magra ($p = 0,834$), gorda ($p = 0,721$) e óssea ($p = 0,348$), bem como nos percentuais de gordura ($p = 0,887$), de massa muscular ($p = 0,361$) e de massa óssea ($p = 0,348$).

Objetivou-se, na análise da correlação, verificar se existem associações entre o estadia-

mento da doença e o IMC. Dessa forma, não há influência do grupo. Para realizá-la utilizou-se a amostra total do estudo, assim proporcionando um maior poder de análise. Ao se observarem as correlações entre o estadiamento da DP pela escala H&Y e o IMC ($\rho = -0,292$ e $p = 0,131$; e $\rho = -0,257$ e $p = 0,187$), e a H&Y com o percentual da gordura corporal ($\rho = -0,180$ e $p = 0,368$; e $\rho = -0,140$ e $p = 0,485$), não se encontrou nenhuma correlação significativa nos dados da amostra pré- e pós-treinamento, respectivamente.

Discussão

O objetivo neste estudo foi analisar o perfil antropométrico e a composição corporal de pessoas com DP, antes e após seis semanas de treinamento de CN e CL, e verificar a existência de associação entre o estadiamento da DP com o IMC e o percentual de gordura dos participantes. A hipótese aqui proposta não foi confirmada, pois, embora o protocolo de treinamento de

Tabela 3: Desfechos relacionados à antropometria dos pacientes com DP dos grupos CN e CL no pré- e no pós-treinamento. Dados apresentados em média e erro-padrão

	Grupo Caminhada Nórdica		Grupo Caminhada Livre	
	Pré-Treinamento	Pós-Treinamento	Pré-Treinamento	Pós-Treinamento
Massa Corporal (kg)	81,46 (4,20)	82,17 (4,42)	66,66 (3,03)*	65,68 (3,62)*
IMC (kg/m ²)	28,53 (1,30)	28,65 (1,34)	25,92 (1,01)	25,49 (1,20)
Relação Cintura/Quadril	0,94 (0,02)	0,95 (0,02)	0,91 (0,02)	0,89 (0,02)*#
MMII (mm)	27,41 (2,97)	27,71 (2,73)	36,00 (4,07)	34,19 (4,06)
MMSS (mm)	123,87 (9,15)	117,00 (9,09)#	103,67 (6,93)	98,85 (6,74)#
Somatório Dobras Cutâneas	151,28 (11,39)	144,71 (10,77)#	139,67 (9,94)	133,04 (9,69)#
Massa Magra (kg)	63,43 (2,88)	64,19 (3,01)	51,02 (2,14)*	50,87 (3,39)*
Massa Gorda (kg)	18,02 (2,06)	17,99 (2,26)	15,64 (2,09)	14,81 (1,79)
Massa Óssea (kg)	16,98 (4,03)	17,02 (4,03)	14,94 (3,75)	14,95 (3,75)
%Gordura	21,62 (1,64)	21,27 (1,84)	22,74 (2,41)	22,58 (2,52)
%Massa Muscular	37,59 (1,70)	37,78 (1,97)	38,49 (2,54)	35,26 (2,10)
%Massa Óssea	20,99 (4,84)	20,73 (4,59)	22,61 (5,69)	23,29 (5,99)

* Indica haver diferença significativa entre os grupos no mesmo tempo. # indica haver diferença significativa do pré para o pós-treinamento no mesmo grupo.

Fonte: Elaborada pelos autores.

CN tenha melhorado o quadro de composição corporal, estas mudanças foram semelhantes as do grupo CL.

Os principais achados neste trabalho foram: (1) melhora efetiva no somatório de dobras cutâneas e membros superiores para ambos os grupos; (2) a massa corporal e a massa magra não se modificaram após o período de treinamento de CN e CL. Coletivamente estes achados confirmam uma adaptação positiva nos valores relacionados à quantidade de gordura corporal, ao mesmo tempo em que não indicaram reduções de massa corporal durante o período. Tendo em consideração que a massa corporal é reduzida nessas pessoas^{13,14}, é possível afirmar que, em um programa de curta duração (seis semanas) de caminhada, podem-se obter ganhos de composição corporal sem o risco de redução de massa corporal. Estes achados também confirmam os encontrados em investigações anteriores as quais demonstram que a CN é uma ferramenta útil no combate à DP devido aos resultados positivos na funcionalidade e na mobilidade²², bem como em sintomas depressivos e qualidade de vida. Além disso, a CN mostrou resultados melhores do que a CL na mobilidade funcional e autonomia¹⁵. Em virtude dessas adaptações conhecidas, esperava-se que o perfil de composição corporal fosse mais modificado na CN, o que não foi confirmado.

Na composição corporal do indivíduo com DP, a variável massa magra pode apresentar atrofia por desuso ou descondicionamento físico, em decorrência das manifestações da doença¹². Tal fato acaba por reduzir o potencial muscular, ocasionando movimentos descoordenados, quedas e baixa adesão aos exercícios físicos¹⁴.

Em um estudo em que se comparou a composição corporal de idosos saudáveis com sujeitos com DP, a variável de massa magra apresentou valores menores em relação aos indivíduos saudáveis. Tais resultados foram atribuídos à atrofia por desuso ou descondicionamento físico²³. O próprio processo de envelhecimento já causa reduções de fibras musculares do tipo IIA, predis-

pondo à fraqueza e fadiga muscular, em indivíduos com DP essa redução é mais significativa²⁴.

Por sua vez, na pesquisa de Yilmaz et al.²⁵, com 73 portadores da DP, observa-se uma importante redução de massa magra em relação ao grupo controle de 71 indivíduos. A massa corporal total foi semelhante, indicando que a sarcopenia, devido ao envelhecimento, pode ser mais intensa em pessoas com DP. De modo interessante, o estudo aqui apresentado mostra que o exercício físico aeróbico pode ser uma ferramenta útil a fim de diminuir estes prejuízos.

Em relação aos resultados das correlações entre o estadiamento da DP pela escala H&Y e o IMC, bem como a escala H&Y, com o % da gordura corporal, não foi encontrada nenhuma correlação significativa nos dados da amostra, tanto no pré- quanto no pós-treinamento para ambos os grupos. Provavelmente, esses achados podem ser explicados pelo baixo número de sujeitos com estadiamento mais avançados na escala H&Y em ambos os grupos de treinamento.

Entretanto, os sintomas principais da DP, como rigidez, bradicinesia e tremor, e o fenômeno do *Freezing*, podem acarretar limitação funcional do indivíduo. Com a progressão da doença, surgem alterações na postura e na marcha, o que contribui mais intensamente para o afastamento da prática de atividades físicas⁸. Além disso, o risco de quedas também prejudica o desempenho nos exercícios físicos. Em estágios leves, o risco de queda do indivíduo com DP equipara-se ao de queda de idosos saudáveis. No estágio avançado, no entanto, o aumento do risco de quedas está relacionado às alterações cognitivas^{26,27}.

Desta forma, o uso dos bastões de CN proporciona apoio e equilíbrio, gerando segurança para a prática da caminhada²⁸. Assim, acredita-se que a CN pode ser um modo de se exercitar tão efetivo quanto o da CL para a população com DP, pois, além de promover benefícios à saúde em geral, possibilita menor impacto nas articulações dos membros inferiores com o uso dos bastões e pode ser uma forma segura de realizar atividade física devido à maior estabilida-

de de tronco²⁸, tornando viável que indivíduos portadores de DP a pratiquem sozinhos²⁹.

Além disso, a CN gera maior gasto energético por exigir mais trabalho mecânico³² e maior produção de ativação muscular dos membros superiores e abdominais, o que pode justificar a mudança nos valores de circunferências de MMSS³⁰ encontrados nos resultados do atual estudo. Estas alterações biomecânicas e neuromusculares da CN aliadas ao maior perímetro de MMSS indicam que são possíveis adaptações de força muscular com a prática da CN. Adicionalmente, observou-se que houve uma maior redução (5,5%) do somatório das dobras cutâneas referentes aos membros superiores no grupo CN, em comparação ao grupo CL.

No entanto, o protocolo de treinamento proposto nesta pesquisa, tanto para CN quanto para CL, não foi eficaz na promoção de mudanças significativas na massa corporal, no IMC, nos MMII, nas massas magra, gorda e óssea, bem como nos percentuais de gordura, de massa muscular e de massa óssea da amostra. Esse resultado é diferente do encontrado em um recente estudo de Barbalho et al.²⁶, em que se avaliaram os efeitos de 12 semanas de treinamento de resistência (TR) muscular sobre a força, capacidade funcional e composição corporal de 15 sujeitos com DP. Os autores concluíram que o TR realizado de forma isolada foi capaz de gerar positivas mudanças na composição corporal e ganhos na força e na funcionalidade de pessoas com DP. Os resultados, no atual estudo, podem ser explicados pelo curto período de treinamento e que investigações com um período de treinamento de CN e CL superior a seis semanas podem indicar modificações específicas na composição corporal entre modelos de treinamento de caminhada com e sem bastões em pessoas com DP.

Este estudo tem limitações que necessitam ser discutidas. Os resultados aqui apresentados devem ser limitados para intervenções de até seis semanas. Embora os achados atuais sejam interessantes, pela relativa curta duração, estudos com maior duração são necessários para verificar as adaptações de composição corporal em pessoas

com DP. Além disso, esta pesquisa não apresenta grupo controle, portanto os achados devem ser analisados com cuidado. É importante notar que, devido à característica neurodegenerativa do distúrbio analisado, as diferenças encontradas poderiam ser intensificadas com a adição do grupo controle. Outra limitação é não ter sido avaliado o gasto energético dos sujeitos durante as sessões de treinamento, bem como o nível de atividade física diário. Tais informações poderiam ser agregadas aos resultados, por esse motivo, sugere-se que novas investigações sejam realizadas.

Conclusão

O programa de treinamento de CN e CL promoveu melhora efetiva para ambos os grupos nos parâmetros de composição corporal, tais como relação cintura/quadril, somatório de dobras cutâneas de membros superiores e inferiores e no somatório total. Assim, este estudo indica que a CN é tão eficaz quanto a CL para a composição corporal de pessoas com DP.

Agradecimentos

Os autores expressam seus agradecimentos pelos financiamentos recebidos ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) (n. 028/2015), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (n.1159844), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (n. 483510/2013-0), FIPE-HCPA (nº 140051) e à Decathlon Stores - NewFeel em nome do senhor Érik Pflieger. São igualmente gratos ao Grupo de Pesquisa Locomotion da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e ao Grupo de Pesquisa em Análises de Movimento e Neuroreabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre pelas discussões, comentários e apoio intelectual para este estudo. E expressam seus sinceros agradecimentos à Associação de Parkinson do Rio Grande do Sul (APARS) e a todos os voluntários do estudo.

Financiamento

Fundo de Incentivo a Pesquisas (FIPE-HCPA) Nº 140051, LAPEX (n. 028/2015), CAPES (n.1159844), CNPq (n. 483510/2013-0), Decathlon Stores (Bastões – Newfeel Oficial).

Referências

1. Rafferty MR, Schmidt PN, Luo ST, Li K, Marras C, Davis TL, et al. Regular exercise, quality of life, and mobility in Parkinson's disease: a longitudinal analysis of national Parkinson foundation quality improvement initiative data. *J Parkinson Dis*. 2017;7(1):193-202.
2. Dos Santos EM, Ziegler JR, Ferreira FV. Doença de Parkinson: revisão bibliográfica. *Disciplinarum Scientia| Saúde*. 2016;8(1):115-29.
3. Monteiro EP, Franzoni LT, Cubillos DM, Fagundes AO, Carvalho AR, Oliveira HB, et al. Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2017;27(3):351-8.
4. Franzoni LT, Monteiro EP, Oliveira HB, da Rosa RC, Costa RR, Rieder C, et al. Week Nordic and free walking improve postural balance in Parkinson's disease. *Sports Med Int Open*. 2018;2(01):E28-E34.
5. Cugusi L, Solla P, Serpe R, Carzedda T, Piras L, Oggianu M, et al. Effects of a Nordic walking program on motor and non-motor symptoms, functional performance and body composition in patients with Parkinson's disease. *NeuroRehabilitation*. 2015;37(2):245-54.
6. Bang DH, Shin WS. Effects of an intensive Nordic walking intervention on the balance function and walking ability of individuals with Parkinson's disease: a randomized controlled pilot trial. *Aging Clin Exp Res*. 2017;29(5):993-9.
7. Delabary M, Komeroski IG, Monteiro EP, Costa RR, Haas NA. Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis. *Aging Clin Exp Res*. 2017;1-9.
8. Araújo LP, Rodrigues APC. Exercício físico e avaliação da capacidade funcional de um idoso com Parkinson. *Motricidade*. 2018;14(S1).
9. Kang TW, Lee JH, Cynn HS. Six-week Nordic treadmill training compared with treadmill training on balance, gait, and activities of daily living for stroke patients: a randomized controlled trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2016;25(4):848-56.
10. Peyré-Tartaruga LA, Monteiro EP. Perspective: A new integrative approach to evaluate pathological gait: locomotor rehabilitation index. 2016;1(2):86-90.
11. Peyré-Tartaruga LA, Coertjens M. Locomotion as a powerful model to study integrative physiology: efficiency, economy, and power relationship. *Front Physiol*. 2018;9:1789.
12. Pellegrini B, Peyré-Tartaruga LA, Zoppirolli C, Bortolan L, Savoldelli A, Minetti AE, Schena F. Mechanical energy patterns in nordic walking: comparisons with conventional walking. *Gait Posture*. 2017;(51):234-8.
13. Comeňuka NA, Oliveira HB, Silva ES, Costa RR, Kanitz AC, Liedtke CV, et al. Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: a randomized clinical trial. *PloS One*. 2019;14(1):e0211472.
14. Kim S, Kim Y, Park, SM. Body mass index and decline of cognitive function. *PloS One*. 2016;11(2):e0148908.
15. Arcila DMC, Monteiro EP, Comeňuka NA, Peyré-Tartaruga LA. Metodologia e didática pedagógica aplicada ao ensino da caminhada nórdica e livre para pessoas com doença de Parkinson. *Cadernos de formação RBCE*. 2018;8(2).
16. Aiello M, Eleopra R, Rumiatì RI. Body weight and food intake in Parkinson's disease. A review of the association to non-motor symptoms. *Appetite*. 2015;84:204-11.
17. Hughes AJ, Daniel SE, Kilford L, Lees AJ. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1992;55(3):181-4.
18. Marfell-Jones M, et al. International standards for anthropometric assessment. Potchefstroom, South Africa: ISAK; 2006.
19. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961 *Nutrition*. 1993;9(5):480-91.
20. Sofuwa O, Nieuwboer A, Desloovere K, Willems AM, Chavret F, Jonkers I. Quantitative gait analysis in Parkinson's disease: comparison with a healthy control group. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(5):1007-13.

21. Scialzo P, Kilmoe A, Cardoso F, Teixeira AL. Increased serum levels of soluble tumor necrosis factor- α receptor-1 in patients with Parkinson's disease. *J Neuroimmunol.* 2009;216(1):122-5.
22. Monteiro EP, Wild LB, Martins FC, Souza AE, Peyré-Taranuga LA. Aspectos biomecânicos da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: revisão narrativa. *Rev Bras Ciênc Saúde.* 2017;39(1):450-7.
23. Benjetti LA, Jarami M, Di Lorenzo VA, Pessoa BV. Influência da doença de Parkinson em capacidade física, função pulmonar e índice de massa magra corporal. *Psicoter Mov.* 2017;25(6).
24. Bernhardt D, Müller HE, Ludolph AC, Dupuis L, Kassubek J. Body fat distribution in Parkinson's disease: An MRI-based body fat quantification study. *Parkinsonism Relat Dis.* 2016;37:84-9.
25. Yilmaz O, Demirel B, İnci I, Duran E, Cakmur R. Evaluation of sarcopenia in Parkinson's disease. *Movement Disorders.* 2015;30(1):8162.
26. Barbalho M, Monteiro EP, Costa RR, Baird JL. Effects of low-volume resistance training on muscle strength and functionality of people with Parkinson's disease. (In Press).
27. Wild LB, Lima DB, Balardin JB, Rizzi L, Giacobbe BE, Oliveira HR, et al. Characterization of cognitive and motor performance during dual-tasking in healthy older adults and patients with Parkinson's disease. *J Neurol.* 2013;260(2):580-9.
28. Gougeon MA, Zhou L, Nansel J. Nordic walking improves trunk stability and gait spatial-temporal characteristics in people with Parkinson disease. *NeuroRehabilitation.* 2017;1-6.
29. Pellegrini B, Peyré-Taranuga LA, Zapparello C, Bernolan L, Sacchi E, Pigard-Puber H, Schena E. Exploring muscle activation during Nordic walking: a comparison between conventional and uphill walking. *PLoS One.* 2015;10(9):e0138906.
30. Cagani L, Manca A, Yeo TJ, Bossaro P, Mercuro C, Kaski JC. Nordic walking for individuals with cardiovascular disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Prev Cardiol.* 2017;24(18):1938-55.





CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial*

Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract			
	1a	Identification as a randomised trial in the title	1 e 3
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT for abstracts)	3
Introduction			
Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale	4
	2b	Specific objectives or hypotheses	5
Methods			
Trial design	3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio	
	3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	89 – 95 / 4
Participants	4a	Eligibility criteria for participants	5 e 6
	4b	Settings and locations where the data were collected	7
Interventions	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	6 e 7
Outcomes	6a	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	9
	6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	9
Sample size	7a	How sample size was determined	8
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	
Randomisation:			
Sequence generation	8a	Method used to generate the random allocation sequence	6
	8b	Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)	6
Allocation concealment	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	6

mechanism			
Implementation	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	6
Blinding	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those assessing outcomes) and how	6
	11b	If relevant, description of the similarity of interventions	7
Statistical methods	12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	8
	12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	8
Results			
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	9
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	9
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	
	14b	Why the trial ended or was stopped	NA
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	9
Numbers analysed	16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	8 e 9
Outcomes and estimation	17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	
	17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	
Ancillary analyses	18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	
Harms	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)	--
Discussion			
Limitations	20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	12
Generalisability	21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	
Interpretation	22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	10-12

Other information			
Registration	23	Registration number and name of trial registry	5
Protocol	24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	

*We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2010 Explanation and Elaboration for important clarifications on all the items. If relevant, we also recommend reading CONSORT extensions for cluster randomised trials, non-inferiority and equivalence trials, non-pharmacological treatments, herbal interventions, and pragmatic trials. Additional extensions are forthcoming: for those and for up to date references relevant to this checklist, see www.consort-statement.org.

6.2 Estudo 5

Nordic walking to fight Parkinson's disease: a randomized clinical trial for quality of life, non-motor and motor symptoms

(Será submetido no Journal Parkinsonism and Related Disorders)

(Impact Factor: 4.721)

Short title: Nordic walking for Parkinson's Disease

Authors: Elren Passos Monteiro, MSc^{a,b,e}, Aline de Souza Pagnussat, PhD^b, Leandro Tolfo Franzoni, BSc^a, Marindia Teixeira Becker, BSc^a, Alberito Rodrigo de Carvalho, PhD^a, Natalia Andrea Gomeñuka, PhD^a, Carlos Roberto de Mello Rieder, MD, PhD^e, Alexandro Andrade, PhD^f, Flávia Gomes Martinez, PhD^a, Felipe Barreto Schuch, PhD^{a,c,d}, Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga, PhD^a

Institutions and Affiliations:

^a Exercise Research Laboratory, School of Physical Education, Physical Therapy and Dance, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

^b Motion Analysis and Neurorehabilitation Laboratory, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil.

^c Postgraduate Program in Health and Human Development, Universidade La Salle, Canoas, Rio Grande do Sul, Brazil.

^d Mood Disorders Program, Division of Neurology, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

^e Sleep and Movement Disorders Clinics, Division of Neurology, Hospital de Clínicas de Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil.

^f Laboratory of Psychology of Sport and Exercise, Department of Physical Education, Center of Health Sciences and Sports, Santa Catarina State University, Brazil.

Corresponding author:

Leonardo A. Peyré-Tartaruga, Exercise Research Laboratory, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rua Felizardo, 750, 90690-200 Porto Alegre, Brazil.

E-mail: leonardo.tartaruga@ufrgs.br - Tel: 55 51984063793 - Fax: 55 5133085843

Trial registration Clinical Trials: NCT03355521.

Funding: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001 (n.1159844), LAPEX (n. 028/2015), CNPq (n. 483510/2013-0), FIPE-HCPA (nº 140051).

Abstract

Introduction: There are few studies that investigated the effects of nordic (NW) and free walking (FW) on the non-motor symptoms in Parkinson's disease (PD). The aim of this current randomized controlled trial in parallel was to compare the effects of a 9-week NW and FW training program on quality of life, cognitive function, and depressive symptoms.

Methods: The sample consisted in 33 people with PD (1-4 Hoehn and Yahr) allocated into two groups: NW (n = 16) and FW (n = 17). The variables analyze were quality of life (WHOQOL-BREF and WHOQOL-OLD), cognitive function (MoCA), depressive symptoms (GDS-15), and motor symptoms (UPDRS III).

Results: Significant improvements were found in overall (ES=0.91, $P<.001$) and physical (ES=1.01, $P=.037$), psychological (ES=1.17, $P=.019$), social participation (ES=1.13, $P=.007$) and intimacy (ES=2.01, $P=.033$) domains of QoL, as well in cognitive function (ES=0.83, $P=.046$) and depressive symptoms (ES=1.68, $P<.001$) for both groups. Only the NW group showed improvement in the autonomy domain (ES=1.47, $P<.001$).

Conclusion: Individuals with PD have a similar enhancement on non-motor symptoms after walking training with or without poles. However, the NW group showed a greater improvement in autonomy domain strengthening the applied and clinical potential of NW in patients with PD.

Keywords: Quality of Life, Cognitive Dysfunction, Depression, Parkinsonian Disorders, Exercise Therapy.

1. Introduction

Changes in the central nervous system resulting from Parkinson's disease (PD) lead to the manifestation of non-motor symptoms, such as cognitive deficits and increased depressive symptoms [1,2]. Clearly, the severity of non-motor and motor symptoms is directly correlated to deficits in quality of life (QoL) [3,4].

In addition to drug therapy, exercise shown be an effective strategy for treating depression and improving QoL in people with these clinical conditions [5,6]. In PD, compelling evidence suggests that exercise can improve non-motor symptoms such as cognitive deficits, depression and apathy [7–9]. However, it is not clear whether exercise can improve QoL.

Free walking (FW) is the standard physical activity recommended for this population. However, Nordic walking (NW - walking using two sticks) has been indicated especially due to its greater motor complexity (sustain and support sticks in the ground) requiring the activation of other cortical regions such as the premotor cortex [10,11]. It is proposed that, the higher complexity of neural circuitry involved in the movement of the NW may contribute to promote an improve in the cognitive deficits [7,12,13].

From a mechanistic standpoint, the enhanced cognitive function implies mitigate not just movement disorders but also non-motor symptoms including autonomic dysfunction, sleep disorders, and pain [4,5,14]. Although the positive motor and clinical adaptation using the NW in patients with PD have been shown [10,12,15,16], to the best of our knowledge, no data has yet been reported about effects of NW training program in comparison to an FW training program on non-motor symptoms and QoL of PD patients.

These training program can induce adaptations that might influence the health-related QoL, because the non-motor symptoms have, collectively, a greater impact on QoL than motor symptoms [17]. Our hypothesis is that the stimulation of mechanoreceptors provoked by excitatory stimuli from using poles (NW) is positive about cognition and QoL in PD leads to an increased improvement in QoL and non-motor symptoms when compared to FW in people with PD. Thus, the aim of this study was to compare the effects of a nine-week of NW and FW training on QoL, cognitive function, depressive and motor symptoms in people with PD.

2. Methods

This is a randomized clinical trial in parallel, single-blinded (evaluator), conducted according to the Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT) recommendations. No changes in methods after trial commencement were made. The study was approved by the ethics committee of *Hospital de Clínicas de Porto Alegre* (HCPA) (Clinics Hospital of Porto Alegre) (ref no. 24595713.4.0000.5327) and was registered in ClinicalTrials.gov (clinical trial identifier: NCT03355521). Also, follow concordance with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments. All participants read and signed an informed consent term before starting their participation in the study. All the participants were recruited from the Neurology ambulatory of HCPA, in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. After the initial contact by telephone, the patients were invited to participate in the study according to eligibility criteria. The assessments and the training sessions were performed between March 2013 to July 2014 at the *Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança* (ESEFID) da *Universidade Federal do Rio Grande do Sul* (UFRGS) (Physical Education, Physiotherapy and Dance School of the Federal University of Rio Grande do Sul).

Eligibility criteria were: (1) present a clinical diagnosis of idiopathic of according to Parkinson's disease Society Brain Bank criteria by one neurologist; (2) PD severity ranging between 1 and 4 on Hoehn and Yahr Scale (H&Y); (3) be in current use of pharmacological treatment for PD; (4) aging 50 years or more; (5) being sedentary; (6) has not passed in a recent surgery or Deep Brain Stimulation (DBS); (7) and do not present any clinical condition that limits or contraindicate the practice of exercise. The participants were informed about the procedures and phases of the study and they signed an informed consent form.

Exclusion criteria were any surgical procedures in the last six months; several cardiopathy, blood pressure non-controlled, myocardial infarct in the last 12 months or to use cardiac pacemaker; stroke or others neurological diseases such as dementia; acute pain or prostheses in the lower and upper limbs that make it

impossible to walk. All the information was assessed by the HCPA online medical record.

Following baseline testing, participants were randomly allocated into two training groups: nordic walking (NW) and free walking (FW). Interventions were conducted for both groups with two sessions per week, 35 minutes per day with the progression up to 50 minutes total in the last training cycle, totaling 9 weeks, always during the ON time of dopaminergic medication. Interventions were supervised by physical education professionals or physiotherapists, who provided immediate physical assistance when necessary during the training session.

2.1. Exercise training

The training program of both NW and the FW consisted of three parts: (1) joint mobilization + warm-up with free three-minute walk in the self-selected speed; (2) main part - specific training of the group; (3) cool-down. The NW group used NW poles (Newfeel® - Decathlon, Nordic Walker, China).

The training was individually prescribed according to the maximum distance performed (1-mile walking test adapted) for determining the volume of training and with the heart rate for determining the intensity of training based on the mathematical model of Tanaka [18]. We used a heart rate monitor, FT4 model (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) attached to the chest of the xiphoid process to control the progression of intensity. The training cycles ranged from 60 to 80% of heart rate reserve. Additionally, we used Borg ratio of perceived exertion (Borg RPE) for training intensity control, which ranged between 13 and 17 of that range, and matched the intensity of the heart rate. The total time of the sessions was determined in accordance with the training cycles and every three sessions. The periodization method is in detail in Monteiro et al. 2017.

In order to facilitate the learning process of the technique of the NW movement, it was used in the rhythmic verbal command, "1,2,3,4". In addition, patients were instructed to count this rate and to imagine the time in accordance with the step frequency. For an ethical issue, it was proposed to the participants of the FW that they could experience the NW after the 9-week FW intervention. Two videos showing training examples are given in the Supplementary Material (S1 and S2).

2.2. Outcomes

The main outcome of the present study was the QoL. Secondary outcomes were the cognitive function, depressive symptoms, motor symptoms and severity of the disease. Outcome measurements were performed at two different times (T1: initial evaluation before training and T2: evaluation after training). All the evaluations were conducted in "ON" period of medication, up to 3 hours after drug intake.

2.3. Assessments

The QoL and non-motor symptoms (cognitive function, depressive symptoms) were assessed with the following instruments: the questionnaire World Health Organization Instrument for Quality of Life Assessment (WHOQOL-BREF domains: physical, psychological, social relationships, environment, and general quality of life) and (WHOQOL-OLD domains: sensory abilities, autonomy, 'Past, Present and Future Activities', social participation, death and dying, intimacy, and general quality of life); the Montreal Cognitive Assessment (MoCA), the Geriatric Depression Scale - 15 items (GDS-15). Motor symptoms and severity of PD were evaluated using Unified Parkinson's disease rating scale-III (UPDRS-III) and H&Y, respectively [4,19]. Anthropometric data were collected in both tests for the characterization of the sample, such as body mass and height, measured with a scientific balance (FILIZOLA, São Paulo, Brazil). Two assessors conducted the mass and height assessments to avoid possible faults.

2.4. Statistical analysis

Data are presented, using mean and standard deviations or 95% confidence interval (CI 95%) for continuous measures. The baseline characteristics were compared by using one-way analysis of variance (ANOVA). Intent-to-treat analyses were carried for all outcomes using the Generalized Estimation Equation (GEE), as a comparison between the groups (NW and FW) and times (T1 and T2). The Bonferroni post-hoc was used to identify differences between the means for all

variables. Variables with significant interactions were included in the model as covariates. The domains of QoL were corrected by MoCA with $P < 0.001$ and by sex with $P > 0.05$. Data were analyzed with statistical software Statistical Package for Social Science (SPSS v.20.0, Chicago, USA).

2.5. Sample and Randomization

The sample size calculation showed that 30 patients would be sufficient (15 for each group) for a power of 90% and $\alpha = 0.05$) and a correlation coefficient of 0.9 for the variables based on the standard deviations and the differences between the means of a study with QoL outcomes [17]. Considering the possible withdrawals, the sample size was increased to 34 patients ($n = 34$). The patients who agreed to participate in the protocol were assigned a number and randomly allocated into one of the two groups using simple method to randomize by software online (www.randomizaton.com). Allocation was concealed using sequentially numbered and sealed opaque envelopes opened only each participant was admitted to the study. An independent assessor held the implementation and the sequence of randomization, with allocation index of 1:1.

3. Results

The flowchart detailing the steps of participant selection is shown in Figure 1. Baseline demographic, anthropometric and clinical characteristics of the sample, as well as all outcome variables, are described in Table 1. Approximately 82% of NW group participants and 75% of FW group participants had comparatively mild PD, modified Hoehn and Yahr stage 1 to 2.5. Whereas 18% in the stage 3 and 25% in the stage 4 that represents moderate to severe disease. The 33 participants (13 women and 20 men) had a mean age of 72 ± 8.5 years. The NW group was taller and heavier than the FW group. The cognitive impairment assessed by MoCA shows a worsen result for NW in comparison to FW at baseline, but these values indicate that the both groups initially had a mild cognitive impairment.

*** Figure 1 insert near here ***

*** Table 1 insert near here ***

The program adherence was high (total of completers NW = 14; 87.5%; and FW = 15, 88.2%). All patients who completed the intervention had 100% class attendance, demonstrating adherence to training.

*** Table 2 insert near here ***

Significant time effects were found for social participation ($P=0.007$) and intimacy ($P=0.033$) domains, with interactions between time*group occurred only for the domains autonomy, past activities/present/future and death and dying ($P=0.05$). The Bonferroni post-hoc test for interaction time*group shows an improvement for the NW group in the field of autonomy after the training protocol in which increased values ($P < 0.001$). The same pattern occurred for the intimacy domain, adjusted by gender ($P = 0.013$), the NW group increased significantly ($P = 0.001$).

A significant time effect was found for the physical and psychological domains ($P < 0.05$) of the WHOQOL-Bref. No significant time*group interactions, however, were found. The post-hoc test revealed improvements at the physical domain in the NW ($P = 0.006$) and in the FW groups ($P = 0.004$). The detailed results for QoL can be seen at table 2. A significant time effect was found for cognition ($P = 0.046$) and depressive symptoms ($P < 0.001$). The NW group showed higher values for MoCA and lower scores for GDS-15, compared to FW group. Detailed results of cognitive assessments and depressive symptoms can be seen in Table 4.

*** Table 3 insert near here ***

4. Discussion

The present study showed that NW and FW improved the QoL, cognition and depressive symptoms of people with PD. These findings corroborate with previous studies showing the beneficial effects of aerobic training for different purposes in people with PD (Fritz et al., 2011; Fujita et al., 2018; Reuter et al., 2011). The QoL is an integrative evaluation of wellness and very related to the general health. We observed significant effects of exercise in cognitive function, depressive symptoms and for all domains of QoL. The literature reports that aerobic training is effective for improving cognitive function [21], depressive symptoms [6]. Clinically, an improvement on cognitive function implies mitigation of the deleterious motor effects and non-motor symptoms, since the execution of movements to perform the daily life activities requires cognition, especially executive function and attention [22,23]. Physiologically, in addition to dopaminergic alterations, changes in serotonin, cholinergic and noradrenergic neurotransmitters are found and are directly related to cognitive and behavioral impairments [8]. Maybe our results can be explicated for these factors.

Our results have demonstrated that NW promoted greater benefits on autonomy domain compared to FW. This can be potentially explained by the adjustments necessary for the control of gait related to the central pattern generator. According to this model, other cortical adjustments are needed due to the greater complexity of the technical task related to the NW (sustain and support poles in the ground). Probably the neural circuitry from other brain regions, such as the premotor cortex may have contributed to these findings.

In previous studies of our research group, we have found improvements of functional mobility and balance and, in the present study, the autonomy was enhanced using poles in comparison to FW. These findings are important and, collectively, indicate and reinforce the benefit of NW as a particularly powerful method of physical activity and therapy.

The importance of exercise programs with progressively increasing intensity was also evidenced by the present findings, for tough groups. Furthermore, our findings are in line with previous results in other disorders as fibromyalgia. Exercise at high intensity (between 60 and 80% of the maximal heart rate) in PD patients

appear to be necessary to elicit an endogenous increase of neurotrophic factors such as brain-derived neurotrophic factor (BDNF), glial derived neurotrophic factor (GDNF), insulin-like growth factor - 3 (IGF3) and neurotransmitters such as dopamine and serotonin. These markers are some of the potential mechanisms for the improvement of autonomy domain in PD.

To the best of our knowledge, the present study is the first to provide information related to the effects of NW in comparison to FW on depressive symptoms and quality of life in patients with Parkinson's disease. However, the current study is not without limitations. First, the sample size was relatively small, and we were unable to stratify randomization by gender, age, time and stage of PD. Although there were no statistically significant differences between the NW and FW groups for these variables, they may have affected the results of cognitive function and QoL as the patients had different values between the groups at baseline. These differences, however, were mitigated by adjusting the GEE models for age and sex. Second, there was no control group, so we were not able to assess whether the gains were related to the intervention or were related simply to the participation in the study, in terms of social participation, e.g., Hawthorne Effect. On the other hand, using the present design, we managed to explore the differences between a widely used training method (FW) and a new method (NW). Further research is required to determine the extent to which manipulating the training load, as such the training volume or weekly frequency aiming to reduce depressive symptoms and increase the patients' quality of life, as a fundamental aspect of the treatment.

In conclusion, the present study showed significant effects of both NW and FW on QoL and non-motor symptoms as such as cognitive function, and depressive symptoms. In addition, it was observed significant beneficial effects for both groups, indicating that NW is as effective as FW and the periodicity of the present training study, it was useful for improvement of functionality of patients with PD. Interestingly, the NW group' autonomy and intimacy were improved in further extension than in the FW group, strengthening the applied and clinical potential of NW in patients with PD.

Conflict of interest

All authors report no potential conflict of interests related to the content of the manuscript.

Funding sources

This study was supported by the grants from the *Fundo de Incentivo à Pesquisa e Eventos* (FIPE) (Research and Event Incentive Fund) nº 140051, the *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq) (National Council for Scientific and Technological Development (n. 483510/2013-0), LAPEX (n. 028/2015), CAPES (n.1159844), and Decathlon Stores and NewFeel for sticks of nordic walking.

Author contributions

(1) Research Project: A. Conception, B. Organization, C. Execution; (2) Statistical Analysis: A. Design, B. Execution, C. Review and Critique; (3) Manuscript Preparation: A. Writing of the First Draft, B. Review, and Critique.

E.P.M.: 1A, 1B, 1C, 2A, 2B, 3A, 3B

F.B.S.: 1C, 2B, 2C, 3B

M.T.B.: 1C, 2C, 3B

L.T.F.: 1B, 1C, 2C, 3B

A.R.C.: 1A, 1B, 1C, 2C, 3B

N.A.G.: 1B, 1C, 2C, 3B

C.R.R.: 1B, 2C, 3B

A.A.: 1B, 2C, 3B

F.G.M.: 1A, 1B, 2A, 2C, 3A, 3B

A.S.P.: 1B, 2C, 3B

L.A.P.T.: 1A, 1B, 2A, 2C, 3A, 3B

Acknowledgment

The authors are grateful to the FIPE and CNPq for their assistance with the study. We would like to thank all the subjects with PD who participated in the present study, whose enthusiasms continued to inspire us to refine our intervention program to promote knowledge for science literature and clinical application. Also, We are grateful to the Locomotion Group of the Federal University of Rio Grande do Sul and Motion Analysis and Neurorehabilitation research group of the Federal University of

Health Sciences of Porto Alegre for discussions and comments, and the Parkinson's Disease Association of Rio Grande do Sul – Brazil for patients.

5. References

- [1] G. Frazzitta, R. Maestri, M.F. Ghilardi, et al., Intensive rehabilitation increases BDNF serum levels in Parkinsonian patients: A randomized study, *Neurorehabil Neural Repair*. 28 (2014) 163–168.
- [2] J.S. Chan, D. Liang, K. Deng, J. Wu, L. Cai, J.H. Yan, Broad Impairment of Executive Functions in Patients with Parkinson's disease: A Meta-Analysis, *Rev. Neuropsychiatry*. 10 (2018) 625–643. doi:10.4172/Neuropsychiatry.1000386.
- [3] G.W. Duncan, T.K. Khoo, A.J. Yarnall, J.T. O'Brien, S.Y. Coleman, D.J. Brooks, R.A. Barker, D.J. Burn, Health-related quality of life in early Parkinson's disease: The impact of nonmotor symptoms, *Mov. Disord*. 29 (2014) 195–202. doi:10.1002/mds.25664.
- [4] M.R. Olchik, A. Ayres, M. Ghisi, A.F.S. Schuh, C.R.M. Rieder, Impacto da performance cognitiva na qualidade de vida de indivíduos com doença de Parkinson, *Dement. e Neuropsychol*. 10 (2016) 303–309. doi:10.1590/s1980-5764-2016dn1004008.
- [5] A. Andrade, R. de A.K. Steffens, G.T. Vilarino, S.M. Sieczkowska, D.R. Coimbra, Does volume of physical exercise have an effect on depression in patients with fibromyalgia?, *J. Affect. Disord*. 208 (2017) 214–217. doi:10.1016/J.JAD.2016.10.003.
- [6] F.B. Schuch, D. Vancampfort, S. Rosenbaum, J. Richards, P.B. Ward, N. Veronese, M. Solmi, E.L. Cadore, B. Stubbs, F.B. Schuch, D. Vancampfort, S. Rosenbaum, J. Richards, P.B. Ward, N. Veronese, M. Solmi, E.L. Cadore, B. Stubbs, Exercise for depression in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials adjusting for publication bias, *Rev. Bras. Psiquiatr*. 38 (2016) 247–254. doi:10.1590/1516-4446-2016-1915.
- [7] M.S. Marinho, P. de M. Chaves, T. de O. Tarabal, M.S. Marinho, P. de M. Chaves, T. de O. Tarabal, Dupla-tarefa na doença de Parkinson: uma revisão sistemática de ensaios clínicos aleatorizados, *Rev. Bras. Geriatr. e Gerontol*.

- 17 (2014) 191–199. doi:10.1590/S1809-98232014000100018.
- [8] T. Tuon, S.S. Valvassori, G.C. Dal Pont, C.S. Paganini, B.G. Pozzi, T.F. Luciano, P.S. Souza, J. Quevedo, C.T. Souza, R.A. Pinho, Physical training prevents depressive symptoms and a decrease in brain-derived neurotrophic factor in Parkinson's disease, *Brain Res. Bull.* 108 (2014) 106–112. doi:10.1016/J.BRAINRESBULL.2014.09.006.
- [9] M. dos Santos Delabary, I.G. Komerovski, E.P. Monteiro, R.R. Costa, A.N. Haas, Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis, *Aging Clin. Exp. Res.* 30 (2018) 727–735. doi:10.1007/s40520-017-0836-2.
- [10] I. Reuter, S. Mehnert, P. Leone, M. Kaps, M. Oechsner, M. Engelhardt, Effects of a flexibility and relaxation programme, walking, and nordic walking on parkinson's disease, *J. Aging Res.* 2011 (2011). doi:10.4061/2011/232473.
- [11] B. Fritz, S. Rombach, J. Godau, D. Berg, T. Horstmann, S. Grau, The influence of Nordic Walking training on sit-to-stand transfer in Parkinson patients, *Gait Posture.* 34 (2011) 234–238. doi:10.1016/J.GAITPOST.2011.05.004.
- [12] E.P. Monteiro, L.T. Franzoni, D.M. Cubillos, A. de Oliveira Fagundes, A.R. Carvalho, H.B. Oliveira, P.D. Pantoja, F.B. Schuch, C.R. Rieder, F.G. Martinez, L.A. Peyré-Tartaruga, Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial, *Scand. J. Med. Sci. Sport.* 27 (2017). doi:10.1111/sms.12652.
- [13] G. Boccia, C. Zoppirolli, L. Bortolan, F. Schena, B. Pellegrini, Shared and task-specific muscle synergies of Nordic walking and conventional walking, *Scand. J. Med. Sci. Sport.* 28 (2018) 905–918. doi:10.1111/sms.12992.
- [14] A.W. Amara, A.A. Memon, Effects of Exercise on Non-motor Symptoms in Parkinson's Disease, 2018. doi:10.1016/j.clinthera.2017.11.004.
- [15] L.A.P.-T. Leandro Tolfo Franzoni, Elren Passos Monteiro, Henrique Bianchi Oliveira, Rodrigo Gomes da Rosa, Rochelle Rocha Costa, Carlos Rieder, Flávia Gomes Martinez, Franzonietal.2018, *Sport. Med. Int. Open.* 2 (2018)

E28–E34. doi:<https://doi.org/10.1055/s-0043-124757>.

- [16] L. Cugusi, P. Solla, R. Serpe, T. Carzedda, L. Piras, M. Oggianu, S. Gabba, A. Di Blasio, M. Bergamin, A. Cannas, F. Marrosu, G. Mercurio, Effects of a Nordic Walking program on motor and non-motor symptoms, functional performance and body composition in patients with Parkinson's disease, *NeuroRehabilitation*. 37 (2015) 245–254. doi:10.3233/NRE-151257.
- [17] T. Herman, N. Giladi, L. Gruendlinger, J.M. Hausdorff, Six Weeks of Intensive Treadmill Training Improves Gait and Quality of Life in Patients With Parkinson's Disease: A Pilot Study, *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 88 (2007) 1154–1158. doi:10.1016/j.apmr.2007.05.015.
- [18] H. Tanaka, K.D. Monahan, D.R. Seals, Age-predicted maximal heart rate revisited, *J. Am. Coll. Cardiol.* 37 (2001) 153–156. doi:10.1016/S0735-1097(00)01054-8.
- [19] B.A. dos A.G. Veiga, V. Borges, S.M.C. de A. Silva, F. de O. Goulart, M.S. Cendoroglo, H.B. Ferraz, Depression in Parkinson's disease: clinical-epidemiological correlates and comparison with a controlled group of non-parkinsonian geriatric patients, *Rev. Bras. Psiquiatr.* 31 (2009) 39–42. doi:10.1590/S1516-44462009000100010.
- [20] E. Fujita, K. Yakushi, M. Takeda, M.M. Islam, M. Nakagaichi, D.R. Taaffe, N. Takeshima, Proficiency in pole handling during Nordic walking influences exercise effectiveness in middle-aged and older adults, *PLoS One*. (2018) 1–16. doi:10.1371/journal.pone.0208070.
- [21] E.Y. Uc, K.C. Doerschug, V. Magnotta, J.D. Dawson, T.R. Thomsen, J.N. Kline, M. Rizzo, S.R. Newman, S. Mehta, T.J. Grabowski, J. Bruss, D.R. Blanchette, S.W. Anderson, M.W. Voss, A.F. Kramer, W.G. Darling, Phase I/II randomized trial of aerobic exercise in Parkinson disease in a community setting, *Neurology*. 83 (2014) 413 LP-425. doi:10.1212/WNL.0000000000000644.
- [22] A. Nagano-Saito, K. Martinu, O. Monchi, Function of basal ganglia in bridging cognitive and motor modules to perform an action, *Front. Neurosci.* 8 (2014) 1–

12. doi:10.3389/fnins.2014.00187.

- [23] L.B. Wild, D.B. De Lima, J.B. Balardin, L. Rizzi, B.L. Giacobbo, H.B. Oliveira, I.I. De Lima Argimon, L.A. Peyré-Tartaruga, C.R.M. Rieder, E. Bromberg, Characterization of cognitive and motor performance during dual-tasking in healthy older adults and patients with Parkinson's disease, *J. Neurol.* (2013). doi:10.1007/s00415-012-6683-3.
- [1] G. Frazzitta, R. Maestri, M.F. Ghilardi, et al., Intensive rehabilitation increases BDNF serum levels in Parkinsonian patients: A randomized study, *Neurorehabil Neural Repair.* 28 (2014) 163–168.
- [2] J.S. Chan, D. Liang, K. Deng, J. Wu, L. Cai, J.H. Yan, Broad Impairment of Executive Functions in Patients with Parkinson's disease: A Meta-Analysis, *Rev. Neuropsychiatry.* 10 (2018) 625–643. doi:10.4172/Neuropsychiatry.1000386.
- [3] G.W. Duncan, T.K. Khoo, A.J. Yarnall, J.T. O'Brien, S.Y. Coleman, D.J. Brooks, R.A. Barker, D.J. Burn, Health-related quality of life in early Parkinson's disease: The impact of nonmotor symptoms, *Mov. Disord.* 29 (2014) 195–202. doi:10.1002/mds.25664.
- [4] M.R. Olchik, A. Ayres, M. Ghisi, A.F.S. Schuh, C.R.M. Rieder, Impacto da performance cognitiva na qualidade de vida de indivíduos com doença de Parkinson, *Dement. e Neuropsychol.* 10 (2016) 303–309. doi:10.1590/s1980-5764-2016dn1004008.
- [5] A. Andrade, R. de A.K. Steffens, G.T. Vilarino, S.M. Sieczkowska, D.R. Coimbra, Does volume of physical exercise have an effect on depression in patients with fibromyalgia?, *J. Affect. Disord.* 208 (2017) 214–217. doi:10.1016/J.JAD.2016.10.003.
- [6] F.B. Schuch, D. Vancampfort, S. Rosenbaum, J. Richards, P.B. Ward, N. Veronese, M. Solmi, E.L. Cadore, B. Stubbs, F.B. Schuch, D. Vancampfort, S. Rosenbaum, J. Richards, P.B. Ward, N. Veronese, M. Solmi, E.L. Cadore, B. Stubbs, Exercise for depression in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials adjusting for publication bias, *Rev. Bras. Psiquiatr.* 38 (2016)

247–254. doi:10.1590/1516-4446-2016-1915.

- [7] M.S. Marinho, P. de M. Chaves, T. de O. Tarabal, M.S. Marinho, P. de M. Chaves, T. de O. Tarabal, Dupla-tarefa na doença de Parkinson: uma revisão sistemática de ensaios clínicos aleatorizados, *Rev. Bras. Geriatr. e Gerontol.* 17 (2014) 191–199. doi:10.1590/S1809-98232014000100018.
- [8] T. Tuon, S.S. Valvassori, G.C. Dal Pont, C.S. Paganini, B.G. Pozzi, T.F. Luciano, P.S. Souza, J. Quevedo, C.T. Souza, R.A. Pinho, Physical training prevents depressive symptoms and a decrease in brain-derived neurotrophic factor in Parkinson's disease, *Brain Res. Bull.* 108 (2014) 106–112. doi:10.1016/J.BRAINRESBULL.2014.09.006.
- [9] M. dos Santos Delabary, I.G. Komerovski, E.P. Monteiro, R.R. Costa, A.N. Haas, Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis, *Aging Clin. Exp. Res.* 30 (2018) 727–735. doi:10.1007/s40520-017-0836-2.
- [10] I. Reuter, S. Mehnert, P. Leone, M. Kaps, M. Oechsner, M. Engelhardt, Effects of a flexibility and relaxation programme, walking, and nordic walking on parkinson's disease, *J. Aging Res.* 2011 (2011). doi:10.4061/2011/232473.
- [11] B. Fritz, S. Rombach, J. Godau, D. Berg, T. Horstmann, S. Grau, The influence of Nordic Walking training on sit-to-stand transfer in Parkinson patients, *Gait Posture.* 34 (2011) 234–238. doi:10.1016/J.GAITPOST.2011.05.004.
- [12] E.P. Monteiro, L.T. Franzoni, D.M. Cubillos, A. de Oliveira Fagundes, A.R. Carvalho, H.B. Oliveira, P.D. Pantoja, F.B. Schuch, C.R. Rieder, F.G. Martinez, L.A. Peyré-Tartaruga, Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial, *Scand. J. Med. Sci. Sport.* 27 (2017). doi:10.1111/sms.12652.
- [13] G. Boccia, C. Zoppirolli, L. Bortolan, F. Schena, B. Pellegrini, Shared and task-specific muscle synergies of Nordic walking and conventional walking, *Scand. J. Med. Sci. Sport.* 28 (2018) 905–918. doi:10.1111/sms.12992.
- [14] A.W. Amara, A.A. Memon, Effects of Exercise on Non-motor Symptoms in

Parkinson's Disease, 2018. doi:10.1016/j.clinthera.2017.11.004.

- [15] L.A.P.-T. Leandro Tolfo Franzoni, Elren Passos Monteiro, Henrique Bianchi Oliveira, Rodrigo Gomes da Rosa, Rochelle Rocha Costa, Carlos Rieder, Flávia Gomes Martinez, Franzonietal.2018, Sport. Med. Int. Open. 2 (2018) E28–E34. doi:https://doi.org/10.1055/s-0043-124757.
- [16] L. Cugusi, P. Solla, R. Serpe, T. Carzedda, L. Piras, M. Oggianu, S. Gabba, A. Di Blasio, M. Bergamin, A. Cannas, F. Marrosu, G. Mercurio, Effects of a Nordic Walking program on motor and non-motor symptoms, functional performance and body composition in patients with Parkinson's disease, NeuroRehabilitation. 37 (2015) 245–254. doi:10.3233/NRE-151257.
- [17] T. Herman, N. Giladi, L. Gruendlinger, J.M. Hausdorff, Six Weeks of Intensive Treadmill Training Improves Gait and Quality of Life in Patients With Parkinson's Disease: A Pilot Study, Arch. Phys. Med. Rehabil. 88 (2007) 1154–1158. doi:10.1016/j.apmr.2007.05.015.
- [18] H. Tanaka, K.D. Monahan, D.R. Seals, Age-predicted maximal heart rate revisited, J. Am. Coll. Cardiol. 37 (2001) 153–156. doi:10.1016/S0735-1097(00)01054-8.
- [19] B.A. dos A.G. Veiga, V. Borges, S.M.C. de A. Silva, F. de O. Goulart, M.S. Cendoroglo, H.B. Ferraz, Depression in Parkinson's disease: clinical-epidemiological correlates and comparison with a controlled group of non-parkinsonian geriatric patients, Rev. Bras. Psiquiatr. 31 (2009) 39–42. doi:10.1590/S1516-44462009000100010.
- [20] E. Fujita, K. Yakushi, M. Takeda, M.M. Islam, M. Nakagaichi, D.R. Taaffe, N. Takeshima, Proficiency in pole handling during Nordic walking influences exercise effectiveness in middle-aged and older adults, PLoS One. (2018) 1–16. doi:10.1371/journal.pone.0208070.
- [21] E.Y. Uc, K.C. Doerschug, V. Magnotta, J.D. Dawson, T.R. Thomsen, J.N. Kline, M. Rizzo, S.R. Newman, S. Mehta, T.J. Grabowski, J. Bruss, D.R. Blanchette, S.W. Anderson, M.W. Voss, A.F. Kramer, W.G. Darling, Phase I/II randomized trial of aerobic exercise in Parkinson disease in a community

setting, *Neurology*. 83 (2014) 413 LP-425.
doi:10.1212/WNL.0000000000000644.

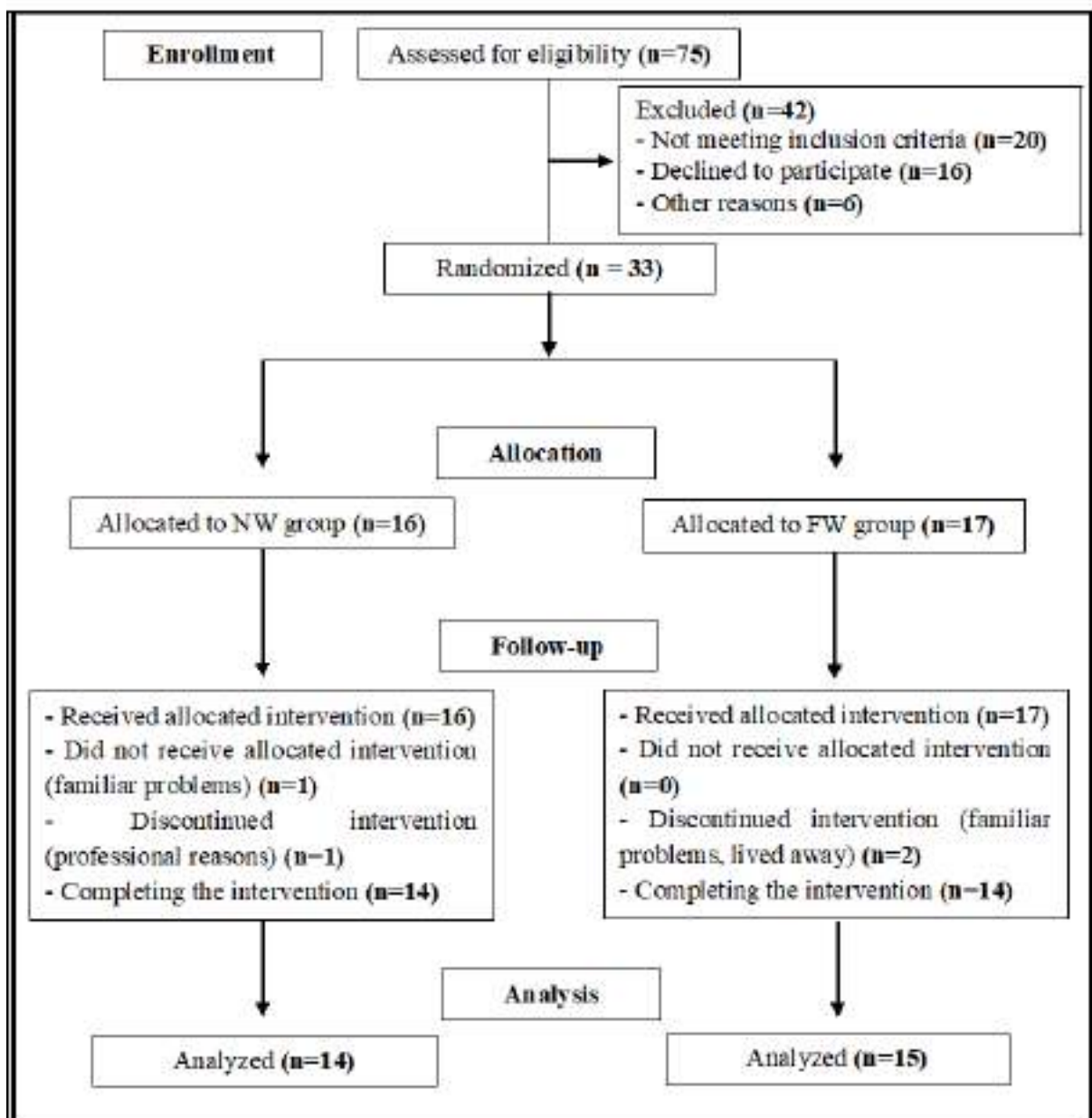
- [22] A. Nagano-Saito, K. Martinu, O. Monchi, Function of basal ganglia in bridging cognitive and motor modules to perform an action, *Front. Neurosci.* 8 (2014) 1–12. doi:10.3389/fnins.2014.00187.
- [23] L.B. Wild, D.B. De Lima, J.B. Balardin, L. Rizzi, B.L. Giacobbo, H.B. Oliveira, I.I. De Lima Argimon, L.A. Peyré-Tartaruga, C.R.M. Rieder, E. Bromberg, Characterization of cognitive and motor performance during dual-tasking in healthy older adults and patients with Parkinson's disease, *J. Neurol.* (2013). doi:10.1007/s00415-012-6683-3.

Video legend

S1 – Individual with Parkinson’s Disease performing free walking.

S2 – Individual with Parkinson’s Disease performing nordic walking.

Figure 1. Flowchart of selection process and inclusion of volunteers based on the CONSORT guidelines.



Note: Nordic Walking (NW); Free Walking (FW).

Table 1. Variables of sample characterization for the nordic and free walking groups in baseline.

Variable	NW group (n =16)	FW group (n =17)	P value
Age (years)	64.9 ± 10.2	70.5 ± 5.8	0.062
Body mass (kg)	79.0 ± 15.1	68.9 ± 11.9	0.041*
Women, n (%)	3 (18)	10 (58)	0.757
Stature (m)	1.6 ± 0.0	1.5 ± 0.1	0.049*
Body Mass Index (kg/m ²)	28.5 ± 4.2	27.4 ± 5.8	0.556
Fat percentage (%)	21.42 ± 5.7	24.13 ± 9.3	0.367
Length of lower limb (m)	0.88 ± 0.0	0.85 ± 0.0	0.087
Time of clinical diagnostics of PD (years)	5.5 ± 3.3	5.09 ± 4.1	0.757
UPDRS III	15.00 ± 3.2	23.19 ± 3.9	0.128
Hoehn & Yahr (scale of 1 a 4)	1.5 ± 0.5	2.0 ± 1.0	0.123
MoCA (score de 0 a 30)	16.67 ± 1.4	21.96 ± 1.1	0.004*
Berg Balance Scale	51.19 ± 1.2	47.44 ± 2.5	0.988
Clinical Symptoms	D =7; E = 9	D =9; E = 7	NA
Affected leg	9	6	NA
Instability (change of balance)	7	7	NA
Tremor	6	8	NA
Postural changes	14	6	NA
Rigidity	4	11	NA
Bradykinesia	4	0	NA
Dyskinesia	3	2	NA
Freezing	5	5	NA
Historic of falls			
Drugs (Dosages)	250 ± 0.0	181.89 ± 46.81	NA
Levodopa + Carbidopa	161 ± 53.21	250 ± 108.40	NA
Prolopa	150 ± 93.24	200 ± 0.0	NA
Sifrol	-	400 ± 0.0	NA
Biperideno	-	175 ± 75.00	NA
Benserazida	-	150. ± 00	NA
Selegina			

Note: * Statistical significance at $P < 0.05$; NW (Nordic Walking); PD (Parkinson's disease); UPDRS III (Unified Parkinson's Disease Rating Scale); MoCA (Montreal Cognitive Assessment).

Table 2. Means and 95% confidence interval to WHOQOL OLD and WHOQOL BREF for Nordic and Free Walking.

Domains of QoL	Intervention	T1	T2	Group	P value	
		Mean (CI 95%)	Mean (CI 95%)		Time	Time [*] Group
QoL general	FW	53.97 (43.86; 56.13)	55.76 (55.73; 71.20)	<0.001 [*]	0.233	0.989
	NW	67.89 (59.62; 72.78)	69.71 (71.67; 82.25;82.50)			
Sensory ability	FW	56.36 (48.39; 64.32)	59.16 (52.68; 65.63)	0.001 [*]	0.982	0.536
	NW	69.25 (62.26; 76.23)	66.64 (58.97; 74.32)			
Autonomy	FW	51.96 (47.33; 56.58)	50.17 (40.86; 59.41)	<0.001 [*]	0.131	0.033 [*]
	NW	64.38 (58.32; 70.44)	75.32 (68.76; 81.88)			
Past-activities/present/ future	FW	69.46 (63.38; 71; 69)	63.41 (53.76; 72.78)	0.025 [*]	0.091	0.045 [*]
	NW	71.18 (68.84; 73.26)	72.74 (69.53; 78.64)			
Social participation	FW	50.53 (44.26; 56.80)	57.38 (53.06; 61.70)	<0.001 [*]	0.007 [*]	0.934
	NW	61.63 (56.35; 66.92)	68.92 (63.52; 74.33)			
Death and dying	FW	47.34 (40.48; 54.21)	52.00 (43.78; 60.22)	0.039 [*]	0.325	0.047 [*]
	NW	65.94 (57.15; 74.55)	52.41 (41.02; 63.08)			
Intimacy	FW	48.57 (42.71; 54.43)	52.61 (45.65; 59.58)	<0.001 [*]	0.033 [*]	0.544
	NW	76.20 (69.50; 82.90)	83.50 (75.81; 91.18)			
QoL general	FW	50.06 (43.16; 56.97)	63.70 (55.73; 71.67)	0.002 [*]	<0.001 [*]	0.629
	NW	66.30 (59.81; 72.79)	76.88 (71.25; 82.50)			
Physical	FW	51.63 (46.69; 56.57)	54.80 (49.04; 60.56)	0.003 [*]	0.037 [*]	0.453
	NW	60.36 (54.43; 66.28)	67.23 (61.34; 73.11)			
Psychological	FW	57.53 (51.88; 63.19)	58.65 (54.22; 63.09)	0.006 [*]	0.019 [*]	0.093
	NW	67.65 (61.16; 74;14)	75.02 (66.58; 83.47)			
Environmental	FW	60.26 (54.71; 65.80)	61.81 (57.74; 65.89)	0.025 [*]	0.091	0.313
	NW	65.71 (60.32; 69.96)	71.39 (65.76; 77.03)			
Social relationship	FW	58.28 (52.75; 63.82)	59.72 (55.44; 63.99)	<0.001 [*]	0.216	0.433
	NW	65.63 (61.11; 70.16)	72.05 (66.90; 77.19)			

Note:† Statistical significance at $P < 0.05$; WHOQOL (World Health Organization Instrument for Quality of Life Assessment); QoL (Quality of Life); T1 (initial evaluation before training); T2 (evaluation after training); FW (Free Walking); NW (Nordic Walking). The domains of social participation and intimacy were corrected by sex ($P = 0.05$ and $P = 0.013$, respectively); the others domains of QoL were corrected by MoCA with $P < 0.001$ and by sex with $P < 0.05$.

Table 3. Means and 95% confidence interval to severity of disease, motor and no motor symptoms for Nordic and free walking

		T1	T2	P value		
Variable	Intervention	Mean (CI 95%)	Mean (CI 95%)	Group	Time	Time*Group
MoCA	FW	16.00 (12.94; 19.06)	17.29 (13.43; 21.14)	0.004*	0.046*	0.784
	NW	21.00 (18.20; 23.80)	22.43 (19.60; 25.25)			
GDS– 15	FW	4.64 (3.72; 5.56)	3.47 (2.66; 4.28)	0.014*	< 0.001*	0.583
	NW	2.82 (1.66; 3.98)	1.28 (0.02; 2.55)			
UPDRS III	FW	23.19	17.43	0.128	<0.001*	0.352
	NW	15.10	11.64			

Note: * Statistical significance at $P < 0.05$; T1 (initial evaluation before training); T2 (evaluation after training); GDS-15 (Geriatric Depression Scale – 15 items); FW (Free Walking); NW (Nordic Walking). The depressive symptoms were corrected by MoCA ($P < 0.001$) and by sex ($P < 0.05$).

Normas Parkinsonism Related Disorders

- Texto completo sem resumo: 3000 mil palavras
- Resumo (250 palavras) e referências (máximo 30) não incluem na contagem
- Não é permitido mais que 4 ilustrações/tabelas/figuras
- Arquivo tem que ser salvo na versão original do Word
- Texto não pode ser justificado ou com hifens
- Indicar todas afiliações com uma letra em sobrescrito minúscula imediatamente após o nome do autor e em frente ao endereço apropriado. Também colocar o endereço completo das afiliações, incluindo o nome do país.
- Endereço de e-mail de cada autor.
- Colocar no resumo effect size (se possível)
- Highlights: 3 a 5 pontos (máximo 85 caracteres, incluindo espaços, por ponto), não colocar Highlights no arquivo principal do manuscrito, submeter separadamente
- Formato de financiamento de pesquisa: Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa]. Ver exemplo de artigo da mesma revista.
- Eletronic artwork: utilizar preferencialmente Arial, Courier, Times New Roman
- Legendas para as ilustrações separadamente
- Dimensione as figuras conforme as normas da revista
- Submeter cada figura em um arquivo separado
- Se o arquivo for originalmente Word, submeter no arquivo original, caso não seja, PDF.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente Tese objetivou investigar os aspectos fisiomecânicos da locomoção e apresentar insights sobre o treinamento de caminhada nórdica e a mecânica do sprint em pessoas com a DP. Os achados do artigo 1 permitem concluir que a caminhada nórdica melhorou parâmetros funcionais e mobilidade de caminhada, demonstrando que a caminhada nórdica é tão efetiva quanto a caminhada livre, incluindo benefícios para a caminhada livre na mobilidade funcional de pessoas com DP. Estes resultados mostram que o protocolo de treinamento foi eficiente para as duas modalidades. E, portanto, podem ser utilizadas como uma alternativa terapêutica de variação da reabilitação e treinamento locomotor nesta população.

O artigo 2 investigou os efeitos de um protocolo de alta-intensidade de treinamento entre duas modalidades de caminhada sobre os aspectos cinemáticos e de ativação muscular dos membros inferiores durante a marcha em esteira em diferentes velocidades. Os resultados sugerem que as duas modalidades de caminhada, isto é, com e sem o uso de bastões, promovem adaptações neuromusculares que repercutem nos parâmetros mecânicos e espaço-temporais da marcha, na velocidade da marcha e na capacidade de andar a maior distância. Desta forma, os programas de treinamento de alta intensidade caminhada nórdica e caminhada livre do presente estudo são estratégias de intervenção úteis para melhorar a marcha dos sujeitos com leve a grave DP.

Os principais insights do artigo 3 são que o exercício do sprint é viável, seguro e eficaz para pessoas com DP em estágios leves a moderado. Além disso, avaliou a capacidade máxima dos membros inferiores produzirem força, potência e velocidade. E conclui que pessoas com DP em estágios de leve a moderado, apresentam diferenças entre qualidades físicas e efetividade mecânica quando comparados a idosos saudáveis. Entretanto, essas diferenças não repercutem no desempenho do sprint. Além disso, o RF e D_{RF} são importantes determinantes da performance do sprint de pessoas com DP. Enquanto a aplicação de força contra o solo no sentido horizontal explica 75% da variação na performance do sprint em idosos saudáveis. Adicionalmente, o desempenho e as respostas mecânicas

observadas foram consistentemente menores ou dentro da faixa de valores encontrados em atletas *masters* treinados.

No estudo 4 concluímos que a relação cintura/quadril reduziu para o CL, e o somatório total das dobras cutâneas reduziu após o período de treinamento, sem diferença entre os grupos. Além disso, ambas as formas de treinamento de caminhada promoveram uma manutenção na massa corporal, IMC, nas massas magra, gorda e óssea, bem como nos percentuais de gordura. Desta forma, o treinamento promoveu melhora antropométrica efetiva para ambos os grupos para algumas variáveis. Entretanto, o período curto de treinamento de seis semanas de CL e CN não modificou a composição corporal de pessoas com DP.

Por fim, os *insights* do estudo 5 foram que tanto o treinamento de CN quanto o treinamento de CL promoveram melhoras significativas para a função cognitiva, sintomas depressivos, qualidade de vidas e sintomas motores de pessoas com DP, sem diferenças entre os grupos. Portanto, ambos os treinamentos podem melhorar os sintomas não-motores e motores de pessoas com DP.

Como propostas de estudos e perspectivas futuras, sugerimos: i) um estudo com a avaliação ecológica da CN no solo; ii) um estudo comparativo com uma avaliação do mecanismo pendular da CN em esteira e solo; iii) Ensaios Clínicos Randomizados (ECR) que avaliem o gasto energético da caminhada nórdica em pessoas com DP; iv) Um estudo com o uso do sprint como progressão de intensidade em treinos de CL e CN para pessoas com DP; v) avaliar mais a fundo as questões cognitivas do aprendizado motor e como os sujeitos lidam ("cope") com questões de atenção/automatismo após a aprendizagem do sprint; e por fim, vi) ECR que avaliem os efeitos do sprint em variáveis clínicas em mecânicas em pessoas com DP.

Este Tese traz *insights* encorajadores sobre a viabilidade e benefícios potenciais do uso da caminhada nórdica e caminhada livre de moderada a alta intensidade para pessoas em estágios avançados da DP. E de forma inovadora, apresenta o exercício de sprint como uma possibilidade terapêutica para o treinamento funcional e reabilitação Fisiomecânica da locomoção de pessoas em estágios leves a moderados da DP e idosos saudáveis.

8. GLOSSÁRIO

- **Acinesia:** definida como a ausência total ou parcial de movimento.
- **Bradicinesia:** caracterizado pela lentidão de respostas físicas e psíquicas decorrentes da Doença de Parkinson.
- **Alta-Intensidade:** no presente estudo será considerado o treinamento de caminhada nórdica e caminhada livre em progressão periodizado entre 60% da FC até 80% da FC máxima, conforme a literatura utilizada (ALBERTS et al., 2011; FIORELLI et al., 2019; LANDERES et al., 2019).
- **Atividade Eletromiográfica – EMG:** estudo da função muscular através da análise dos sinais elétricos musculares. A EMG é utilizada tradicionalmente na análise de movimentos quando se deseja conhecer e entender os mecanismos que o SNC utiliza para execução de uma dada tarefa (BASMAJIAN e LUCA, 1985).
- **Caminhada livre - CL:** é uma maneira de percorrer uma distância por um longo período de tempo, com uma baixa intensidade. A mesma baseia-se em forças externas que atuam sobre o corpo e ocasionam um deslocamento à frente do centro de massa corporal (GARD et al., 2004; SAIBENE e MINETTI, 2003).
- **Caminhada Nórdica – Nordic Walking (CN):** refere-se à locomoção terrestre com o uso de dois bastões apropriados durante a caminhada.
- **Cinemática:** análise da posição e orientação dos segmentos corporais em relação ao tempo, capturados por câmeras de imagens conectadas a um computador, durante a locomoção de adultos com DP em diferentes velocidades.
- **Comprimento da Passada – CP:** corresponde à distância entre o contato de um pé no solo e a finalização do mesmo pé no momento subsequente (PEYRÉ-TARTARUGA, 2008).

- **Discinesia:** refere-se como um distúrbio do movimento caracterizado pelo aumento da atividade motora.
- **Estabilidade Dinâmica:** Definida como a variabilidade da Frequência e Comprimento da Passada (FC e CP, respectivamente) e pode ser medida através do Coeficiente de Variação (COV), quanto menor o número do COV, maior será a estabilidade (BEAUCHET, 2009; OLIVEIRA, et al., 2013).
- **Fisiomecânica:** Definida como uma análise integrativa de parâmetros biomecânicos, mais especificamente cinemáticos, associados com parâmetros energéticos que explicam a otimização do trabalho mecânico e do mecanismo pendular de caminhada (PEYRÉ-TARTARUGA e COERTJENS, 2018).
- **Freezing:** definida como um episódio de marcada redução ou ausência de progressão à frente, na tentativa da caminhada, com sensação de congelamento dos pés com o solo.
- **Frequência da Passada – FP:** corresponde ao maior número de passos na unidade de tempo (CAVAGNA et al., 1988).
- **Índice de Reabilitação – IR:** método que permite determinar o quanto afastado está a VAS da $V_{ótima}$ (FIGUEIREDO et al., 2013).
- **Mobilidade Funcional:** refere-se a capacidade de manter-se em um estado de equilíbrio dinâmico, que engloba o TUG, a VAS, e o IR.
- **Pêndulo Invertido:** Mecanismo minimizador de energia da caminhada. Neste modelo, a energia potencial (EP) e cinética (EK) do centro de massa corporal (CM) estão em posição de fases, durante a marcha. Quando uma energia aumenta, a outra diminui, este processo é denominado de reconversão de energia (CAVAGNA e KANEKO, 1977).
- **Tempo de Contato – TC:** Tempo em que o pé permanece em contato com o solo. Há dois momentos de apoio simples, com um único pé, ou duplo-apoio, com os dois pés (SPIRDUSO, 2005).
- **Tempo de Balanço – TB:** Tempo que corresponde ao momento em que o pé desprega do solo e é levado à frente, até fazer o próximo contato com o solo

novamente (*Touch Down* - td), ou seja, representa o movimento do segmento quando não está em contato com o solo (ANDERSSON; GRILLNER, 1983).

- ***Touch Down* – td:** representa o primeiro contato do pé com o solo.
- ***Take off:*** representa o último contato do pé com o solo.
- **Velocidade autosselecionada (VAS):** refere-se a velocidades preferida, confortável, a usual do dia-a-dia.
- **Velocidade ótima - $V_{ótima}$:** é considerada como a velocidade de caminhada na qual acontece o menor dispêndio energético da locomoção (SAIBENE e MINETTI, 2003).

9. TRABALHOS, PUBLICAÇÕES E COLABORAÇÕES

- MONTEIRO, E.P.; WILD, L.B.; MARTINEZ, F.G.; PAGNUSSAT, A.S.; PEYRÉ-TARTARUGA, L.A. Aspectos biomecânicos da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: revisão narrativa. **Rev Bras Ciênc Esporte**, 2017b.
- FRANZONI, Leando *et al.* A 9-Week Nordic and Free Walking Improve Postural Balance in Parkinson's Disease. **Sports Medicine International Open**, v. 2, n. 1, p. E28–E34, nov. 2018.
- ARCILA DMC, MONTEIRO EP, GOMEÑUKA NA, PEYRÉ-TARTARUGA LA. Methodology and pedagogical didactics applied to the education of nordic walking and free walking for people with Parkinson's disease I. **Cadernos de Formação RBCE**, 8, 2, 2017. In: revista.cbce.org.br/index.php/cadernos/article/view/2265.
- DELABARY M, KOMEROSKI IG, MONTEIRO EP, COSTA RR, HAAS NA. Effects of dance practice on functional mobility, motor symptoms and quality of life in people with Parkinson's disease: a systematic review with meta-analysis. **Aging Clin Exp Res**. 2017:1-9.
- DELABARY, M., et al. Effects of a dance versus walk program in people with Parkinson's Disease: A protocol study of a nonrandomized controlled trial. **Complementary Therapies in Clinical Practice** (Submetido);
- BARBALHO, MATHEUS; MONTEIRO, ELREN PASSOS; COSTA, ROCHELLE ROCHA; AND RAIOL, Rodolfo (2019) "Effects of Low-Volume Resistance Training on Muscle Strength and Functionality of People with Parkinson's Disease," **International Journal of Exercise Science**: Vol. 12 : Iss. 3, Pages 567 - 580.
- FREIRE et al., ACUTE EFFECT OF MIRROR THERAPY ON MOTOR CONTROL, MANUAL DEXTERITY AND SPASTICITY OF PARETIC UPPER EXTREMITY AFTER CHRONIC STROKE" (submitted to Motor Control).

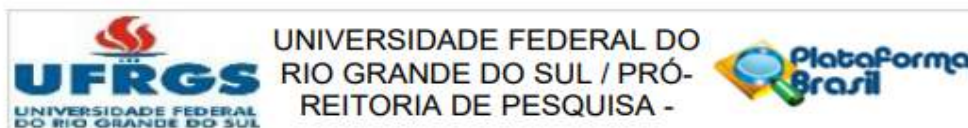
Participation in Congresses and courses:

- International Symposium Strength Training, December 2017, Madrid – Spain, (<https://www.simposiodefuerza.es/>);
 - Certification in “Original Nordic Walking Trainer License”, April 2017, Alicante – Spain;
 - Oral presentation at: European Congress of Sport Science, July 2018, Dublin - Ireland, <http://ecss-congress.eu/2018/18/index.php>)
 - 8th World Congress of Biomechanics in Dublin, Ireland, 8 – 12 July 2018 (<http://wcb2018.com/>)
 - Poster presentation: "O ESTADIAMENTO MOTOR INFLUENCIA NA MECÂNICA DO SPRINT DE PESSOAS COM DP?" at V Congresso Brasileiro de Fisioterapia Neurofuncional, October 2018, Florianópolis – Brazil (<https://www.cobrafin.com.br/>);
 - Poster presentation: "CORRELAÇÃO ENTRE A IDADE DE IDOSOS COM VARIÁVEIS MECÂNICAS NO SPRINT" with Highlight Award in the postgraduate modality, at XIV Seminário Internacional sobre Atividades Físicas para a Terceira Idade, November 2018, UFRGS, Porto Alegre, Brazil (<https://www.ufrgs.br/siafti2018/>).
- SAUTÉ et al., 2018. NATURAL HISTORY OF MOVEMENT ABNORMALITIES ON HEREDITARY SPASTIC PARAPLEGIA: VALIDATION OF GAIT QUANTITATIVE INSTRUMENTS. Apresentado, na modalidade de Pôster Impresso, no evento XXVIII Congresso Brasileiro de Neurologia ocorrido de 11 a 14 de outubro de.

10. ANEXOS

ANEXO 1

Aprovação comitê de ética – Plataforma Brasil (ECR)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DA CAMINHADA NÓRDICA EM ADULTOS COM DOENÇA DE PARKINSON

Pesquisador: Carlos Roberto de Mello Rieder

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 24595713.4.3001.5347

Instituição Proponente: Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 640.822

Data da Relatoria: 20/03/2014

Apresentação do Projeto:

Analisar e comparar os efeitos agudos e crônicos de um programa de intervenção de caminhada nórdica e de caminhada livre em sujeitos com DP

sobre a funcionalidade, parâmetros da estabilidade dinâmica, cinemática e atividade eletromiográfica em diferentes velocidades em esteira ergométrica.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Analisar e comparar os efeitos agudos e crônicos de um programa de intervenção de caminhada nórdica e de caminhada livre em sujeitos com DP sobre a funcionalidade, parâmetros da estabilidade dinâmica, cinemática e atividade eletromiográfica em diferentes velocidades em esteira ergométrica.

Específicos:

- Determinar as variáveis:

- Cinemáticas: comprimento da passada, frequência de passada, tempo de contato, tempo de balanço, a velocidade de progressão, amplitude angular total do tronco, quadril, joelho e tornozelo, estabilidade dinâmica, a coordenação intra e intermembros;

- Estabilidade Dinâmica: comprimento da passada, frequência de passada, tempo de contato,

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

Continuação do Parecer: 640.822

tempo de balanço;

- Neuromusculares: a amplitude do sinal EMG do Vasto Lateral, Gastrocnêmio Medial, Tibial Anterior e Bíceps Femoral;

- Funcionais: através das Escalas UPDRS (Parte III ζ Motora), Hoehn & Yahr, Borg, Berg, MOCA, e Tempo do Teste Timed UP Go (TUG);

- Qualidade de Vida: através do instrumento WHOQOL-OLD;

- Sintomas Depressivos: através da Escala de Depressão Geriátrica;

As variáveis serão determinadas durante caminhada em três velocidades (1km.h⁻¹ abaixo da velocidade auto-selecionada, velocidade auto-selecionada e 1 km.h⁻¹ acima da velocidade auto-selecionada) antes do treinamento, após o período de familiarização e após as 12 sessões de treinamento para verificar o efeito crônico da caminhada e da caminhada nórdica.

Após determinar os parâmetros mencionados anteriormente serão comparadas as seguintes variáveis:

- Comparar o comprimento da passada, frequência de passada, tempo de contato, tempo de balanço, a velocidade de progressão, amplitude angular total do quadril, joelho, tornozelo e tronco, estabilidade dinâmica, a coordenação intra e intermembros, amplitude do sinal EMG do Vasto Lateral, Gastrocnêmio Medial, Tibial Anterior e Bíceps Femoral, entre os grupos experimentais (grupo caminhada livre e grupo caminhada nórdica) antes e após as 12 sessões de caminhada livre e caminhada nórdica durante caminhada em três velocidades (1km.h⁻¹ abaixo da velocidade auto-selecionada, velocidade auto-selecionada e 1 km.h⁻¹ acima da velocidade auto-selecionada).

- Comparar o comprimento da passada, frequência de passada, tempo de contato, tempo de balanço, a velocidade de progressão, amplitude angular total do quadril, joelho, tornozelo e tronco, estabilidade dinâmica, a coordenação intra e intermembros, amplitude do sinal EMG do Vasto Lateral, Gastrocnêmio Medial, Tibial Anterior e Bíceps Femoral, entre a situação pré e pós-teste nos grupos experimentais (grupo caminhada livre e grupo caminhada nórdica) durante caminhada em três velocidades (1km.h⁻¹ abaixo da velocidade auto-selecionada, velocidade auto-selecionada e 1 km.h⁻¹ acima da velocidade auto-selecionada).

- Comparar o comprimento da passada, frequência de passada, tempo de contato, tempo de balanço, a velocidade de progressão, amplitude angular total do quadril, joelho, tornozelo e tronco, estabilidade dinâmica, a coordenação intra e intermembros, amplitude do sinal Vasto Lateral, Gastrocnêmio Medial, Tibial Anterior e Bíceps Femoral, entre as três velocidades (1km.h⁻¹

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

Continuação do Parecer: 640.822

abaixo da velocidade auto-selecionada, velocidade auto-selecionada e 1 km.h-1 acima da velocidade auto-selecionada) de caminhada nos grupos experimentais (grupo caminhada livre e grupo caminhada nórdica) antes e após as 12 sessões de caminhada livre e caminhada nórdica.

- Comparar a funcionalidade através das Escalas UPDRS (Parte III e Motora), Hoehn & Yahr, Borg, Berg e Tempo do Teste Timed UP Go de sujeitos com DP, antes e após o programa de treinamento de caminhada e caminhada nórdica e entre os grupos experimentais (grupo caminhada livre e grupo caminhada nórdica).

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

- 1) Riscos de fadiga muscular, queda, mal-estar, fratura óssea.
- 2) Benefícios: conhecimento sobre os efeitos de um novo método de treinamento físico sobre os parâmetros da doença de parkinson.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa parece relevante, pois irá determinar os benefícios de um novo método de treinamento físico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE não está adequado às normas e diretrizes vigentes e deve ser refeito, com linguagem simples, e explicando passo-a-passo ao indivíduo as etapas e testes que deverá realizar, bem como o tempo de cada um deles, e o local onde serão realizados.

As pendências foram atendidas conforme esclarecimentos descritos no campo conclusões e lista de pendências ou inadequações.

Recomendações:

Nada a recomendar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

- 1) Apresentar novo TCLE.

RESPOSTA DOS PESQUISADORES: Um novo TCLE foi redigido e anexado à Plataforma Brasil.

PENDÊNCIA NÃO ATENDIDA. O TCLE ainda necessita de algumas modificações, sugerimos que os pesquisadores agendem consultoria com a UARP/GPPG para auxílio na elaboração do documento.

RESPOSTA DOS PESQUISADORES: O TCLE foi adequado às normas e diretrizes vigentes: Este estudo segue as Diretrizes da Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) No 466.

- Foi reescrito em uma linguagem mais simples e acessível para o paciente. Como exemplo,

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha CEP: 90.040-060
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 Fax: (51)3308-4085 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br

Continuação do Parecer: 640.822

mudamos palavras como „atividade eletromiográfica“ para „seus músculos serão ativadas“;

- Foi explicado passo-a-passo ao indivíduo as etapas, testes e tempo de teste que o paciente irá realizar.

Estas correções podem ser observadas em todos os parágrafos da segunda página e parágrafos iniciais da terceira página.

- O local do teste foi redigido no último parágrafo da primeira página: „O envolvimento com o estudo terá duração de oito semanas, sendo que durante este período será necessária a sua participação duas vezes por semana de forma alternada (dias e horários de acordo com a disponibilidade do paciente), por um período de, aproximadamente, 1 hora em cada dia. Os encontros serão na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (localizada na Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico). As sessões de treinamento serão realizadas na pista de atletismo da referida escola. Em dias chuvosos, as sessões de treinamento serão transferidas para as dependências do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), na sala da Biomecânica, e todos os testes serão realizados na sala 105 do LAPEX na mesma escola.“. E acrescido nos títulos dos tópicos das etapas da pesquisa: „No primeiro dia de visita ao LAPEX; na segunda visita ao LAPEX; na terceira visita ao LAPEX; A partir da 4ª visita, serão realizados as sessões de treinamento na Pista de Atletismo da ESEF.“

PENDÊNCIA ATENDIDA.

2) Explicar como será o encaminhamento dos indivíduos ao serviço de saúde de urgência se houver alguma intercorrência, e quem pagará pelo atendimento.

RESPOSTA DOS PESQUISADORES: Em casos de surgimento de um acidente ou lesão física resultante diretamente dos testes e treinamento, haverá o serviço de assistência imediata por conta dos pesquisadores (emergencial e sem ônus de qualquer espécie para você). Entretanto, ressalta-se que não será providenciada nenhuma compensação financeira por conta dos avaliadores para pagamento dos demais serviços de saúde. Desta forma, é de sua total responsabilidade as despesas com os serviços de saúde como plano de saúde, intervenções cirúrgicas e medicações.

PENDÊNCIA NÃO ATENDIDA. Em consultoria com a UARP/GPPG para auxílio na elaboração do TCLE, este questionamento deve ser discutido.

RESPOSTA DOS PESQUISADORES: Em casos de surgimento de um acidente ou lesão física resultante diretamente dos testes e treinamento, haverá o serviço de assistência imediata por conta dos pesquisadores (emergencial e sem ônus de qualquer espécie). Em caso de acidente ou lesão diretamente decorrente do estudo, nos testes ou no treinamento, os pacientes serão atendidos, sem custo. Durante todos os testes de caminhada e os treinamentos estará presente o médico do

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

Continuação do Parecer: 640.822

LAPEX.

PENDÊNCIA ESCLARECIDA.

3) Explicar se haverá médico/serviço de atendimento médico na ESEF durante o estudo.

RESPOSTA DOS PESQUISADORES: Durante os testes de caminhada e os treinamento realizados no período da manhã que serão realizados pela manhã estará presente o médico do LAPEX. PENDÊNCIA NÃO ATENDIDA. Na última página do TCLE está informado que não haverá médico presente em todos os treinos. Revisar a informação. O projeto e TCLE precisam estar coerentes.

RESPOSTA DOS PESQUISADORES: Durante os testes de caminhada e os treinamento realizados no período da manhã que serão realizados pela manhã estará presente o médico do LAPEX.

PENDÊNCIA ESCLARECIDA.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O relator acompanha o parecer emitido pelo CEP do HCPA. Aprovado

PORTO ALEGRE, 08 de Maio de 2014

Assinador por:

MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA
(Coordenador)

ANEXO 2
Registro *Clinical Trials*

ClinicalTrials.gov PRS
Protocol Registration and Results System

ClinicalTrials.gov Protocol Registration and Results System (PRS) Receipt
Release Date: November 21, 2017

ClinicalTrials.gov ID: NCT03355521

Study Identification

Unique Protocol ID: emonteiro

Brief Title: Effects of Nordic Walking in Parkinson Disease Patients

Official Title: Effects of Nordic Walking Training on Functional, Clinical and Biomechanics Parameters in Parkinson's Disease: a Randomized Controlled Clinical Trial

Secondary IDs:

Study Status

Record Verification: November 2017

Overall Status: Completed

Study Start: March 20, 2013 [Actual]

Primary Completion: June 30, 2013 [Actual]

Study Completion: July 30, 2014 [Actual]

Sponsor/Collaborators

Sponsor: Federal University of Rio Grande do Sul

Responsible Party: Principal Investigator

Investigator: Leonardo A. Peyré-Tartaruga [Itartaruga,]

Official Title: Adjunct Professor

Affiliation: Federal University of Rio Grande do Sul

Collaborators: Federal University of Health Science of Porto Alegre
Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Oversight

U.S. FDA-regulated Drug: No

U.S. FDA-regulated Device: No

U.S. FDA IND/IDE: No

Human Subjects Review: Board Status: Approved

Approval Number: 555 123

Board Name: COMITÉ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP/HCPA)

Board Affiliation: Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Phone: 55(51) 3359.7840

Email: cep@hcpa.edu.br

Address:

Street Ramiro Barcelos, 2350 - Rio Branco, Porto Alegre - RS, 90035-007, 2º andar, sala 2227A, Brasil.

Data Monitoring: Yes

FDA Regulated Intervention: No

Study Description

Brief Summary: The aim of this study was to evaluate and compare the effects of a Nordic and free walking training program on clinical, functional and biomechanical parameters of gait, in people with PD.

Outcomes: Motor symptoms: Staging and severity of PD, balance, walking functional mobility, self-selected walking velocity, and rehabilitation index. Non-Motor symptoms: Cognitive function, depressive symptoms, and quality of life (QL). **Outcomes Biomechanics:** Kinematic parameters (spatiotemporal and dynamic stability of walking) and neuromuscular parameters (amplitude of the electromyography signal, initial and final activation threshold, activation time and co-contraction index, of the following muscles: Vastus Lateralis (VL), Biceps Femoris (BF), Tibialis Anterior (TA), Gastrocnemius Medialis (GM).

Detailed Description: **Introduction:** Changes in clinical, functional and biomechanical parameters of gait are remarkable features in Parkinson's disease (PD). Such changes are disabling for the performance of daily living activities (DLAs) as they represent a high risk of falls and impair quality of life (QL) in this population. Although exercise is recommended as an effective model of therapeutic intervention, to minimize the symptoms of this disease, little is known about the effects of Nordic walking on motor and non-motor symptoms in patients with PD. **Purpose:** The aim of this study was to evaluate and compare the effects of a Nordic and free walking training program on clinical, functional and biomechanical parameters of gait, in people with PD. **Experimental Design:** Randomized controlled clinical trial (RCT). **Study Site:** Physical Education School of the Federal University of Rio Grande do Sul and the Clinical Hospital of Porto Alegre, in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. **Methods:** The sample comprised 33 participants, aged above 50 years, of both sexes, with a clinical diagnosis of idiopathic PD, with the staging of 1-4 in the Hoehn and Yahr scale (H&Y). The participants received two types of intervention: Nordic walking training program (NW, n = 16) and free walking training program (FW, n = 17), during six weeks. Aiming to evaluate the effects of the training program, the participants underwent the tests in the following period: pre-training + pre-familiarization (T1); post-familiarization + pre-training (T2); post-training (T3).

Conditions

Conditions: Parkinson Disease
Parkinson Disease 10

Keywords: functionality
gait
kinematics
electromyographic activity
depressive symptoms
quality of life

Study Design

Study Type: Interventional

Primary Purpose: Treatment

Study Phase: N/A

Interventional Study Model: Parallel Assignment

Experimental: Nordic walking Experimental: Nordic walking Training The total period of training was composed by 9-week of walking with poles, two sessions per week. The cycles were divided into four microcycles composed of three training sessions. Each training session took 60 min. Nordic walking aerobics training was used during the training period. These exercises were performed alternating volume and intensity. The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (FW or NW); (c) return to the calm and ultimate stretching. The participants were trained with individualized prescription according to their maximum distance. A heart rate monitor, Model FT4 attached to the chest of the xiphoid process, was used to control the progression of intensity for the training cycles ranging from 60% to 80% of heart rate reserve. Additionally, we used the Borg RPE for training intensity control, which ranged between 13 and 17 of that scale.

Number of Arms: 2

Masking: Double (Investigator, Outcomes Assessor)
Outcomes Assessor

Allocation: Randomized

Enrollment: 33 [Actual]

Arms and Interventions

Arms	Assigned Interventions
<p>Experimental: Nordic walking Experimental</p> <p>Experimental: Nordic walking Training The total period of training was composed by 9-week of walking with poles, two sessions per week. The cycles were divided into four microcycles composed of three training sessions. Each training session took 60 min. Nordic walking aerobics training was used during the training period. These exercises were performed alternating volume and intensity. The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (NW); (c) return to the calm and ultimate stretching.</p>	<p>Nordic Walking</p> <p>Nordic walking Training the total period of training was composed by 9-week of walking with poles, two sessions per week. The cycles were divided into four microcycles composed of three training sessions. Each training session took 60 min. Free walking aerobics training was used during the training period. These exercises were performed alternating volume and intensity. The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (FW); (c) return to the calm and ultimate stretching.</p> <p>Free Walking</p> <p>Free walking Training The total period of training was composed by 9-week of walking without poles, two sessions per week. The cycles were divided into four microcycles composed of three training sessions. Each training session took 60 min. Free walking aerobics training was used during the training period. These exercises were performed alternating volume and intensity. The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (FW); (c) return to the calm and ultimate stretching.</p>
<p>Active Comparator: Free walking</p> <p>Free walking Training The total period of training was composed by 9-week of walking without poles, two sessions per week. The cycles were divided into four microcycles composed of three training sessions. Each training session took 60 min. Free walking</p>	<p>Nordic Walking</p> <p>Nordic walking Training the total period of training was composed by 9-week of walking with poles, two sessions per week. The cycles were divided into four microcycles composed of three training sessions. Each training session took 60 min. Free walking</p>

Arms	Assigned Interventions
<p>aerobics training was used during the training period. These exercises were performed alternating volume and intensity. The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (FW); (c) return to the calm and ultimate stretching.</p>	<p>aerobics training was used during the training period. These exercises were performed alternating volume and intensity. The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (FW); (c) return to the calm and ultimate stretching.</p> <p>Free Walking Free walking Training The total period of training was composed by 9-week of walking without poles, two sessions per week. The cycles were divided into four microcycles composed of three training sessions. Each training session took 60 min. Free walking aerobics training was used during the training period. These exercises were performed alternating volume and intensity. The training session was divided into three stages: (a) stretching, joint mobility, and heating; (b) main part (FW); (c) return to the calm and ultimate stretching.</p>

Outcome Measures

Primary Outcome Measure:

1. Test Timed Up and Go

This teste evaluate the mobility functional in three meters of self-selected speed (TUGSS) or at forced speed (TUGFS)

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

Secondary Outcome Measure:

2. Locomotor Rehabilitation Index

The Locomotor Rehabilitation Index is a method of determining how close is the SSW compared to the Optimum Speed (Vopt).

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

3. Self-selected walking speed - SSWS

This outcome will be measure in test of walking treadmill

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

4. Optimal Walking Speed (OPT)

This outcome will be measure through of the registered image movement analysis using the three-dimensional motion analysis system (VICON) of the walking test on treadmill.

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

5. Quality of life (QoL)

The quality of life will be estimated using the World Health Organization Quality of Life. (WHOQOL-short domains: physical, psychological, social relationships, environment, and general quality of life) and (WHOQOL-Long domains: sensory abilities, autonomy, Past, Present and Future Activities, social participation, death and dying, intimacy, and general quality of life).

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

6. Cognitive function

This outcome will be measure for Montreal Cognitive Assessment (MoCA).

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

7. Depressive symptoms

This outcome will be measure for the Geriatric Depression Scale - 15 item. The scale consists of 15 dichotomous questions in which participants are asked to answer yes or no in reference to how they felt over the past week (for

instance, "Do you feel that your life is empty?," "Do you feel that your situation is hopeless?"). Scores range from 0 to 15 with higher scores indicating more depressive symptoms.

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

Other Pre-specified Outcome Measures:

8. Motor symptoms

This outcome will be evaluated using Unified Parkinson's Disease Rating Scale. This Scale the clinician-scored monitored motor evaluation. Will be to considered 30% improvement in the Part III score has been applied to define "responders. The score in each item ranges from 0 to 4, and the indicates greater impairment by the disease and the minimum, normality.

The 14 items in the motor vehicle (the numbering of which goes from 18 to 31).

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

9. Balance Dynamics

This outcome will be evaluated using Berg Balance Scale (BBS). This scale assessment of the individual's balance in 14 situations, representative of activities of the day to day, such as: stand up, get up, walk, to lean forward, to move, to turn, among others. The maximum score of a being reached of 56 points and each item has an ordinal scale of five alternatives ranging from 0 to 4 points, according to the degree of difficulty.

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

10. Balance Static

This outcome will be evaluated using area of center of pressure (cm), with average velocity (IN cm/s) and root mean square (RMS). Assessments using unique measurements with force plat.

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

11. Spatial Temporal Parameters

This outcome is measure a composite for: stride frequency (in Hertz), stride length (in meters), swing time (in second) and contact time (in second). This outcome will be measure through of the registered image movement analysis using the three-dimensional motion analysis system (VICON) of the walking test on treadmill at different speed of walking (SSWS, below and above of the SSWS), 3 minutes at each speed (in kilometers/hours).

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

12. Dynamics Stability

This outcome will be evaluated using the coefficient of variation (CoV) of the Spatial Temporal Parameters: stride frequency (In Hertz), stride length (in meters), swing time (in seconds) and contact time(in seconds) in of the walking test on treadmill at different speed of walking (SSWS, below and above of the SSWS), 3 minutes at each speed.

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

13. Anthropometric data

This outcome is a composite for: circumferences (in cm), height (in meters), body massa (in kilograms) and body mass index - BMI (weight and height will be combined to report BMI in kg/m². This outcome will be measure with balance, stadiometer and anthropometric tape.

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

14. Electromyographic Parameters

This outcome is measure is a composite for: mean amplitude (in millivolts), onset (in seconds), offset (in seconds) and time of the signal and co-contraction (in seconds) of the muscles: vastus lateralis (VL), biceps femoris (BF), anterior tibial (AT) and medial gastrocnemius (MG) This outcome will be measured through Measuring the electromyographic activation during treadmill walking tests using an electromyograph. In of the walking test on treadmill at different speed of walking (SSWS, below and above of the SSWS), 3 minutes at each speed.

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

15. Parameters of Pendular Mechanism

This outcome is measure a composite for:(external, internal and total mechanical work, Wext,Wint and Wtot, respectively, Recovery. This outcome will be measure through of the registered image movement analysis using the three-dimensional motion analysis system (VICON) of the walking test on treadmill at different speed of walking (SSWS, below and above of the SSWS), 3 minutes at each speed.

[Time Frame: Change from baseline at 9 weeks]

Eligibility

Minimum Age: 50 Years

Maximum Age: 80 Years

Sex: All

Gender Based: No

Accepts Healthy Volunteers: No

Criteria: Inclusion Criteria: volunteers aged over 50 years, of both sexes, with a clinical diagnosis of idiopathic PD and staging between 1 and 4 in Hoehn and Yahr Scale (H&Y).

-

Exclusion Criteria:

- Show chronic pain or presence of a migraine or nausea in daily life;
- History of labyrinthitis;
- Deep Brain Stimulation (DBS);
- The frequency of training below of 75%.

Contacts/Locations

Central Contact Person: Leonardo A Peyré-Tartaruga, PhD
Telephone: +555133085818 Ext. 5820
Email: leonardo.tartaruga@ufrgs.br

Central Contact Backup: Eiren P Monteiro, MSc
Telephone: +555133085820
Email: elren.monteiro@gmail.com

Study Officials: Leonardo A Peyré-Tartaruga, PhD
Study Director
Federal University of Rio Grande do Sul

Locations: **Brazil**
Federal University of Rio Grande do Sul
Porto Alegre, Rio Grande Do Sul, Brazil, 90890-200

IPDSharing

Plan to Share IPD: No

References

Citations: **[Study Results]** Monteiro EP, Franzoni LT, Cubillos DM, de Oliveira Fagundes A, Carvalho AR, Oliveira HB, Pantoja PD, Schuch FB, Rieder CR, Martinez FG, Peyré-Tartaruga LA. Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial. Scand J Med Sci Sports. 2017 Mar;27(3):351-358. doi: 10.1111/sms.12652. Epub 2016 Feb 2. PubMed 26833853

Links: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28833853>
Description Effects of Nordic walking training on functional parameters in
Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial

Available IPD/Information:

U.S. National Library of Medicine | U.S. National Institutes of Health | U.S. Department of Health & Human Services

ANEXO 3

NORMAS *International Journal of Sports Medicine (IJSM)*

Instructions for Authors

Scope of the Journal

The *International Journal of Sports Medicine (IJSM)* provides a forum for the publication of papers dealing with basic or applied information that will advance the field of sports medicine and exercise science and offer a better understanding of biomedicine. The following sections define the scope of the journal: Training & Testing; Orthopedics & Biomechanics; Clinical Sciences; Nutrition; Behavioural Sciences; Physiology & Biochemistry; Genetics & Molecular Biology.

General Policy

The journal publishes original papers, reviews, and letters to the editor. Manuscripts submitted to the journal must contain novel data on theoretical or experimental research or on practical applications in the field of sports medicine and exercise science. Purely descriptive studies that lack generalizability to the wider world of sports medicine will be assigned a low priority and may not be entered by a corresponding editor into the peer-review process. Intervention studies which lack a comparator group and/or are very inconsistent with the CONSORT guidelines may also be assigned a low priority and not entered for peer review. Studies that employ data analysis approaches that are obviously inappropriate will also be assigned a low priority and not entered for peer-review, as will studies in which the clinical/practical significance of the findings has not been quantified and/or communicated. The paper must also be written in grammatically correct English, otherwise it may be refused for review. No substantial part of the submission should have been published elsewhere. If a part of the submission has been published or presented at a congress, symposium, national meeting proceeding or master's or doctoral theses, the reference for that publication and/or presentation should be given in the manuscript acknowledgement section. Submitted papers undergo peer reviewing by two independent reviewers. Authors may suggest names and full addresses including telephone and FAX numbers of two reviewers but not from their own institution.

Authors are required to conduct their research ethically according to international standards and as required by the journal as described in Harris DJ, Macsween A, Atkinson, G. Standards for Ethics in Sport and Exercise Science Research: 2018 Update. *Int J Sports Med* 2017; 38: 1126-1131 (<https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0043-124001.pdf>). Authors are expected to clearly state in the Methods section – by citing the aforementioned publication – that the study meets the ethical standards of the journal.

Categories of articles accepted for review

Original articles: Theoretical or experimental (basic or applied) research or practical applications. Either original work or the replication of work that better establishes basic principles will be considered. Original articles should not exceed a total of 15 000 characters, excluding references.

Review articles: Review articles on topics of broad interest are desirable. Authors who wish to submit an unsolicited review article should correspond with the editors-in-chief to determine the timeliness of the proposed review article. The correspondence should include an abstract and a complete outline of the proposed review article, including figures and tables (if possible). Review articles should not

exceed 30 000 characters, excluding references. Review articles are considered by the editors and expert reviewers before a final decision regarding publication is made.

Letters to the editor are welcome and will be published if appropriate. Letters (maximum length 700 words) relating to material previously published in *IJSM* should be submitted within 6 months after publication of the material the letter is referring to. Such letters will be sent to the corresponding author for comment within six weeks. The original letter and any reply will be published concurrently. Letters to the editor are excluded from online submission and should be sent to the editorial office at ijsm.editorialoffice@thieme.de

Submission of manuscripts

Manuscripts can be submitted exclusively via online submission at <http://mc.manuscriptcentral.com/IJSM> or via link at www.thieme.de/sportsmed. **Hard copy submission and electronic submission via email are not accepted.** See below under "Uploading files on submission" for further information on the online submission process.

Style: Manuscripts may be rejected without review on the basis of poor English or lack of conformity to stated standards of style.

Title: The title should be concise but informative.

First page: Names and addresses of the authors should not appear on the first page or elsewhere in the main document. These data are entered separately in the online submission system.

Abstract: The abstract should be informative. It should be self-explanatory without reference to the text of the manuscript. It should include essential significant results that support the conclusion of the work. Three to six key words not used in the title should also be provided (these can be entered during the online submission). Abbreviations should not be used in the abstract.

Introduction: Should be comprehensible to the general reader. Give a clear statement of the purpose of the paper and provide relevant context to support the basis for the paper and the significance of the work. Do not exhaustively review the literature.

Materials & Methods: Provide sufficient information in the text or by reference to other work to permit the submitted work to be repeated without the need to communicate with the authors. Relevant validity and reliability data should be provided for critical methods.

State the type of statistical tests used. Include the number of observations and the statistical findings when appropriate. Parametric and non-parametric statistics must be used as appropriate.

Results: Should be presented precisely and should not contain material that is appropriate in the discussion. Units, quantities, and formulas should be expressed according to the *Système Internationale (SI units)*. All measurements should be given in metric units.

Discussion: Emphasize the new and important aspects of the study and conclusions from the study.

Acknowledgements: Financial support should be stated.

References: References should be cited in the text by number and listed in order of their citation in the paper. Titles of journals should be abbreviated according to the latest edition of *Index Medicus*. All authors should be named (do not use "et al."). Authors bear complete responsibility for the accuracy of the references.

Only published or "in press" papers or books may be cited in the reference list. Information from manuscripts submitted but not yet accepted should be cited in the text as "unpublished observations" in

parentheses. Personal communications should be listed in the text in parentheses. Published abstracts must not be used as references. Use of a large number of abstracts or non peer-reviewed articles in the reference section will be grounds for rejection of the submission without review.

Examples of references

Journal article:

¹ Palmer GS, Dennis SC, Nookes TD, Hawley JA. Assessment of the reproducibility of performance testing on an air-braked cycle ergometer. *Int J Sports Med* 1996; 17: 293–298

Complete book:

¹ Dingle JT (ed). *Lysosomes*. New York: American Elsevier, 1972: 65

Chapter of a book:

¹ Zancetti A, Baccelli G, Guazzi M, Mancía G. The effect of sleep on experimental hypertension. In: Onesti G, Kim KE, Moyer JH (eds). *Hypertension: Mechanisms and Management*. New York: Grune & Stratton, 1973: 133–140

Basic principle of quoting online sources:

<institution / author(s)><dot><title (where possible, release date)><dot><"On the internet:"><URL><semicolon><_status:"><date of online access><doi (if available)>

Figures: We cannot accept or store illustrations in which personal data of third parties are included. Please submit images in completely anonymous form, free of personal data only! Such data may not only be directly visible in the image (e.g., a patient name or a date of birth in an X-ray image); they can also be included in the metadata of the image, which is accessible with the appropriate software. They may also be obscured by a cropping feature (such as Powerpoint or Word), but can be made visible underneath. If you have questions about data protection regulations, please contact us before submitting your manuscript. Figures, illustrations, or half-tones should be used when findings are best visually communicated. The use of photographs or equipment and experimental subjects should be avoided; good line drawings are more informative. Abbreviations used in the figure must be explained in the legend. Reference to the figure should be made in the text. Figures, illustrations or half-tones must be sharp and high-contrast. Uniform typographical setup (font style and size, line thickness) of all figures in a paper is highly desirable. Images should be provided as .tif or .jpg files in a resolution of 300 dpi.

Tables: Tables should be used to communicate information that is hard to present visually. Results whose interpretation is more easily comprehended by knowing the means and SEM (or SD) may be presented in a table(s). Tables should be self-explanatory and bear a short title. Table legends should be typed on the same sheet as the table as a header. A footnote to the table should explain all abbreviations used in the table. Tables should be provided either as word or excel files.

Uploading files on submission

For submission of all manuscripts, follow the instructions of the online submission system at <http://mc.manuscriptcentral.com/IJSM>. Before submission, keep ready full metadata of the manuscript (title, full names referenced by Arabic superscripts with affiliation and addresses of all authors, and also, the complete list of references, footnotes, figure legends, and tables). **The author submitting the manuscript will be corresponding author.**

Upload as many files as needed for your manuscript. **If you have updated a file, please delete the previous version and upload the revised file.** If you are submitting a revision, please include only the latest set of files. All files will be combined into a single PDF document for the peer review process.

When uploading your manuscript, you are required to select the **File designation:**

Main document. The main document should be in Word format. It should not include any figures or tables.

Figures and tables. Each one should be uploaded separately. Images should be uploaded as .tif or .jpg files in a resolution of 300 dpi. Tables should be uploaded either as Word or Excel files. When uploading, a form appears requesting the following information:

– **File tags:** Please enter the figure/table number e.g. Figure 1a, Table 1

– **Caption/legend:** Please enter the figure/table number plus legend. Figure legends should be brief, but must contain all the information to make the illustration comprehensible without taking recourse to the text.

Please do not upload PDFs! To designate the order in which your files appear, use the dropdowns in the "order" column.

Galley proofs and proof-reading

A PDF file of the galley proofs will be sent via e-mail to the corresponding author for proof reading. Proof reading is for typesetting errors only. At this stage the manuscript cannot be changed. The galley proofs should be returned to the appropriate address within 48 hours so the publication of the submission is not delayed.

Page charge

Together with the galley proofs, if the manuscript is more than three printed pages, the corresponding author will be asked by the publisher to submit a check or purchase order to pay the cost of publication. Up to three printed pages of publication are without charge to the corresponding author. Each printed page beginning with the fourth printed page will carry a page charge of € 160.– (including 19% VAT).

PDF for personal use

The corresponding author will receive a PDF of the published article free of charge for personal, non-commercial use only.

Status 10/2017

Int J Sports Med

ESCALA UPDRS (PARTE III)

UPDRS - III. Exame Motor

18. Fala

0. Normal.
1. Leve perda da expressão, dicção e/ou volume.
2. Monótona, inarticulada mas compreensível; moderadamente prejudicada.
3. Marcadamente prejudicada, difícil de compreender.
4. Ininteligível.

19. Expressão Facial

0. Normal.
1. Mínima hipomímia, podendo ser “face de pôquer”.
2. Leve mas definida diminuição anormal da expressão facial.
3. Moderada hipomímia; lábios separados algumas vezes.
4. Facies em máscara ou fixa com severa ou completa perda da expressão facial; lábios separados mais de 0.5 cm.

20. Tremor de repouso

0. Ausente.
1. Leve e raramente presente.
2. Leve em amplitude e persistente. Ou moderado na amplitude, mas somente intermitentemente presente.
3. Moderada amplitude e presente a maior parte do tempo.
4. Marcada amplitude e presente a maior parte do tempo.

Face, lábios e queixo:

Mão direita:

Mão esquerda:

Pé direito:

Pé esquerdo:

21. Tremor postural e de ação das mãos

0. Ausente.
1. Leve, presente com a ação.
2. Moderado em amplitude, presente com a ação.
3. Moderado em amplitude, postural e de ação.
4. Marcado em amplitude, interferindo com a alimentação.

Direita:

Esquerda:

22. Rigidez [*movimento passivo das articulações maiores com o paciente relaxado em posição sentada, ignore a roda denteada*]

0. Ausente
1. Leve ou detectável só quando ativado por outros movimentos.
2. Leve a moderada.
3. Marcada, mas total extensão de movimentos obtida facilmente.
4. Severa, total extensão de movimentos obtida com dificuldade.

Pescoço:

Superior direita:

Superior esquerda:

Inferior direita:

Inferior esquerda:

23. "Finger Taps" [*paciente bate o polegar com o dedo indicador em rápida sucessão com a maior amplitude possível, cada mão separadamente*]

0. Normal
1. Um tanto quanto lento e/ ou reduzido na amplitude.
2. Moderadamente prejudicado. Cansaço definido e inicial. Pode apresentar pausas ocasionais durante o movimento.
3. Prejuízo severo. Freqüente hesitação ao iniciar o movimento ou pausas no movimento continuado.
4. Dificilmente pode executar a tarefa.

Direita:

Esquerda:

24. Movimentos manuais [*Paciente abre e fecha as mãos sucessivamente e rapidamente com a maior amplitude possível, cada mão separadamente*]

0. Normal
1. Levemente lento e/ ou reduzido na amplitude.
2. Moderadamente prejudicado. Cansaço nítido e inicial. Pode ter pausas ocasionais no movimento.
3. Prejuízo severo. Freqüente hesitação ao iniciar movimentos ou pausas no movimento continuado.
4. Dificilmente pode executar a tarefa.

Direita:

Esquerda:

25. Movimentos rápidos alternantes das mãos [*movimentos de pronação-supinação das mãos, verticalmente ou horizontalmente, com a maior amplitude possível, cada mão separadamente*]

0. Normal

1. Levemente lento e/ ou reduzido na amplitude.

2. Moderadamente prejudicado. Cansaço nítido e inicial. Pode ter pausas ocasionais no movimento.

3. Prejuízo severo. Frequente hesitação ao iniciar movimentos ou pausas no movimento continuado.

4. Dificilmente pode executar a tarefa.

Direita:

Esquerda:

26. Agilidade das pernas [*paciente bate sucessivamente e rapidamente o calcanhar no chão, erguendo totalmente a perna. Amplitude deve ser aproximadamente de 8 cm*].

0. Normal.

1. Levemente lento e/ ou reduzido na amplitude.

2. Moderadamente prejudicado. Cansaço nítido e inicial. Pode ter pausas ocasionais no movimento.

3. Prejuízo severo. Frequente hesitação ao iniciar movimentos ou pausas no movimento continuado.

4. Dificilmente pode executar a tarefa.

Direita:

Esquerda:

27. Ao levantar-se da cadeira [*paciente tentando levantar de uma cadeira de metal ou madeira reta com os braços mantidos cruzados*]

0. Normal

1. Lento; ou pode necessitar mais que uma tentativa.

2. Impulsiona-se com os braços da cadeira.

3. Tende a cair para trás e pode ter que tentar mais que uma vez, mas pode levantar sem auxílio.

4. Sem capacidade de levantar sem auxílio.

28. Postura

0. Normalmente ereto.

1. Não fica totalmente ereto, postura levemente inclinada, poderia ser normal para pessoas mais idosas.

2. Coloca-se moderadamente inclinado, definidamente anormal; pode estar ligeiramente inclinado para um lado.
3. Postura severamente inclinada com cifose; pode estar moderadamente inclinado para um lado.
4. Marcada flexão com extrema anormalidade de postura.

29. Marcha

0. Normal
1. Caminha lentamente, pode ter marcha arrastada com passos curtos, mas sem festinação (acelerando os passos) ou propulsão.
2. Caminha com dificuldade, mas requer pouca ou nenhuma assistência; pode ter alguma festinação, passos curtos ou propulsão.
3. Severo distúrbio da marcha, necessitando auxílio.
4. Não pode caminhar, mesmo com auxílio.

30. Estabilidade Postural *[Resposta ao súbito deslocamento posterior produzido por puxada nos ombros enquanto o paciente está de pé com os olhos abertos e os pés ligeiramente separados. Paciente é preparado, podendo ser repetido algumas vezes a manobra]*

0. Normal
1. Retropulsão, mas volta à posição original sem auxílio.
2. Ausência de resposta postural, podendo cair se não for amparado pelo examinador.
3. Muito instável, tende a perder o equilíbrio espontaneamente.
4. Não consegue parar sem auxílio.

31. Bradicinesia e hipocinesias corporais *[Combinando lentificação, hesitação, diminuição do balanço dos braços, pequena amplitude, e pobreza dos movimentos em geral]*

0. Sem.
1. Mínima lentificação, dando ao movimento um caráter “deliberado”; poderia ser normal para algumas pessoas. Possivelmente amplitude reduzida.
2. Leve grau de lentificação e pobreza dos movimentos que é definitivamente anormal. Alternativamente, alguma redução da amplitude.
3. Moderada lentificação, pobreza ou diminuição da amplitude dos movimentos.
4. Marcada lentificação, pobreza ou diminuição da amplitude dos movimentos.

ANEXO 5

ESCALA H&Y

Estádios da DP segundo a Escala de Hoehn e Yahr (modificada)¹

ESTADIO 0: Nenhum sinal da doença

ESTADIO 1: Doença unilateral

ESTADIO 1,5: Envolvimento unilateral e axial

ESTADIO 2: Doença bilateral sem déficit de equilíbrio

ESTADIO 2,5: Doença bilateral leve, com recuperação no “teste do empurrão”

ESTADIO 3: Doença bilateral leve a moderada; alguma instabilidade postural; capacidade para viver independente

ESTADIO 4: Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda

ESTADIO 5: Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda

ANEXO 6

Teste Timed UP and GO (TUG)



Fonte: Monteiro (2014)

ANEXO 7

Escala de BORG

6	Sem nenhum esforço
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Um pouco intenso
14	
15	Intenso (pesado)
16	
17	Muito Intenso
18	
19	Extremamente intenso
20	Máximo esforço

Escala RPE de Borg
© Gunnar Borg, 1970, 1985, 1994, 1998

ANEXO 8

Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA)

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA) Versão Experimental Brasileira

Nome: _____ Data de nascimento: ____/____/____
 Escolaridade: _____ Data de avaliação: ____/____/____
 Sexo: _____ Idade: _____

VISUOESPACIAL / EXECUTIVA		Copiar o cubo		Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)		Pontos			
				Contorno [] Números [] Ponteiros []		_5			
NOMEAÇÃO		[]		[]		[]		_3	
MEMÓRIA		Leia a lista de palavras. O sujeito deve repeti-las, faça duas tentativas. Evocar após 5 minutos.		Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	Sem Pontuação
		1ª tentativa							
		2ª tentativa							
ATENÇÃO		Leia a sequência de números (1 número por segundo).		O sujeito deve repetir a sequência em ordem direta [] 2 1 8 5 4		O sujeito deve repetir a sequência em ordem inversa [] 7 4 2		_2	
Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros.		[] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B		_1					
Subtração de 7 começando pelo 100 [] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65		4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 corretas 0 ponto		_3					
LINGUAGEM		Repete: Eu somente sei que é João quem será ajudado hoje. []		O gato sempre se esconde embaixo do sofá quando o cachorro está na sala. []		_2			
Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto). [] _____ (6 ≥ 11 palavras)		_1							
ABSTRAÇÃO		Semelhança p. ex. entre banana e laranja - fruta [] trem - bicicleta [] relógio - régua		_2					
EVOCACÃO TARDIA		Deve recordar as palavras SEM PISTAS		Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS
		[] [] [] [] []							
OPCIONAL		Pista de categoria		Pista de múltipla escolha					
ORIENTAÇÃO		[] Dia do mês [] Mês [] Ano [] Dia da semana [] Lugar [] Cidade		_6					
© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org Versão experimental Brasileira: Ana Luisa Rosas Sarmento Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajman (UNIFESP-SP 2007)		TOTAL Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade		_30					

Aplicação e Instruções para Pontuação

A Avaliação Cognitiva Montreal (MoCA) foi desenvolvida como um instrumento breve de rastreio para deficiência cognitiva leve. O mesmo acessa diferentes domínios cognitivos: Atenção e concentração, funções executivas, memória, linguagem, habilidades viso-construtivas, conceituação, cálculo e orientação. O tempo de aplicação do MoCA é de aproximadamente 10 minutos. O escore total é de 30 pontos; sendo o escore de 26 ou mais considerado normal.

1. Alternância de trilha

Aplicação: O examinador instrui o sujeito : “ Por favor, desenhe uma linha indo de um número para uma letra em ordem ascendente. Comece aqui {aponte para (1)} e desenhe uma linha de 1 para A, daí para 2 e assim por diante. Termine aqui {aponte para (E)}.”

Pontuação: Atribua 1 ponto se o sujeito desenhar satisfatoriamente o seguinte padrão 1-A-2-B-3-C-4-D-5-E, sem desenhar nenhuma linha que ultrapasse o alvo. Qualquer erro que não for imediatamente auto-corrigido, recebe 0 de pontuação.

2. Habilidades Viso-Construtivas (Cubo)

Aplicação: O examinador dá as seguintes instruções, apontando para o cubo: “Copie este desenho o mais precisamente que você puder, no espaço abaixo”

Pontuação: Um ponto é atribuído para a execução correta do desenho.

O desenho deve ser tridimensional

Todas as linhas são desenhadas

Nenhuma linha é adicionada

As linhas são relativamente paralelas e seu comprimento é semelhante (prismas retangulares são aceitos).

O ponto não é atribuído se algum dos critérios acima não for atingido.

3. Habilidades Viso-Construtivas (Relógio)

Aplicação: Indique o terceiro espaço à direita e dê as seguintes instruções:“Desenhe um relógio.Coloque todos os números e marque a hora 11:10”

Pontuação: Um ponto é atribuído para cada um dos três critérios a seguir:

Contorno (1 ponto): o mostrador do relógio deve ser um círculo somente com uma mínima distorção aceitável (ex:discreta imperfeição ao fechar o círculo);

Números (1 ponto): todos os números do relógio devem estar na ordem correta e localizados em quadrantes aproximados no mostrador do relógio; números romanos são aceitos; os números podem ser colocados do lado de fora do contorno do círculo.

Ponteiros (1 ponto): devem haver 2 ponteiros indicando a hora correta; o ponteiro das horas deve ser claramente menor do que o ponteiro dos minutos;os ponteiros devem estar centralizados no mostrador do relógio com sua junção no centro do relógio.

O ponto não é atribuído se algum dos critérios acima não for atingido.

4. Nomeação

Aplicação: Começando à esquerda, aponte para cada figura e diga: “Me diga o nome desse animal”

Pontuação: Cada ponto é dado para as seguintes respostas: (1) camelo ou dromedário, (2) leão, (3) rinoceronte.

5. Memória

Aplicação: O examinador lê uma lista de palavras no intervalo de uma por segundo dando as seguintes instruções:“Este é um teste de memória. Eu li uma lista de palavras que você deverá lembrar-se agora e mais tarde.Ouçã com atenção.Quando eu terminar, me diga todas as palavras que você puder lembrar. Não importa a ordem que você as diga.” Marque no espaço reservado para cada palavra o desempenho do sujeito na primeira tentativa. Quando o sujeito indicar que terminou (lembrou-se de todas as palavras),ou que não se lembra de mais nenhuma palavra,leia a lista pela segunda vez com as seguintes instruções:“Eu li a mesma lista pela segunda vez. Tente se lembrar e me diga todas as palavras que você puder, incluindo palavras ditas da primeira vez.” Marque no espaço reservado para cada palavra o desempenho do sujeito na segunda tentativa. Ao final da segunda tentativa, informe o sujeito que lhe será pedido para resgatar essas palavras novamente,dizendo:“Eu lhe pedirei para resgatar essas palavras novamente no final do teste.”

Pontuação: Não são dados pontos para as tentativas 1 e 2.

6. Atenção

Span de dígitos direto

Aplicação: Dê as seguintes instruções: “Eu lhe direi alguns números e quando eu terminar, me repita na ordem exata que eu os disse.” Leia a sequência de 5 números no intervalo de um dígito por segundo.

7. Span de dígitos indireto

Aplicação: Dê as seguintes instruções: “Agora eu lhe direi mais alguns números, porém, quando eu terminar você deverá repeti-los para mim na ordem inversa.” Leia a sequência de 3 números no intervalo de um dígito por segundo.

Pontuação: Atribua um ponto para cada sequência repetida corretamente, (N.B.:A resposta correta para a tentativa inversa é 2-4-7).

8. Vigilância

Aplicação: O examinador lê as listas de letras no intervalo de uma por segundo, após dar as seguintes instruções: “Eu lerei uma sequência de letras. Toda a vez que eu disser a letra A, bata a mão uma vez. Se eu disser uma letra diferente, não bata a sua mão.”

Pontuação: Dê um ponto se houver de zero a um erro (um erro é uma batida na letra errada ou uma falha na batida da letra A).

9. Sete Seriado

Aplicação: O examinador dá as seguintes instruções: “Agora eu lhe pedirei para que você subtraia sete a partir de 100, e então siga subtraindo sete da sua resposta até eu lhe disser que pare.” Dê esta instrução 2 vezes se necessário.

Pontuação: Este item é pontuado com 3 pontos. Não atribua ponto (0) para uma subtração incorreta, 1 ponto para uma subtração correta, 2 pontos para duas a três subtrações corretas e 3 pontos se o participante fizer com sucesso quatro ou cinco subtrações corretas. Conte cada subtração correta de 7, começando de 100. Cada subtração é avaliada independentemente; ou seja, se o participante responde com número incorreto, mas continua a subtrair corretamente 7 daquele número, dê um

ponto para cada subtração correta. Por exemplo, o participante pode responder “92-85-78-71-64” quando o 92 é incorreto, mas todos os números subsequentes são subtraídos corretamente. Este é um erro e o item deve receber a pontuação de 3.

10. Replicação de sentença

Aplicação: O examinador dá as seguintes instruções: “Eu vou ler uma sentença para você. Repita depois de mim, exatamente como eu disser: Eu somente sei que João é quem será ajudado hoje.” Após a resposta, diga: “Agora eu vou ler outra sentença. Repita-a depois de mim, exatamente como eu disser[pausa]: o gato sempre se esconde debaixo do sofá quando o cachorro está na sala.”

Pontuação: Atribua 1 ponto para cada sentença repetida corretamente. A repetição deve ser exata. Esteja atento para erros que são omissões (omitir “somente”, “sempre”) e substituições/adições(“João é quem ajudou hoje”).

11. Fluência Verbal

Aplicação: O examinador dá a seguinte instrução: “Diga-me quantas palavras você puder pensar que comecem com uma certa letra do alfabeto que eu lhe direi em um minuto. Você pode dizer qualquer tipo de palavra que quiser, exceto nomes próprios (como Beto ou Bauru), números, ou palavras que começam com os mesmos sons porém com diferente sufixo, por exemplo, amor, amante, amando. Eu direi para parar após 1 minuto. Você está pronto? [pausa] Agora , me diga quantas palavras você pode pensar que começam com a letra F.[tempo de 60 segundos]. Pare”.

Pontuação: Atribua 1 ponto se o sujeito gerar 11 palavras ou mais em 60 segundos. Grave a resposta do sujeito no espaço ou ao lado.

12. Abstração

Aplicação: O examinador pede ao sujeito que explique o que cada par de palavras tem em comum, começando com o exemplo: “Diga-me em que uma laranja e uma banana são parecidas”. Se o sujeito responde de maneira concreta, então somente diga uma vez adicional:” Me diga de outra forma em que estes 2 itens são parecidos ”.Se o sujeito não der a resposta apropriada (fruta), diga, “sim, e elas são ambas frutas” não dê nenhuma outra instrução ou esclarecimento.

Após o ensaio, diga: “Agora me diga em que um trem e uma bicicleta são parecidos”. Após a resposta, aplique a segunda tentativa dizendo: “Agora me diga em que uma régua e um relógio são parecidos” . Não dê nenhuma instrução adicional ou dica.

Pontuação: Somente os últimos pares de itens são pontuados. Dê 1 ponto para cada par de itens corretamente respondidos. As seguintes respostas são aceitas; trem-bicicleta=meios de transporte, meios de viajar, você viaja em ambos; régua-relógio=instrumentos de medida, usados para medir. As seguintes respostas não são aceitas: trem-bicicleta=eles têm rodas; régua-relógio=eles têm números.

13. Evocação Tardia

Aplicação: O examinador dá as seguintes instruções: “Anteriormente eu li algumas palavras para você, as quais eu pedi que você se lembrasse. Me diga quantas dessas palavras você pode lembrar.” Faça uma marca (√) para cada uma das palavras lembradas corretamente espontaneamente sem nenhuma pista, no espaço alocado.

Pontuação: Atribua 1 ponto para cada palavra lembrada livremente sem nenhuma pista.

Opcional

Após a tentativa de evocação livre, dê dicas para o sujeito com a lista de categoria semântica abaixo para qualquer palavra não lembrada. Faça uma marca(√) no espaço alocado. Se o sujeito lembrar da palavra com a ajuda da categoria ou da pista de múltipla escolha, dê dica para todas as palavras não lembradas dessa maneira. Se o sujeito não lembrar da palavra após a pista da categoria, dê a ele a tentativa de múltipla escolha, usando a seguinte instrução como exemplo, “Qual das seguintes palavras você acha que era, nariz, rosto ou mão?”

Use a seguinte categoria e/ou pista de múltipla escolha para cada palavra, quando apropriado:

ROSTO pista de categoria: parte do corpo múltipla escolha: nariz, rosto, mão

VELUDO pista de categoria: tipo de tecido múltipla escolha: jeans, algodão ,veludo

IGREJA pista de categoria: tipo de construção múltipla escolha: igreja, escola, hospital

MARGARIDA pista de categoria: tipo de flor múltipla escolha: rosa, margarida, tulipa

VERMELHO pista de categoria: uma cor múltipla escolha: vermelho, azul, verde

Pontuação: Não são atribuídos pontos para palavras lembradas com pista. A pista é usada somente como proposta para informação clínica e pode dar ao avaliador do teste informação adicional sobre o tipo de distúrbio de memória. Para déficits de memória com falha de resgate, o desempenho pode ser melhorado com a pista. Para déficits de memória com falha de registro, o desempenho não melhora com a pista.

14. Orientação

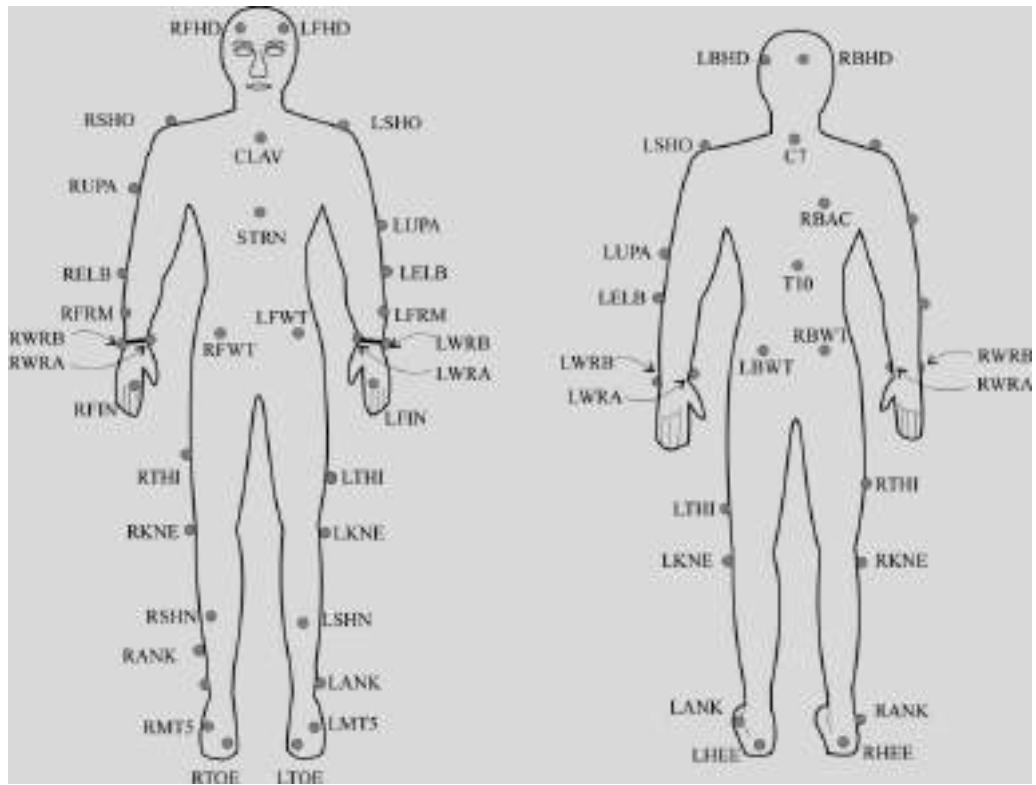
Aplicação: O examinador dá as seguintes instruções: “Diga-me a data de hoje”. Se o sujeito não der a resposta correta, então diga imediatamente: “Me diga [o ano, mês, data exata e o dia da semana]”. Então diga: “Agora me diga o nome deste lugar e em que cidade fica”.

Pontuação: Atribua 1 ponto para cada item corretamente respondido. O sujeito deve dizer a data e local exatos (nome do hospital, setor, consultório). Não são atribuídos pontos se o sujeito comete erro de um dia para outro dia e a data.

Resultado Total: some todos os resultados listados à margem direita. Adicione 1 ponto para o indivíduo que possui 12 anos de escolaridade formal ou menos para um máximo possível de 30 pontos. O resultado total final de 26 ou acima é considerado normal

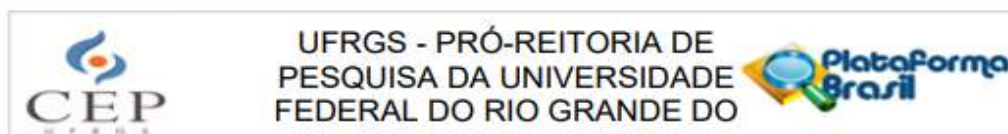
ANEXO 9

VICON



ANEXO 10

Aprovação CEP (ESTUDO SPRINT)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MECÂNICA DO SPRINT EM PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON E IDOSOS SAUDÁVEIS

Pesquisador: Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga

Área Temática: Equipamentos e dispositivos terapêuticos, novos ou não registrados no País;

Versão: 3

CAAE: 91182718.1.0000.5347

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.120.630

Apresentação do Projeto:

O Projeto denominado de MECÂNICA DO SPRINT EM PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON E IDOSOS SAUDÁVEIS é a versão 3 do projeto de pesquisa apresentado a este CEP pelo pesquisador responsável Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga. É projeto com financiamento próprio, apresentado pela primeira vez em 11 de junho de 2018 (versão 1).

Objetivo da Pesquisa:

A pesquisa tem como objetivo geral a descrição do perfil da mecânica do SPRINT e sua comparação entre duas populações: em pessoas com DOENÇA DE PARKINSON (D.P.) e em pessoas idosas saudáveis e fisicamente ativas. Como objetivos específicos o projeto contempla: 1. descrever a mecânica do SPRINT em pacientes com D.P.; 2. comparar pessoas com D.P. e idosos saudáveis fisicamente ativos, levando em conta as seguintes variáveis mecânicas: 2.1. velocidade máxima teórica V0; 2.2. força máxima teórica; 2.3. força máxima F0; 2.4. Potência máxima; 2.5. Potência máxima horizontal; 2.6. Média de aplicação de força nos 10m do SPRINT; 2.7. Direção da aplicação da força; 2.8. Tempo total do SPRINT; 2.9. Tempo do SPRINT nos trechos 5m, 10m, 20m, 25m e 30m; 2.10. Comparar a relação entre potência, força e velocidade durante o SPRINT; 2.11. Avaliar a reprodutibilidade do aplicativo MYSPRINT em pacientes com D.P.; 2.12. Correlacionar as variáveis mecânicas com o estadiamento e tempo da D.P.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Ferroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.120.630

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos relacionados à sua participação no estudo, embora baixos, estão abaixo descritos:

- Você poderá apresentar desconforto por cansaço: embora o exercício seja mantido em um nível de esforço seguro, há possibilidade de você sentir fadiga, dor muscular ou cansaço durante ou após as sessões de exercício de corrida. No caso de haver desconforto durante a sessão, o exercício será imediatamente suspenso, e, se necessário for e você receberá o atendimento adequado pela fisioterapeuta e pelos professores avaliadores.
- Você poderá apresentar alterações nos batimentos cardíacos e na pressão arterial. Porém, você poderá interromper o teste a qualquer momento.
- Durante a corrida, você poderá não conseguir acompanhar a velocidade. Porém, as velocidades serão ajustadas por você, conforme a sua sensação de esforço, e você será ensinado previamente.
- Você poderá apresentar dores de cabeças e náuseas devido ao aumento da temperatura corporal durante os testes. Entretanto, as avaliações serão realizadas em horários em que a temperatura esteja mais agradável. Além de ser disponibilizado para você água para sua hidratação durante o exercício físico, e ao final do teste você receberá uma barra de cereal;

A PARTIR DESTE ITEM, CONFORME SOLICITAÇÃO DO(A) PARECERISTA ANTERIOR, HOUVE ALTERAÇÃO NA REDAÇÃO DA IDENTIFICAÇÃO, DESCRIÇÃO E AÇÕES A SEREM EFETIVAS EM FACE DO RISCO.

• Há o risco de você cair durante os testes ou durante as sessões de familiarização. Entretanto, terá uma equipe de prontidão altamente qualificada para fazer os procedimentos de primeiros socorros. NESTE PONTO, HOUVE A ALTERAÇÃO DO TEXTO REFERENTE AO RISCO: CASO VOCÊ CAIR, ENQUANTO UM PROFESSOR RESPONSÁVEL DA COLETA FARÁ A LIGAÇÃO PARA A ASSISTÊNCIA MÉDICA DE EMERGÊNCIA (SAMU), A FISIOTERAPEUTA QUALIFICADA FARÁ O ATENDIMENTO INICIAL ENQUANTO SEJA ACIONADO O MÉDICO CARDIOLOGISTA DO LABORATÓRIO, QUE PRESTERÁ O ATENDIMENTO EM PRIMEIROS SOCORROS, E OS DEMAIS INTEGRANTES DA EQUIPE LHE DARÃO TODO O SUPORTE NECESSÁRIO PARA O SEU BEM-ESTAR E CONFORTO ATÉ A CHEGADA DO SAMU, QUE LHE ENCAMINHARÁ PARA O HOSPITAL DE PRONTO SOCORRO. A EQUIPE TERÁ, DURANTE AS AVALIAÇÕES, MATERIAIS DE PRIMEIROS SOCORROS.

HOUVE UMA ALTERAÇÃO SUBSTANCIAL NA DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS E DOS PROFISSIONAIS ENVOLVIDOS EM FACE DO RISCO APONTADO. NA VERSÃO ANTERIOR, O

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.120.630

PESQUISADOR APENAS INDICAVA A AÇÃO DOCENTE NA CHAMADA DA SAMU: "enquanto um professor responsável da coleta fará a ligação para a Assistência Médica de Emergência (SAMU) que lhe encaminhará para o Hospital de Pronto Socorro".

- Os testes de corrida serão realizados no período da manhã, pois neste turno teremos presente o médico cardiologista do LAPEX.

. Em casos de surgimento de um acidente ou lesão física resultante diretamente dos testes, haverá o serviço de assistência imediata por conta dos pesquisadores (emergencial e sem ônus de qualquer espécie para você).

AQUI TAMBÉM FOI CONSIDERADA A SOLICITAÇÃO FEITA PELO CEP UFRGS E HOUVE ALTERAÇÃO DO TEXTO ORIGINAL, PASSANDO A REDAÇÃO AO SEGUINTE MODO: "Ressalta-se que será providenciada compensação financeira por conta dos avaliadores para pagamento dos demais serviços de saúde. Desta forma, a responsabilidade sobre as despesas com os serviços de saúde como plano de saúde, intervenções cirúrgicas e medicações serão de total responsabilidade do pesquisador responsável. O pesquisador, o patrocinador e as instituições e ou organizações envolvidas nas diferentes fases da pesquisa proporcionarão assistência imediata, bem como se responsabilizarão pela assistência integral aos participantes da pesquisa no que se refere a complicações e danos decorrentes da pesquisa.

Se você vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no TCLE, terá direito à indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa.

Benefícios:

Os benefícios de participar deste estudo serão o conhecimento do seu estado físico e de resultados de diferentes exames importantes no controle da Doença de Parkinson e a possibilidade de realização de atividade física orientada por um profissional de educação física.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo comparativo de perfil mecânico entre uma população com Doença de Parkinson (D.P.) e idosos saudáveis fisicamente ativos, envolvendo diferentes itens a serem comparados> A pesquisa será realizada em dois grupos de 14 membros voluntários cada, 14 com D.P. e 14 idosos saudáveis. A metodologia apresentada é adequada ao desenvolvimento do

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.120.630

projeto. Como ferramenta de pesquisa será feito o uso de um aplicativo denominado de MYSPRINT. HOUE ALTERAÇÃO SUBSTANCIAL NA DESCRIÇÃO DOS RISCOS DA PESQUISA E COMO SERÃO REALIZADOS OS ATENDIMENTOS NECESSÁRIOS, TANTO NO PROJETO QUANTO NA PLATAFORMA, BEM COMO NA CARTA EM ANEXO, TODOS CONSTANDO DO MESMO TEXTO PADRÃO. ESTA REDAÇÃO FOI ADEQUADA SEGUINDO A RESOLUÇÃO 466/2012 CONEP, TENDO SIDO RETIRADAS AS RESSALVAS APRESENTADAS NA VERSÃO 2 DO PROJETO. NA VERSÃO 3 O PROJETO APRESENTA A GARANTIA DE ATENDIMENTO ADEQUADO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

FOLHA DE ROSTO: APRESENTADA DE FORMA ADEQUADA.

ORÇAMENTO: APRESENTADO DE FORMA ADEQUADA.

CRONOGRAMA: reapresentado e revisado com início em janeiro de 2019 e encerramento em dezembro de 2019.

PROJETO COMPLETO (EM ANEXO): READEQUADO, NOS ITENS SOLICITADOS. OBSERVAR QUE TODOS OS ITENS ALTERADOS ESTÃO GRIFADOS NO PROJETO ORIGINAL (LETRA VERMELHA E MARCADOR AMARELO) E SÃO REDESCRITOS NA CARTA EM ANEXO, SEGUINDO AS INDICAÇÕES DO PARECER ANTERIOR.

TCLE: READEQUADO, DE ACORDO COM AS EXIGÊNCIAS DA RESOLUÇÃO 466/2012.

AUTORIZAÇÃO DE INSTITUIÇÃO PARTICIPANTE: APRESENTADO DE FORMA ADEQUADA.

INCLUI AINDA EM ANEXO O PARECER DA COMPESQ ESEFID, tendo sido aprovado do ponto de vista da pesquisa científica, sendo considerada sua relevância, atualidade, referencial teórico e metodologia de pesquisa, tendo sido incorporadas as sugestões apontadas neste parecer.

OBSERVAÇÃO: O TCLE REVISADO E REAPRESENTADO É UM DOCUMENTO EXTENSO, DE 4 PÁGINAS, NO QUAL CONSTAM OS SEGUINTE ITENS: 1. APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA E DA PERSPECTIVA COMPARATIVA; 2. TEMPO DE DURAÇÃO DA PESQUISA E SISTEMA DE REALIZAÇÃO DO PROJETO; RECOMENDAÇÕES GERAIS SOBRE A MEDICAÇÃO; 3. DESCRIÇÃO

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.120.630

PESQUISA: 3.1. APRESENTAÇÃO DA PESQUISA EM SITUAÇÃO DE ENTREVISTA, LEITURA DO TCLE E AVALIAÇÃO GERAL; 3.2. VISITA NA PISTA DE ATLETISMO; 3.3. NOVA VISITA NA PISTA DE ATLETISMO, QUANDO SÃO APRESENTADOS NO CORPO DO TCLE OS RISCOS E BENEFÍCIOS. CADA UM DESTES MOMENTOS POSSUI UMA DESCRIÇÃO ORGANIZADA EM TÓPICOS. APESAR DE SER BASTANTE OBJETIVA, ELA É, POR VEZES, EXTENSA E REPETITIVA, CARACTERIZANDO UM ESPÍRITO DIDÁTICO PRESENTE NO CONJUNTO DO TERMO.

Recomendações:

O PESQUISADOR ATENDEU ÀS SOLICITAÇÕES:

1. ADEQUAÇÃO DO CRONOGRAMA

2. ADEQUAÇÃO DO PROJETO ORIGINAL E DA VERSÃO APRESENTADA NA PLATAFORMA BRASIL. Foram realizadas as alterações solicitadas no que tange aos itens RISCOS.

3. ADEQUAÇÃO DO TCLE

4. INCLUSÃO DA CARTA RESPOSTA ÀS PENDÊNCIAS APONTADAS NA VERSÃO 2. Nesta carta, são explicitadas as alterações realizadas no TCLE, na alteração do item RISCOS, ajuste de CRONOGRAMA, compromisso de elaboração e apresentação de relatórios parcial e final, apresentação dos dados ao CEP e ao CONEP quando solicitado, manutenção dos dados da pesquisa pelo período de 5 anos, encaminhamento dos resultados da pesquisa para revistas científicas, dando os devidos créditos a equipe de pesquisadores, participantes, associados e pessoal técnico.

5. REVISÃO DA REDAÇÃO DO TCLE, CONFORME SOLICITAÇÃO. Há detalhamento dos procedimentos de explicação da pesquisa na forma de uma reunião com entrevistas, identificando os direitos dos participantes em relação à pesquisa, desde deixar a pesquisa a qualquer instante, seus direitos de atendimento (assistência integral), de cobertura de despesas (ressarcimento), bem como os direitos de indenização

6. REVISÃO DOS ITENS E DESCRIÇÕES DOS RISCOS, NO PROJETO E FORMULÁRIO DA PLATAFORMA BRASIL

QUANTO AO ITEM, INCLUSÃO DO PESQUISADOR DA FRANÇA, O PESQUISADOR RESPONSÁVEL OPTOU, APRESENTANDO JUSTIFICATIVA NA SUA CARTA, POR EXCLUIR A PARTICIPAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA EM QUESTÃO. Neste item, especificamente, o pesquisador indica apenas a participação do LAPEX e do grupo de pesquisa CNPQ UFRGS LOCOMOTION. Justifica que o tempo previsto para a pesquisa é apenas de um ano e questões burocráticas não permitiriam o cumprimento adequado do calendário.

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro

Bairro: Farroupilha

CEP: 90.040-060

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3308-3738

Fax: (51)3308-4085

E-mail: etica@propesq.ufrgs.br



Continuação do Parecer: 3.120.630

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

TODOS OS ITENS INDICADOS ANTERIORMENTE FORAM REVISTOS PELO PESQUISADOR E ADEQUADOS, CONFORME A SOLICITAÇÃO.

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado.

O presente projeto, seguiu nesta data para análise da CONEP e só tem o seu início autorizado após a aprovação pela mesma.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1150416.pdf	14/01/2019 15:27:56		Aceito
Outros	carta_reajuste_2_cep_sprint_14_01_19.pdf	14/01/2019 15:26:41	ELREN PASSOS MONTEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE3SPRINT.pdf	14/01/2019 15:25:12	ELREN PASSOS MONTEIRO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_3_SPRINT.pdf	14/01/2019 14:34:35	ELREN PASSOS MONTEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_my_print_CEP_ajustado.pdf	27/09/2018 14:59:49	ELREN PASSOS MONTEIRO	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTO_ASSINADA_MS.pdf	11/06/2018 09:50:51	Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	CARTA_ANUENCIA_LAPEX_SPRINT.pdf	08/06/2018 09:49:56	ELREN PASSOS MONTEIRO	Aceito
Parecer Anterior	Parecer_consubiado_COMPESQ_ESEFID_SPRINT.pdf	08/06/2018 09:44:47	ELREN PASSOS MONTEIRO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Sim

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br



UFRGS - PRÓ-REITORIA DE
PESQUISA DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DO RIO GRANDE DO



Continuação do Parecer: 3.120.630

PORTO ALEGRE, 24 de Janeiro de 2019

Assinado por:
MARIA DA GRAÇA CORSO DA MOTTA
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Paulo Gama, 110 - Sala 317 do Prédio Anexo 1 da Reitoria - Campus Centro
Bairro: Farroupilha **CEP:** 90.040-060
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3308-3738 **Fax:** (51)3308-4085 **E-mail:** etica@propesq.ufrgs.br

Página 07 de 07

ANEXO 11

Checklist Estudo Sprint



CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a pilot or feasibility randomized trial in a journal or conference abstract

Item	Description	Reported on line number
Title	Identification of study as randomised pilot or feasibility trial	-
Authors *	Contact details for the corresponding author	20 - 25
Trial design	Description of pilot trial design (eg, parallel, cluster)	114 - 115
Methods		
Participants	Eligibility criteria for participants and the settings where the pilot trial was conducted	94 – 103 / 104 -110
Interventions	Interventions intended for each group	127 - 144
Objective	Specific objectives of the pilot trial	83 - 88
Outcome	Prespecified assessment or measurement to address the pilot trial objectives**	83 – 88 / 146 - 150
Randomization	How participants were allocated to interventions	NA
Blinding (masking)	Whether or not participants, care givers, and those assessing the outcomes were blinded to group assignment	143 - 144
Results		210
Numbers randomized	Number of participants screened and randomised to each group for the pilot trial objectives**	211 - 214
Recruitment	Trial status†	NA
Numbers analysed	Number of participants analysed in each group for the pilot objectives**	213 - 214
Outcome	Results for the pilot objectives, including any expressions of uncertainty**	221- 284
Harms	Important adverse events or side effects	226 – 228
Conclusions	General interpretation of the results of pilot trial and their implications for the future definitive trial	363 -380
Trial registration	Registration number for pilot trial and name of trial register	---
Funding	Source of funding for pilot trial	388 - 390

Note: NA = Not applicable

Citation: Eldridge SM, Chan CL, Campbell MJ, Bond CM, Hopewell S, Thabane L, et al. CONSORT 2010 statement: extension to randomised pilot and feasibility trials. *BMJ*. 2016;355.

**this item is specific to conference abstracts **Space permitting, list all pilot trial objectives and give the results for each. Otherwise, report those that are a priori agreed as the most important to the decision to proceed with the future definitive RCT. †For conference abstracts.*

ANEXO 12

Normas *Clinical Biomechanics*



CLINICAL BIOMECHANICS

A journal affiliated to the [International Society of Biomechanics](#), the [American Society of Biomechanics](#), the [European Society of Biomechanics](#), the [Taiwanese Society for Biomechanics](#) and the [Socit de Biomcanique](#).

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

• Description	p.1
• Audience	p.1
• Impact Factor	p.2
• Abstracting and Indexing	p.2
• Editorial Board	p.2
• Guide for Authors	p.3



ISSN: 0268-0033

DESCRIPTION

Clinical Biomechanics is an international multidisciplinary journal of **biomechanics** with a focus on medical and clinical applications of new knowledge in the field.

The science of **biomechanics** helps explain the causes of **cell, tissue, organ and body system disorders**, and supports clinicians in the diagnosis, prognosis and evaluation of treatment methods and technologies. *Clinical Biomechanics* aims to strengthen the links between laboratory and clinic by publishing cutting-edge biomechanics research which helps to explain the causes of injury and disease, and which provides evidence contributing to improved clinical management.

A rigorous peer review system is employed and every attempt is made to process and publish top-quality papers promptly.

Clinical Biomechanics explores all facets of body system, organ, tissue and cell biomechanics, with an emphasis on **medical and clinical applications** of the basic science aspects. The role of basic science is therefore recognized in a medical or clinical context. The readership of the journal closely reflects its multi-disciplinary contents, being a balance of scientists, engineers and clinicians.

The contents are in the form of research papers, brief reports, review papers and correspondence, whilst special interest issues and supplements are published from time to time.

Disciplines covered include biomechanics and mechanobiology at all scales, bioengineering and use of tissue engineering and biomaterials for clinical applications, biophysics, as well as biomechanical aspects of medical robotics, ergonomics, physical and occupational therapeutics and rehabilitation.

The journal is affiliated to the [European Society of Biomechanics](#), the [American Society of Biomechanics](#), the [International Society of Biomechanics](#), the [Taiwanese Society of Biomechanics](#), and the [Socit de Biomcanique](#).

AUDIENCE

Biomechanists, bioengineers, orthopaedic physicians, physiotherapists, ergonomists and rheumatologists.

IMPACT FACTOR

2017: 1.863 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2018

ABSTRACTING AND INDEXING

Sports Documentation Monthly Bulletin and British Medicine
MEDLINE®
Current Contents
EMBASE
Ergonomics Abstracts
Bioengineering Now
Reference Update
Sociedad Iberoamericana de Informacion Cientifica (SIIC) Data Bases
Scopus

EDITORIAL BOARD

Editor

Amit Gefen, Department of Biomedical Engineering, Faculty of Engineering, Tel Aviv University, P.O. Box 39040, 6997801, Tel Aviv, Israel

Managing Editor

Debbie McStrafick, 30 Queen Street, Huddersfield, HD1 2SP

Associate Editors

Dan Bader, University of Southampton, Southampton, UK, England
Lynne Bilston, UNSW Australia, Sydney, New South Wales, Australia
Lisbet Geris, Université de Liège, Liège, Belgium
Alon Wolf, Technion - Israel Institute of Technology, Technion City, Israel

Editorial Board

L. Blankevoort, Academic Medical Centre (AMC), Amsterdam, Netherlands
M. Bobbert, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, Netherlands
P. Büchler, University of Bern, Bern, Switzerland
J. Cabri, Norwegian School of Sport Sciences, Oslo, Norway
C.K. Cheng, Beihang University, Beijing, China
L. Cheze, Université de Lyon, Lyon, France
V. Feipel, Université Libre de Bruxelles (ULB), Brussels, Belgium
S. Ferguson, Universität Bern, Bern, Switzerland
T. Finni, University of Jyväskylä, Jyväskylä yliopisto, Finland
H. Graichen, Asklepios Orthopedic Clinic Lindenlohe, Schwandorf, Germany
A. Heiner, University of Iowa, Iowa City, Iowa, USA
A. Karduna, University of Oregon, Eugene, Oregon, USA
D. Lacroix, University of Sheffield, Sheffield, UK
K. Mabuchi, Kitasato University, Kanagawa, Japan
W. Marras, The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA
P. McNair, AUT University, Auckland, New Zealand
V. Medved, University of Zagreb, Zagreb, Croatia
O.G. Meijer, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, Netherlands
F.C. Su, National Cheng Kung University, Tainan, Taiwan
P. Swider, Université de Toulouse, Toulouse, France
P. Thoreux, Paris 13 University, Paris, France
A. van den Bogert, Cleveland State University, Cleveland, Ohio, USA
J. van Dieen, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, Netherlands
R. Vauhanik, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia
D. Veeger, Vrije Universiteit Amsterdam, Amsterdam, Netherlands
M. Viceconti, University of Sheffield, Sheffield, UK
K. Wenger, Georgia Health Sciences University (GHSU), Augusta, Georgia, USA

GUIDE FOR AUTHORS

Your Paper Your Way

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article.

To find out more, please visit the Preparation section below.

Page charges

This journal has no page charges.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our [Support Center](#).

Author Checklist

Author Checklist is mandatory. Please click [here](#) to download the form and attach during submission process

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted.

2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service [Crossref Similarity Check](#).

Preprints

Please note that [preprints](#) can be shared anywhere at any time, in line with Elsevier's [sharing policy](#). Sharing your preprints e.g. on a preprint server will not count as prior publication (see '[Multiple, redundant or concurrent publication](#)' for more information).

Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

Author contributions

For transparency, we encourage authors to submit an author statement file outlining their individual contributions to the paper using the relevant CRediT roles: Conceptualization; Data curation; Formal analysis; Funding acquisition; Investigation; Methodology; Project administration; Resources; Software; Supervision; Validation; Visualization; Roles/Writing - original draft; Writing - review & editing. Authorship statements should be formatted with the names of authors first and CRediT role(s) following. [More details and an example](#)

Authorship

All authors should have made substantial contributions to all of the following: (1) the conception and design of the study, or acquisition of data, or analysis and interpretation of data, (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content, (3) final approval of the version to be submitted. Collaborators who do not satisfy the criteria for authorship can be listed as 'contributors' under the Acknowledgments section.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Clinical trial results

In line with the position of the International Committee of Medical Journal Editors, the journal will not consider results posted in the same clinical trials registry in which primary registration resides to be prior publication if the results posted are presented in the form of a brief structured (less than 500

words) abstract or table. However, divulging results in other circumstances (e.g., investors' meetings) is discouraged and may jeopardise consideration of the manuscript. Authors should fully disclose all posting in registries of results of the same or closely related work.

Reporting clinical trials

Randomized controlled trials should be presented according to the CONSORT guidelines. At manuscript submission, authors must provide the CONSORT checklist accompanied by a flow diagram that illustrates the progress of patients through the trial, including recruitment, enrollment, randomization, withdrawal and completion, and a detailed description of the randomization procedure. The [CONSORT checklist and template flow diagram](#) are available online.

Registration of clinical trials

Registration in a public trials registry is a condition for publication of clinical trials in this journal in accordance with [International Committee of Medical Journal Editors](#) recommendations. Trials must register at or before the onset of patient enrolment. The clinical trial registration number should be included at the end of the abstract of the article. A clinical trial is defined as any research study that prospectively assigns human participants or groups of humans to one or more health-related interventions to evaluate the effects of health outcomes. Health-related interventions include any intervention used to modify a biomedical or health-related outcome (for example drugs, surgical procedures, devices, behavioural treatments, dietary interventions, and process-of-care changes). Health outcomes include any biomedical or health-related measures obtained in patients or participants, including pharmacokinetic measures and adverse events. Purely observational studies (those in which the assignment of the medical intervention is not at the discretion of the investigator) will not require registration.

Article transfer service

This journal is part of our Article Transfer Service. This means that if the Editor feels your article is more suitable in one of our other participating journals, then you may be asked to consider transferring the article to one of those. If you agree, your article will be transferred automatically on your behalf with no need to reformat. Please note that your article will be reviewed again by the new journal. [More information.](#)

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see [more information](#) on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. [Permission](#) of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has [preprinted forms](#) for use by authors in these cases.

For gold open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' ([more information](#)). Permitted third party reuse of gold open access articles is determined by the author's choice of [user license](#).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information.](#)

Elsevier supports responsible sharing

Find out how you can [share your research](#) published in Elsevier journals.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some funding bodies will reimburse the author for the gold open access publication fee. Details of [existing agreements](#) are available online.

After acceptance, open access papers will be published under a noncommercial license. For authors requiring a commercial CC BY license, you can apply after your manuscript is accepted for publication.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our [universal access programs](#).
- No open access publication fee payable by authors.
- The Author is entitled to post the [accepted manuscript](#) in their institution's repository and make this public after an embargo period (known as green Open Access). The [published journal article](#) cannot be shared publicly, for example on ResearchGate or Academia.edu, to ensure the sustainability of peer-reviewed research in journal publications. The embargo period for this journal can be found below.

Gold open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse.
- A gold open access publication fee is payable by authors or on their behalf, e.g. by their research funder or institution.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For gold open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following [Creative Commons user licenses](#):

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The gold open access publication fee for this journal is **USD 3300**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our [open access page](#) for further information. Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form. [Find out more](#).

This journal has an embargo period of 12 months.

PREPARATION

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process.

As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the [English Language Editing service](#) available from Elsevier's WebShop.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Contributions falling into the following categories will be considered for publication and are accepted on the understanding that they have not been published previously, nor are under consideration for publication in any other journal. This policy on redundant publication extends to overlapping or incremental submissions (salami publication) where data from essentially the same experiment is spread across numerous papers: the practice is discouraged, and such submissions are unlikely to be considered for publication.

Papers – scientific reports within the scope of the journal. The length should not normally exceed 4000 words with around six figures/tables (large data tables and multi-part figures are generally best placed in Supplementary Data).

- Two-part submissions are discouraged.
- Reports focused on development of methods (e.g. reliability, validity) in the absence of experimental application are not acceptable.
- Reports on model development should address a specific question of clinical interest or report a novelty not yet understood.
- Finite element simulations: The journal has strict requirements on model validation for finite element/numerical models – submissions involving such modelling must comply with those requirements (see Viceconti et al. Extracting clinical data from finite element simulations. Clin Biomech 2005;20:451–454). Authors must confirm in their covering letter that their paper complies with the journal's requirements and for the benefit of the readers they may wish to cite Viceconti et al.
- When reporting tests of implants/devices, a laboratory test in the absence of a clinical component is insufficient (i.e. experiments should involve human subjects, or involve specimens where the clinical state is replicated; experiments should seek to explain the cause of documented (not conjectured) implant failure)
- Studies should have a clear clinical relevance, and subjects should match the purpose of the study, (e.g. young healthy volunteers are generally inappropriate for studies about clinical problems/injury mechanisms or about problems experienced by older people).
- Single clinical case reports are usually considered to be unsuitable.

Brief Reports – around 1500 words with few figures or tables.

Review Papers – authoritative, comprehensive, and well-referenced reviews of a relevant subject (which are likely to be longer than research papers).

Perspective Papers – typically in the range of 1000-3000 words. These manuscripts will explore important topics with clinical relevance which are typically under a scientific debate, considering the history and evolution of the specific sub-field or biomechanical problem, and allowing expression of the views or opinions of leaders in the field, relying on the body of evidence and published literature. Such articles will be submitted by invitation only, and will be invited by the Editor-in-Chief of the journal.

Correspondence – letters relating to matters published in the journal are encouraged.

Submissions are screened by an editorial panel; if considered suitable for the journal two or more peer reviewers will be allocated. With the exception of Review Papers, do not ask the Editor for a prior view on suitability. Only a proportion of scientifically robust papers can be accepted for publication, so authors should be aware that submissions requiring extensive revisions are unlikely to be offered the opportunity to revise and resubmit. In cases where the original reviewers disagree, the editor

may opt to obtain further opinion. Appeals can only be considered where the authors can identify an irregularity in the review process; it is not acceptable simply to state that the reviewers' concerns can be addressed.

Please remember that reviewers work on a voluntary basis. The editorial office does everything it can to ensure a timely review process, which is driven by an electronic reminder process. Authors are respectfully requested to not send emails to the editorial office asking about the status of their paper. You will not be forgotten, and will be informed as soon as the process is complete.

Submit your article

Please submit your article via <https://www.evise.com/profile/#/CLBI/login>

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of two potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line. Provide line numbering for the convenience of reviewers. Avoid footnotes.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.
- **Word count.** Give word counts both for the abstract and for the main text (excluding references and legends).

Abstract

A concise and factual abstract is required which must be in structured format. The following section headings (in *italics*) should each start a new line: *Background, Methods, Findings, Interpretation*. Please give an idea of the effect size of the results of hypothesis tests rather than simply quoting the statistical significance. The interpretation paragraph should explain how the findings add to understanding of the topic and outline the clinical implications. Only universally accepted and understood abbreviations are allowed in the Abstract (e.g. CT, MR), but no specialties or author-defined abbreviations (e.g. OA osteoarthritis; TKR total knee replacement etc). References are not permitted. The abstract should not exceed **250** words in total.

Highlights

During the submission process you will be asked to provide Highlights of your research. These are a collection of short bullet points that convey the rationale and core findings of the article. They need to be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). Only universally accepted and understood abbreviations are allowed (e.g. CT, MR), but no specialty or author-defined abbreviations (e.g. OA osteoarthritis; TKR total knee replacement etc). See <https://www.elsevier.com/highlights> for examples of Highlights.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Ensure all acronyms/abbreviations are defined at first use. The use of many abbreviations in the text makes reading difficult and tiring: keep to a minimum. For products ensure the source details are complete (company, city, country) (All US addresses must include USA).

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health (grant numbers xxxx, yyyy); the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA (grant number zzzz); and the United States Institutes of Peace (grant number aaa).

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units and scientific measurements

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI. Avoid the +/- symbol both in tables and text – use for example “mean xx (SD yy)”. Ensure statistical abbreviations are in correct case and style (e.g., capital italic for P). Use n for number. Conventions for abbreviations can be found in *Units, Symbols and Abbreviations* (available from the Royal Society of Medicine, <http://www.rsmpress.co.uk>). Confidence intervals are preferred over just P values; their use is described in *Statistics with Confidence* (BMJ Books, 2000).

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. [Further information on the preparation of electronic artwork.](#)

Illustration services

Elsevier's WebShop offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support [Citation Style Language styles](#), such as [Mendeley](#). Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal,

please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. [More information on how to remove field codes from different reference management software.](#)

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/clinical-biomechanics>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plugins for Microsoft Word or LibreOffice.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. . In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including [ScienceDirect](#). Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Data visualization

Include interactive data visualizations in your publication and let your readers interact and engage more closely with your research. Follow the instructions [here](#) to find out about available data visualization options and how to include them with your article.

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

AFTER ACCEPTANCE

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized [Share Link](#) providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's [Webshop](#). Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

AUTHOR INQUIRIES

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also [check the status of your submitted article](#) or find out [when your accepted article will be published](#).

© Copyright 2018 Elsevier | <https://www.elsevier.com>

11. APÊNDICES

APENDICE 1

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ECR)

Estamos convidando você a participar do estudo intitulado “Efeitos de um programa de caminhada nórdica e de caminhada livre em adultos com doença de Parkinson sobre a funcionalidade, estabilidade dinâmica, cinemática e atividade eletromiográfica durante a marcha em diferentes velocidades”, que tem como objetivo analisar os efeitos de um programa de intervenção de 12 sessões de caminhada nórdica e caminhada livre e comparar seus efeitos sobre alguns aspectos ligados ao quadro clínico de pacientes com Doença de Parkinson. Os aspectos a serem avaliados são funcionalidade, estabilidade dinâmica, cinemática e como os seus músculos serão ativados em diferentes velocidades realizados em esteira ergométrica. Este estudo segue as Diretrizes da Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) No 466.

Você poderá participar do estudo em um dos dois programas de treinamento e esta definição ocorrerá através de um **sorteio**. A caminhada nórdica consiste em caminhar com o uso de dois bastões tipo “trekking”, os quais dão apoio aos braços e auxiliam na impulsão. O movimento dos braços é alternado com os das pernas e o indivíduo apoia-se nos bastões para caminhar. Para tanto, a técnica será ensinada e treinada previamente. Portanto, a diferença entre os dois programas de caminhada é basicamente o uso dos acessórios de treinamento (bastões), no caso da caminhada nórdica, e a ausência dos bastões, no caso da caminhada livre.

O envolvimento com o estudo terá duração de oito semanas, sendo que durante este período será necessária a sua participação **duas vezes** por semana de forma alternada (dias e horários de acordo com a disponibilidade do paciente), por um período de, aproximadamente, **1 hora** em cada dia. Os encontros serão na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (localizada na Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico). As sessões de treinamento serão realizadas na pista de atletismo da referida escola. Em dias chuvosos, as sessões de treinamento serão transferidas para as dependências do Laboratório de

Pesquisa do Exercício (LAPEX), na sala da Biomecânica, e todos os testes serão realizados na sala 105 do LAPEX na mesma escola.

Você deverá manter normalmente sua medicação durante estas oito semanas de treinamento, e todos os testes e sessões de treinamento deverão ser realizados até três horas após a ingestão do medicamento (Levodopa ou Prolopa). Portanto, serão realizados em horários que atendam esse critério. Caso seu médico mude sua medicação, você deverá comunicar imediatamente aos pesquisadores deste estudo.

Este estudo compreende os procedimentos abaixo, na ordem que segue:

No primeiro dia de visita ao LAPEX:

- Realização de entrevista, assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido e realização de coletas para avaliação do estado geral do paciente que terá duração em torno de 1 hora;

Na segunda visita ao LAPEX:

- Preenchimento de questionários sobre sintomas depressivos e qualidade de vida, que ocorrerá no intervalo entre a entrevista e a coleta de avaliação do estado geral do paciente. Esta avaliação tem duração de 45 minutos;
- Realização de coletas para a avaliação do estado geral do paciente. Nesta avaliação você fará alguns exercícios de mobilização articular, irá caminhar três vezes, e fará alguns movimentos com os braços e as pernas. Esta avaliação terá duração de 1 hora.

Na terceira visita ao LAPEX:

- Realização de medidas de composição corporal (peso, altura, circunferência de cintura e dobras de gordura corporal), com duração aproximada de 15 minutos. Nesta avaliação você terá que usar um top e um short (mulher) ou uma sunga (homem);
- Familiarização com o teste de caminhada de três minutos em esteira ergométrica em três diferentes velocidades (velocidade confortável e 1 km.h^{-1} 1 abaixo km.h^{-1} acima da velocidade auto-selecionada), com a avaliação da atividade muscular através de 9 eletrodos colados com fita adesiva na perna.

Nesta avaliação você terá que usar um top e um short (mulher) ou uma sunga (homem), pois serão colados em você 35 bolinhas reflexivas da cabeça aos pés para a filmagem da caminhada. Neste teste, você terá o suporte de três avaliadores ao lado da esteira para garantir sua segurança. Este teste terá duração aproximada de 30 minutos.

- Realização de teste funcional, no qual você terá que levantar de uma cadeira, andar por três metros e sentar novamente, repetindo isso por seis vezes, sendo três vezes na velocidade habitual e três vezes na velocidade máxima de caminhada, com duração de aproximadamente 15 minutos;
- Realização de dois testes de equilíbrios sobre uma plataforma, onde você, com os pés juntos, deverá ficar por 30 segundos em pé, repetindo isso 6 vezes, sendo três vezes de olhos abertos e três vezes com uma venda. Nesta avaliação você terá o auxílio de dois avaliadores para garantir sua segurança e prevenir quedas. A duração destes testes será de aproximadamente 10 minutos.
- Realização de coletas de atividade muscular do membro inferior direito, onde os pesquisadores irão passar álcool na sua pele através de um algodão, em seguida farão uma depilação no local onde serão colados os eletrodos. Este procedimento será realizado durante 5 minutos.

A partir da 4ª visita, serão realizadas as sessões de treinamento:

- Realização de treinamento (conforme sorteio) de 12 sessões de caminhada livre ou caminhada nórdica (com o uso de bastões), durante 2 vezes por semana, com duração de 45 minutos. Você deverá utilizar roupas apropriadas para a prática de exercícios físicos e tênis para caminhada. Durante os treinamentos você usará um frequencímetro para controlar sua frequência cardíaca, que será orientado pelo professor e ou bolsista que lhe acompanha durante a sessão de treinamento.

Após 48 horas da última sessão de treinamento, você deverá retornar ao LAPEX, em um horário pré-agendado, para as reavaliações após o treinamento de 12 sessões.

Todos os procedimentos acima serão explicados a você em uma reunião antes do início do estudo, na qual você poderá esclarecer todas as suas dúvidas.

Os riscos relacionados à sua participação no estudo, embora baixos, estão abaixo descritos:

- Você poderá apresentar desconforto por cansaço: embora o exercício seja mantido em um nível de esforço seguro, há possibilidade de você sentir fadiga, dor muscular ou cansaço durante ou após as sessões de treinamento. No caso de haver desconforto durante a sessão, o exercício será imediatamente suspenso, e, se necessário for e você receberá o atendimento adequado.
- Você poderá apresentar alterações nos batimentos cardíacos e na pressão arterial. Porém, entende-se que seus batimentos cardíacos serão monitorados durante os testes de laboratório, e que você poderá interromper o teste a qualquer momento.
- Durante a caminhada na esteira, você poderá não conseguir acompanhar a velocidade. Porém, as velocidades serão ajustadas e você será ensinado previamente.
- Você poderá ter irritação ou alergia na pele devido a fixação dos eletrodos e bolinhas reflexivas que serão colados na pele por meio de uma fita de silicone.
- Você poderá apresentar dores de cabeças e náuseas devido ao calor intenso. Entretanto, os treinamentos serão realizados em horários em que a temperatura esteja mais agradável. Além de ser disponibilizado para você água para sua hidratação durante o exercício físico;
- Há o risco de você cair durante os testes na esteira ou durante as sessões de treinamento. Entretanto, terá uma equipe de prontidão altamente qualificada para fazer os procedimentos de primeiros socorros, enquanto um professor responsável da coleta fará a ligação para a Assistência Médica de Emergência (SAMU) que lhe encaminhará para o Hospital de Pronto Socorro;

Em casos de surgimento de um acidente ou lesão física resultante diretamente dos testes e treinamento, haverá o serviço de assistência imediata por conta dos pesquisadores (emergencial e sem ônus de qualquer espécie para você). Entretanto, ressalta-se que não será providenciada nenhuma compensação financeira por conta dos avaliadores para pagamento dos demais serviços de saúde. Desta forma, é de sua total responsabilidade as despesas com os serviços de saúde como plano de saúde, intervenções cirúrgicas e medicações.

Durante os testes de caminhada e os treinamentos realizados no período da manhã que serão realizados pela manhã estará presente o médico do LAPEX

Os benefícios de participar deste estudo serão o conhecimento do seu estado físico e de resultados de diferentes exames importantes no controle da Doença de Parkinson e a possibilidade de realização de atividade física orientada por um profissional de educação física.

Dos procedimentos de testes:

Os procedimentos escritos acima serão explicados a você pelo professor pesquisador Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga e/ou seus orientandos, Elren Passos Monteiro e bolsistas selecionados. Estes irão responder qualquer dúvida que você tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos. Todos os dados em relação a sua pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob sua solicitação escrita. Além disso, não será feita associação dos dados que forem publicados com a sua pessoa. Serão feitos registros de imagens durante os testes e treinamento para utilização de materiais em palestras e congressos, porém serão utilizadas tarjas pretas no rosto para que sua pessoa se mantenha de forma confidencial.

Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo, porém também não terá custos para participar do estudo. Poderá fazer contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo para quaisquer problemas referentes à sua participação no estudo ou se sentir que há uma violação dos seus direitos, através dos telefones:

(51) 8252-8308 (Elren Passos Monteiro)

(51) 3308-5820 (Laboratório de Pesquisa do Exercício);

(51) 3359-7640 (Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre);

(51) 3308-3629 (Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS).

Forma de Acompanhamento e Assistência:

Acompanhamento com o coordenador da pesquisa Neurologista Dr. Carlos Rieder (Hospital de Clínicas), com os orientadores responsáveis Prof^o. Dr^o. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga e Prof^a. Dr^a. Flávia Gomes Martinez, e com seus orientandos Prof^a Esp. Elren Passos Monteiro, Acadêmico Leandro Franzoni (bolsista de Iniciação Científica) e demais colaboradores e/ou bolsistas selecionados.

Durante a realização do trabalho você poderá se recusar a prosseguir, seja em momento de testes ou treinamento. Todos os procedimentos a que será submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos. Não haverá médico presente em todos os treinos.

Os procedimentos expostos acima serão devidamente explicados pelos pesquisadores responsáveis pelo estudo.

Porto Alegre _____ de _____ de 2012.

Meu código nesta pesquisa é: _____

Nome em letra de forma do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Nome em letra de forma do pesquisador: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE 2

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ESTUDO SPRINT)

Estamos convidando você a participar do estudo intitulado “Mecânica do sprint (corrida em alta velocidade) em pessoas com doença de Parkinson e idosos saudáveis”, que tem como objetivo descrever como se comporta as variáveis do exercício de corrida em alta velocidade em pessoas com doença de Parkinson e comparar seus efeitos sobre alguns aspectos ligados ao quadro clínico. Ainda de mostrar a possibilidade do exercício de sprint para funcionalidade dos voluntários, como força e velocidade para caminhar. Este estudo segue as Diretrizes da Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) No 466.

Você poderá participar do estudo em um dos dois grupos: pessoas com doença de Parkinson (DP – se for tiver o diagnóstico da doença há no mínimo um ano) ou se você é idoso que participa do Programa de Extensão de Caminhada Nórdica da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da UFRGS.

O exercício de sprint consiste em correr duas vezes na sua maior velocidade em uma distância de 30 metros. Para tanto, a técnica será ensinada e treinada previamente. Portanto, você será ensinado antes e terá toda a segurança para participar do exercício de corrida. E durante este exercício, você será filmado com um celular que grava seus movimentos em câmera lenta. Em seguida, nós iremos lhe informar sobre a sua velocidade, a sua força e potência que os músculos da sua perna produzem durante o exercício. No final do estudo você receberá um laudo contendo seus vídeos e sua avaliação.

O envolvimento com o estudo terá duração de duas semanas, sendo que durante este período será necessária sua participação uma vez por semana (dias e horários de acordo com a sua disponibilidade), por um período de, aproximadamente, 40 minutos em cada dia. Os encontros serão na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (localizada na Rua Felizardo, 750, Jardim Botânico). As avaliações serão realizadas na pista de atletismo da referida escola. Em dias chuvosos, as sessões de treinamento serão transferidas para um outro dia a ser combinado com você.

As avaliações do seu peso, altura e as características clínicas (se tiver a doença de Parkinson) serão nas dependências do Laboratório de Pesquisa do

Exercício (LAPEX), no setor de Biodinâmica, sala 105, localizado no Centro Natatório da referida escola.

Você deverá manter normalmente sua medicação durante este período normalmente, e todas as avaliações deverão ser realizados até três horas após você ingerir o seu medicamento (Levodopa ou Prolopa). Portanto, serão realizados em horários que atendam esse critério. Caso seu médico mude sua medicação, você deverá comunicar imediatamente aos pesquisadores deste estudo.

Este estudo compreende os procedimentos abaixo, na ordem que segue:

No primeiro dia de visita ao LAPEX (duração total de 1 hora):

- Realização de entrevista (com duração de 15 minutos) para explicar sobre a pesquisa, para saber se você se encaixa nos critérios da pesquisa, assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (este documento que você está lendo) e para a realização da avaliação do seu peso, altura (com duração aproximada de 5 minutos). Após isso, será realizada a avaliação dos sintomas motores da doença de Parkinson por um teste chamado UPDRS. A pesquisadora irá avaliar a sua marcha, você precisará caminhar três vezes em uma pequena distância de 2 metros, também será avaliado a rigidez, e o tremor e você vai precisar executar alguns movimentos articulares com os braços, pernas, mãos, dedos e pés (duração de 30 minutos).

Na segunda visita na Pista de Atletismo da EsEFID-UFRGS:

- Você será familiarizado, ou seja, ensinado a técnica do sprint. Serão utilizados exercícios que irão mobilizar suas articulações durante 5 minutos, em seguida você fará uma caminhada na sua velocidade confortável por 5 minutos, naquela que você sente bem, e em seguida pediremos que você caminhe mais rápido que o seu habitual por 5 minutos, e finalmente você fará pequenos trechos de corrida em velocidades e distâncias progressivas (3 metros, 5 metros, 10 metros e 20 metros). O aquecimento terá duração total de 20 minutos.
- Após a preparação prévia o avaliador irá lhe dizer: “Prepara, vai!!” você realizará duas corridas em sua velocidade máxima nos 30 metros. Para cada tentativa, você terá um descanso de, no mínimo, 5 minutos, mas caso você solicite

um tempo maior, será dado conforme solicitado. E durante a corrida, nós iremos filmar o seu teste com um celular.

- Após esta etapa, você receberá exercício de alongamentos das pernas, braços e costas durante 10 minutos.
- Durante o teste, você terá disponível água mineral e, no final, nós lhe entregaremos barras de cereais.
- Neste mesmo dia, será combinado com você o terceiro dia de avaliação na semana seguinte, na qual será necessário você repetir todos os procedimentos do dia 2.

Na terceira visita na Pista de Atletismo da ESEFID-UFRGS:

- Você repetirá todos os procedimentos do dia 2.

Todos os procedimentos acima serão explicados a você em uma reunião de entrevista, antes do início do estudo, na qual você poderá esclarecer todas as suas dúvidas, e você tem todo o direito de deixar a pesquisa a qualquer instante.

Os riscos relacionados à sua participação no estudo, embora baixos, estão abaixo descritos:

- Você poderá apresentar desconforto por cansaço: embora o exercício seja mantido em um nível de esforço seguro, há possibilidade de você sentir fadiga, dor muscular ou cansaço durante ou após as sessões de exercício de corrida. No caso de haver desconforto durante a sessão, o exercício será imediatamente suspenso, e, se necessário for e você receberá o atendimento adequado pela fisioterapeuta e pelos professores avaliadores.
- Você poderá apresentar alterações nos batimentos cardíacos e na pressão arterial. Porém, você poderá interromper o teste a qualquer momento.
- Durante a corrida, você poderá não conseguir acompanhar a velocidade. Porém, as velocidades serão ajustadas por você, conforme a sua sensação de esforço, e você será ensinado previamente.
- Você poderá apresentar dores de cabeças e náuseas devido ao aumento da temperatura corporal durante os testes. Entretanto, as avaliações serão realizadas em horários em que a temperatura esteja mais agradável. Além de ser

disponibilizado para você água para sua hidratação durante o exercício físico, e ao final do teste você receberá uma barra de cereal;

- Há o risco de você cair durante os testes ou durante as sessões de familiarização. Entretanto, terá uma equipe de fisioterapeutas de prontidão altamente qualificada para fazer os procedimentos de primeiros socorros. Caso você cair, enquanto um professor responsável da coleta fará a ligação para a Assistência Médica de Emergência (SAMU), a fisioterapeuta qualificada fará o atendimento inicial enquanto seja acionado o médico cardiologista do Laboratório, que prestará o atendimentos em primeiros socorros, e os demais integrantes da equipe lhe darão todo o suporte necessário para o seu bem-estar e conforto até a chegada do SAMU que lhe encaminhará para o Hospital de Pronto Socorro. A equipe terá durante as avaliações materiais de primeiros-socorros.
- Em casos de surgimento de um acidente ou lesão física resultante diretamente dos testes, haverá o serviço de assistência imediata por conta dos pesquisadores (emergencial e sem ônus de qualquer espécie para você). Ressalta-se que será providenciada compensação financeira por conta dos avaliadores para pagamento dos demais serviços de saúde. Desta forma, a responsabilidade sobre as despesas com os serviços de saúde como plano de saúde, intervenções cirúrgicas e medicações serão de total responsabilidade do pesquisador responsável.
- O pesquisador, o patrocinador e as instituições e/ou organizações envolvidas nas diferentes fases da pesquisa proporcionarão assistência imediata, bem como se responsabilizarão pela assistência integral aos participantes da pesquisa no que se refere às complicações e danos decorrentes da pesquisa.
- Se você vier a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, terá direito à indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa.
- Os testes de corrida serão realizados no período da manhã, pois neste turno teremos presente o médico cardiologista do LAPEX

Os benefícios de participar deste estudo serão o conhecimento do seu estado físico e de resultados de diferentes exames importantes no controle da Doença de

Parkinson e a possibilidade de realização de atividade física orientada por um profissional de educação física.

Dos procedimentos de testes:

Os procedimentos escritos acima serão explicados a você pelo professor pesquisador Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga e/ou seus orientandos, Elren Passos Monteiro e bolsistas selecionados. Estes irão responder qualquer dúvida que você tenha em qualquer momento relativo a esses procedimentos. Todos os dados em relação a sua pessoa irão ficar confidenciais e disponíveis apenas sob sua solicitação escrita. Além disso, não será feita associação dos dados que forem publicados com a sua pessoa. Serão feitos registros de imagens durante os testes para utilização de materiais em palestras e congressos, porém serão utilizadas tarjas pretas no rosto para que sua pessoa se mantenha de forma confidencial.

Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo, porém também não terá custos para participar do estudo. Poderá fazer contato com os pesquisadores responsáveis pelo estudo para quaisquer problemas referentes à sua participação no estudo ou se sentir que há uma violação dos seus direitos, através dos telefones:

(51) 3308-5817 (Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré Tartaruga)

(51) 3303 8833 (Prof^a. Dra. Aline de Souza Pagnussat)

(51) 98252-8308 (Elren Passos Monteiro)

(51) 3308-5820 (Laboratório de Pesquisa do Exercício);

(51) 3359-7640 (Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre);

(51) 3308-3629 (Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS).

Forma de Acompanhamento e Assistência:

Acompanhamento com o coordenador da pesquisa Prof^o. Dr^o. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga e Prof^a. Dr^a. Aline de Souza Pagnussat, e com seus orientandos Prof^a MSc. Elren Passos Monteiro, Prof. Esp. Edson Soares e Fst. Mestranda Ana Paula Zanardi.

Durante a realização do trabalho você poderá se recusar a prosseguir, seja em momento de testes ou treinamento. Todos os procedimentos a que será submetido serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia em todos os procedimentos.

Os procedimentos expostos acima serão devidamente explicados pelos pesquisadores responsáveis pelo estudo.

Porto Alegre _____ de _____ de 2018.

Meu código nesta pesquisa é: _____

Nome em letra de forma do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Nome em letra de forma do pesquisador: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE 3

Texto de divulgação no jornal

SELECIONA-SE VOLUNTÁRIOS!
PROJETO DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DA UFRGS:
EFEITOS DE UM PROGRAMA DE CAMINHADA NÓRDICA E DE CAMINHADA
LIVRE EM ADULTOS COM DOENÇA DE PARKINSON

Pré-requisitos:

- Homens e mulheres com idade a partir de 50 anos, com diagnóstico de Doença de Parkinson, e que não estejam realizando atividade física, há no mínimo, 3 meses. Serão realizadas 12 sessões de treinamento de caminhada livre e caminhada nórdica gratuitamente, e avaliações da marcha e avaliações funcionais antes e após o período do treinamento.

Interessados entrar em contato com a Prof^a. Elren Monteiro por email: elren_18@hotmail.com ou pelos telefones (51) 3308- 5820 ou (51) 8252-8308 de segunda a sexta das 9:00 às 18:00.”

APÊNDICE 4

Texto de Divulgação nas Redes Sociais



Projeto de Pesquisa da Escola de Educação Física da UFRGS **convoca homens e mulheres com idade a partir de 50 anos, com diagnóstico de Doença de Parkinson**, e que não estejam realizando atividade física a no mínimo 6 meses para a prática de treinamento de caminhada livre e caminhada nórdica gratuitamente. Serão realizadas avaliações físicas e funcionais antes e após o período do treinamento. Interessados entrar em contato com a Prof. Eiren Monteiro por email: elren_18@hotmail.com ou pelos telefones (51) 3308- 5620 ou (51) 8252-8308 de segunda a sexta das 09:00 às 18:00h."



APÊNDICE 5

Anamnese

Data: ____/____/____ **Nº:** _____

DADOS PESSOAIS

Nome Completo: Sexo: Fem(1) Masc(2)
Mulheres – pré menopáusicas (1) - pós menopáusicas (2)
Data de Nasc. : Idade:
Endereço:
Telefone: Telefone para emergência:

Grupo étnico (impressão do entrevistador): (1) Caucaóide (2) Negróide (3) Outro

Tempo de DP: _____ anos.

Fumante: (1) Sim (2) Não

Tempo: _____ **Quantidade (dia):** _____

1) O senhor(a) pratica exercícios físico? (1) Sim (2) Não (3) Às vezes

Número de dias: _____ (semana) **Tempo:** _____ (horas/dia)

2) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

3) O senhor(a) sente dor no peito quando realiza uma atividade física?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

4) No último mês, o senhor (a) teve dor no peito quando não estava realizando um atividade física?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

5) Seu médico disse que o senhor possui pressão arterial alta e/ou indicou o uso de alguma medicação para controlar a pressão arterial?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

6) O senhor(a) tem conseguido manter os níveis de pressão arterial controlados?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

6) Algum médico já lhe disse que possui problemas no sistema nervoso em função do diabetes (neuropatia autonômica ou neuropatia periférica severa)?

(1) Sim (2) Não. Qual? _____

7) O senhor(a) apresenta frequentemente: visão embaçada/cegueiranoturna/visão dupla/perda de visão periférica ou sensação de pressão nos olhos?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

8) Seu médico já proibiu o senhor(a) de fazer um esforço físico mais forte por poder prejudicar sua visão?

(1) Sim (2) Não

9) Algum médico já disse que o senhor possui retinopatia diabética proliferativa ou retinopatia diabética não proliferativa severa?

(1) Sim (2) Não Qual? _____

10) Já teve algum derrame nos olhos ou precisou fazer aplicação de laser?

(1) Sim (2) Não

11) O senhor (a) apresenta úlceras de difícil cicatrização?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

12) O seu médico alguma vez chegou a comentar com o senhor(a) se a sua função renal é alterada ou apresenta aumento de excreção de proteína na urina?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

13) O senhor (a) apresenta frequentemente: palpitações em repouso / incapacidade ao exercício físico / arritmias cardíacas / hipotensão postural (tonturas ao mudar de posição ou levantar-se)?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

14) O senhor (a) sente dor ou desconforto na(s) perna(s) quando caminha?

(1) Sim (2) Não

Quando o senhor (a) para de caminhar a dor continua?

(1) Sim (2) Não

Essa dor aparece quando o senhor(a) está parado, em pé ou sentado?

Parado (1) Em pé (2) Sentado (3)

15) O senhor(a) tem artrose?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei. Em qual articulação? _____

16) O senhor(a) tem algum comprometimento muscular ou articular que impeça a realização de exercícios físicos?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

17) Tem alguma viagem programada para este ano?

(1) Sim (2) Não (3) Não sei

MEDICAÇÕES EM USO:

Medicamento: _____

Dose: _____

Medicamento: _____

Dose: _____

Medicamento: _____

Dose: _____

Medicamento: _____

Dose: _____

Observações gerais:

EXAMES CLÍNICOS:

EM USO DE LEVODOPA, DOSE DIÁRIA:

OUTRA: _____

Obs.:

APÊNDICE 6

Ficha de Avaliação Antropométrica

Nome:	Sexo: () M () F	Idade:	Código:
Data da avaliação:	Data da reavaliação:		
Estatura (m): Massa corporal (kg):	Estatura (m): Massa corporal (kg):		
IMC (Kg/m²): RCQ:	IMC (Kg/m²): RCQ:		
PA (mmHg): Fcrep:	PA (mmHg): Fcrep:		
Escala UPDRS Escala H&Y:	Escala UPDRS Escala H&Y:		
Horário:	Horário:		

1. Composição Corporal

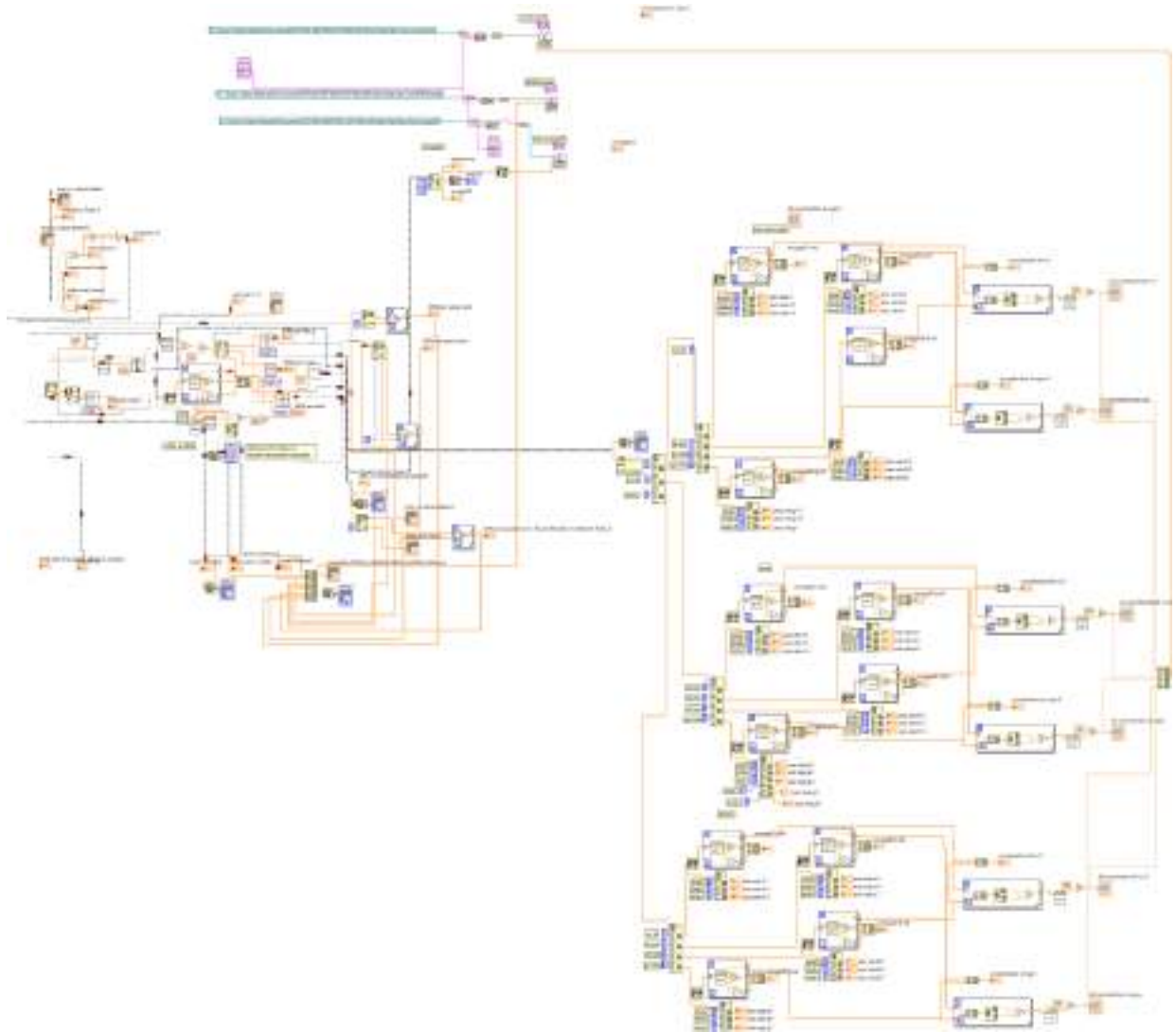
Dobras Cutâneas	AVALIAÇÃO			REAVALIAÇÃO		
	1ª medida	2ª medida	média	1ª medida	2ª medida	média
Tricipital						
Axilar média						
Subescapular						
Supra-ilíaca						
Abdominal						
Peitoral						
Coxa						
Perna						

2. Circunferências (cm)

Braço relaxado:	Braço relaxado:
Direito	Direito
Esquerdo	Esquerdo
Braço contraído:	Braço contraído:
Tórax:	Tórax:
Cintura:	Cintura:
Abdominal:	Abdominal:
Quadril:	Quadril:
Coxa proximal	Coxa proximal
Direita:	Direita:
Esquerda:	Esquerda:
Panturrilha:	Panturrilha:
Direita:	Direita:
Esquerda:	Esquerda:

APÊNDICE 7

Rotina de análise EMG

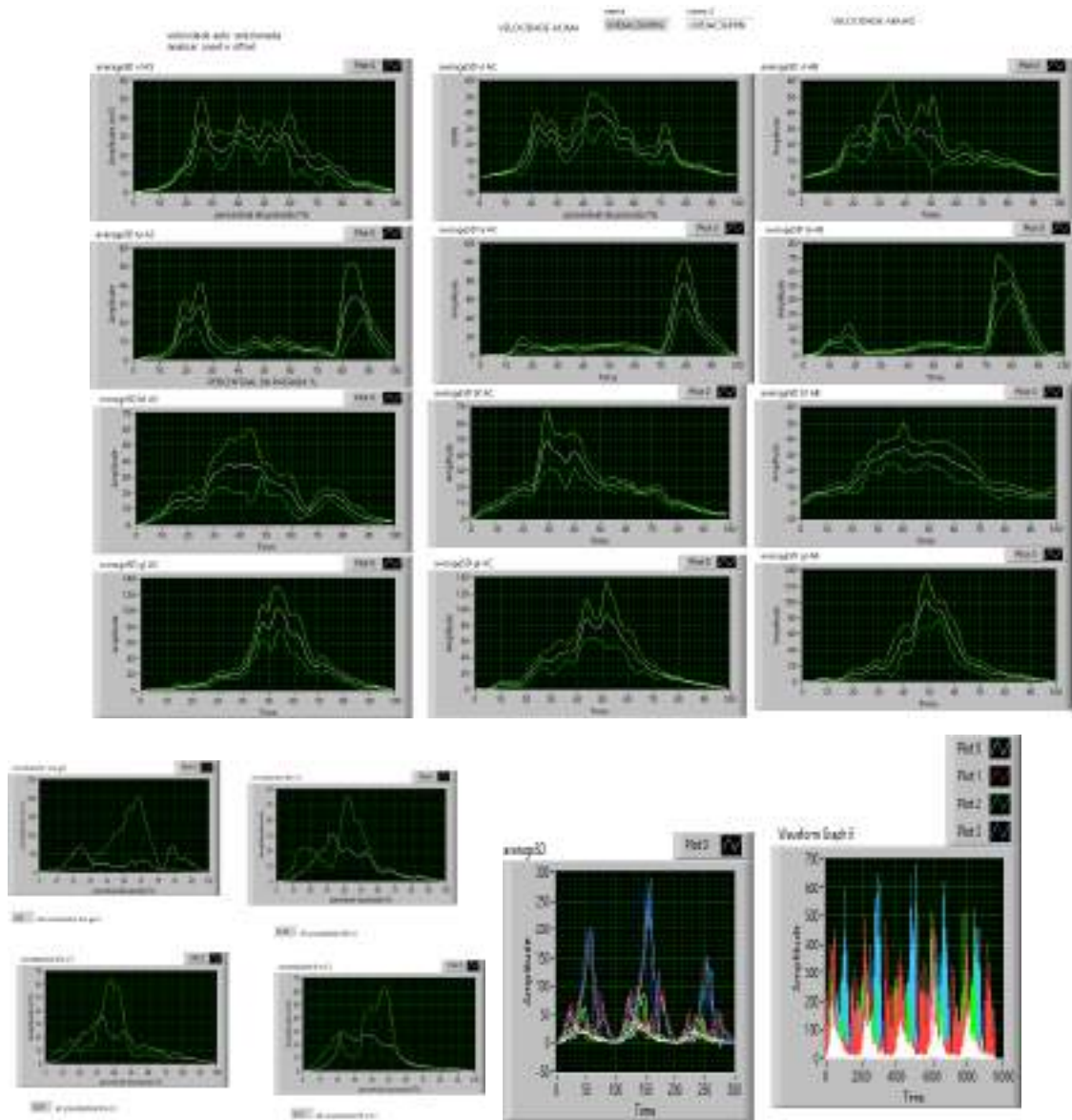


Elaborada por: Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga e Elren Passos Monteiro
(Agosto de 2014)

APÊNDICE 8

Rotina de análise EMG

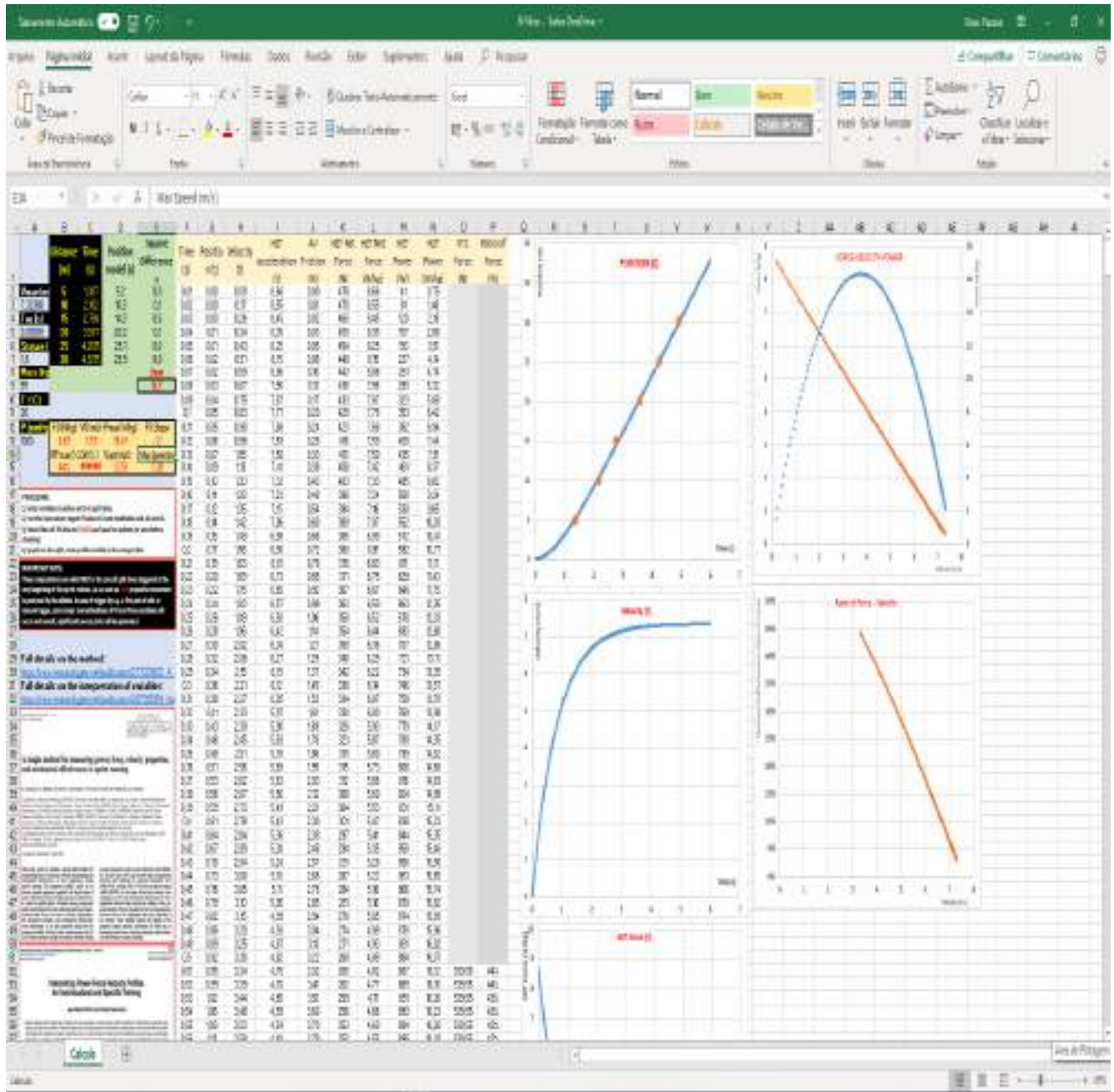
Dados de entrada (Data in – em três sub-rotinas)



Elaborada por: Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga e Elren Passos Monteiro (2014)

APÊNDICE 9

Processamento Dados Sprint



Referência: (Samozino et al. Scand J Med Sci Sports, 26(6):648–58, 2016)

APÊNDICE 10

Laudo dos resultados para os participantes (PORTUGUÊS)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA - ESEFID
Laboratório de Pesquisa do Exercício - LAPEX
Rua Felizardo, 750 - Campus Olímpico

LOCOMOTION Mecânica e Energética da Locomoção Terrestre

PROJETO DE EXTENSÃO CAMINHADA NÓRDICA



Nome:
Idade: **Estatura:** **Massa Corporal:**
Data da avaliação:



**Avaliação de desempenho
de corrida de velocidade**

Resultados do teste de corrida de velocidade (30 metros):

Variável	Resultados
5 metros (s)	1.84
10 metros (s)	3.53
15 metros (s)	5.10
20 metros (s)	6.71
25 metros (s)	8.33
30 metros (s)	10.08
Velocidade Máxima (m/s)	3.05
Força Máxima (N/kg)	13.49
Potência Máxima (W/kg)	10.39

Na tabela abaixo são apresentados os valores de referência de corredores internacionais da categoria *Masters*:

Idade	20 metros	Velocidade Máxima	Força Máxima	Potência Máxima
Jovens (Elite)	2,94 (0,020)	11,9 (0,23)	9,95 (0,67)	31,1 (0,80)
35 – 40 anos	3,35 (0,096)	9,33 (0,59)	7,43 (0,60)	17,2 (1,46)
45 – 60 anos	3,50 (0,136)	9,07 (0,50)	6,72 (0,76)	15,1 (1,78)
65 – 90 anos	4,58 (0,675)	6,26 (1,03)	4,45 (1,00)	7,13 (2,58)

Fonte: Pantoja et al. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (2016).

Observados:

Quando corremos em velocidade altas precisamos produzir força com as nossas pernas contra o solo para empurrarmos nosso corpo para frente. Além disso, temos que usar essa força contra o solo com rapidez. Essa relação entre força e a rapidez vai nos tornar mais potentes para alcançar uma velocidade mais alta e conseguirmos fazer um menor tempo de corrida.

O senhor foi muito bem no teste. Teve o tempo de 20 metros um pouco acima de atletas da sua idade. Além disso, teve a força e potência maior do que atletas da sua idade. Por outro lado a velocidade máxima foi um pouco abaixo de atletas da sua idade. Recomendamos treinos de velocidade de corrida para alcançar menores tempos e **para a manutenção da sua capacidade funcional.**

Responsáveis Técnico-científicos:

Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga (leotartaruga@gmail.com)

Prof^a. Dra. Aline de Souza Pagnussat (alinespagnussat@gmail.com)

Profa. MSc. Elren Passos Monteiro (elren.monteiro@gmail.com)

Prof. Edson Soares da Silva (edsonsoaressilva@hotmail.com)

Fisioterapeuta. Ana Paula Janner Zanardi (anapjzanardi@gmail.com)

APÊNDICE 11

Laudo dos resultados para os participantes (FRANÇÊS)



Nom: Joan-Vincenç Lanzillotti
Age: 48 ans **Taille:** 160 cm **Poids:** 55 Kg
Date de l'évaluation: 17/04/2018



**Evaluation de
performance de course
de vitesse**

Résultats de test de course de vitesse (30 mètres):

Variables	Résultats
5 mètres (s)	1.387
10 mètres (s)	2.182
15 mètres (s)	2.756
20 mètres (s)	3.587
25 mètres (s)	4.261
30 mètres (s)	4.921
Vitesse Maximale (m/s)	7.57
Force Maximale (N/kg)	8.67
Puissance Maximale (W/kg)	16.41
Ratio de Force Maximale (%)	44%

Dans le tableau ci-dessous sont représentés les valeurs de référence de coureurs internationaux de la catégorie *Masters*:

Age	20 mètres	Vitesse Maximale	Force Maximale	Puissance Maximale
Jeune (Elite)	2.94 (0.020)	11.9 (0.23)	9.95 (0.67)	31.1 (0.80)
35 – 40 ans	3.35 (0.096)	9.33 (0.59)	7.43 (0.60)	17.2 (1.46)
45 – 60 ans	3.50 (0.136)	9.07 (0.50)	6.72 (0.76)	15.1 (1.78)
65 – 90 ans	4.58 (0.675)	6.26 (1.03)	4.45 (1.00)	7.13 (2.58)

Source: Pantoja et al. *Medicine and Science in Sports and Exercise* (2016).

Observations:

Quand nous courons à la vitesse maximale nous produisons de la force avec nos jambes contre le sol pour pousser notre corps vers l'avant. Surtout, nous devons utiliser cette force contre le sol avec vitesse. Cette relation entre la force et la rapidité nous donne plus de puissance pour avoir une vitesse plus forte et réussir à faire moins de temps sur la course (Samozino et al. *Scand J Med Sci Sports*, 26(6):648–58, 2016).

Vous avez bien réussi le test ! Vous avez fait un temps de 20 mètres proche des athlètes de votre âge. D'un autre côté, la vitesse maximale était un peu plus basse que des athlètes de votre âge. Nous recommandons des entraînements de course de vitesse pour réussir des meilleurs temps et pour **entretenir votre capacité fonctionnelle**.

Responsable technique scientifique

Elren Monteiro Passos, M.Sc. (elren.monteiro@gmail.com)

Jean Benoit Morin, Ph.D. (jeanbenoitmorin@gmail.com)

APÊNDICE 12

Escala de viabilidade, segurança e satisfação do sprint

Escala visual analógica de satisfação

Nome:

Diagnóstico há quanto tempo?

Sintomas: () tremor, () rigidez, () dificuldade da marcha, ()

travamento/congelamento/ freezing, () lentidão,

() flexão de tronco, () falta de equilíbrio, () cansaço nas pernas.

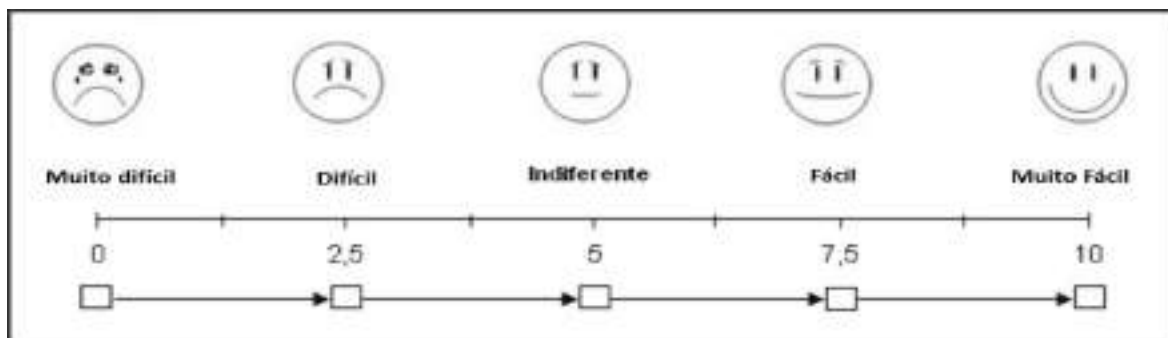
Quantas vezes por dia tom a medicação para o Parkinson?

Faz exercícios quantas vezes por semana? Quais?

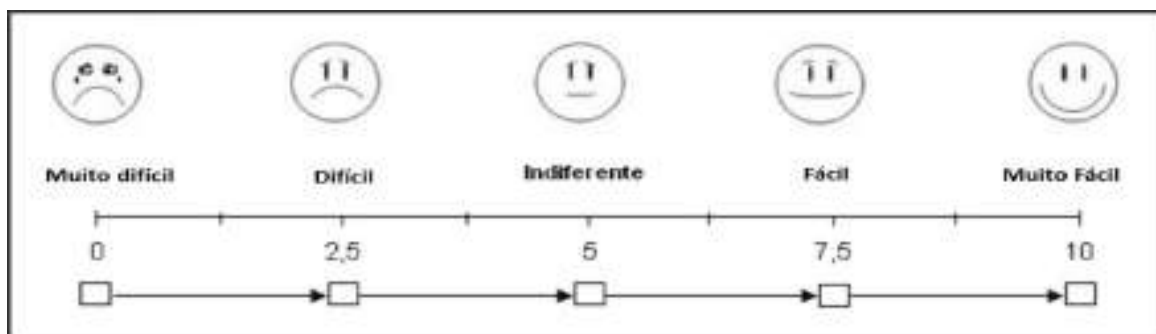
Esta escala tem por objetivo avaliar o seu nível de satisfação durante o exercício de corrida de velocidade (SPRINT). Ela possui 12 perguntas referentes aos domínios: viabilidade, segurança, melhora nos sintomas da doença de Parkinson, e uso e indicação futura do exercício de corrida de velocidade (sprint). Cada pergunta contém 5 rostos que vão de: 0 a 10 pontos em relação a sua satisfação. Para cada pergunta, poderá escolher uma única alternativa. Se você tiver dúvida, escolha o rosto que mais representa a sua satisfação.

VIABILIDADE DA CORRIDA

1) Você achou que seria impossível realizar a corrida de velocidade (sprint)?

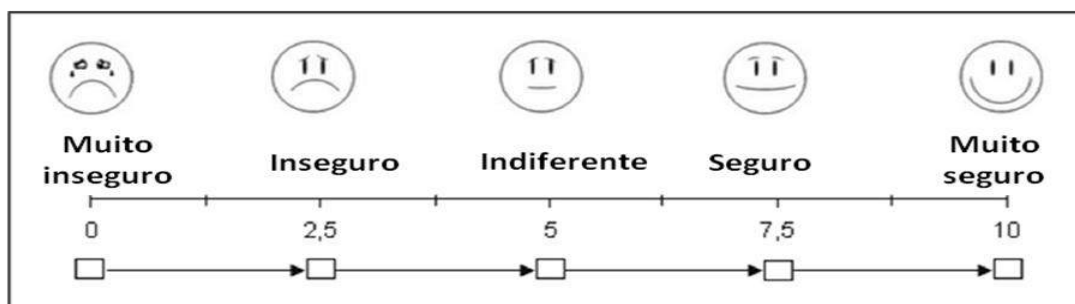


2) Você sentiu dificuldade de fazer a corrida de velocidade (sprint)?

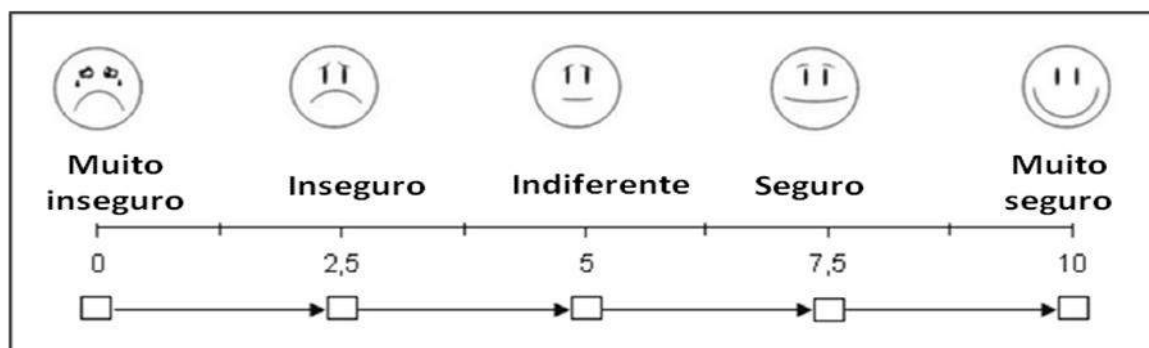


SEGURANÇA DURANTE A CORRIDA

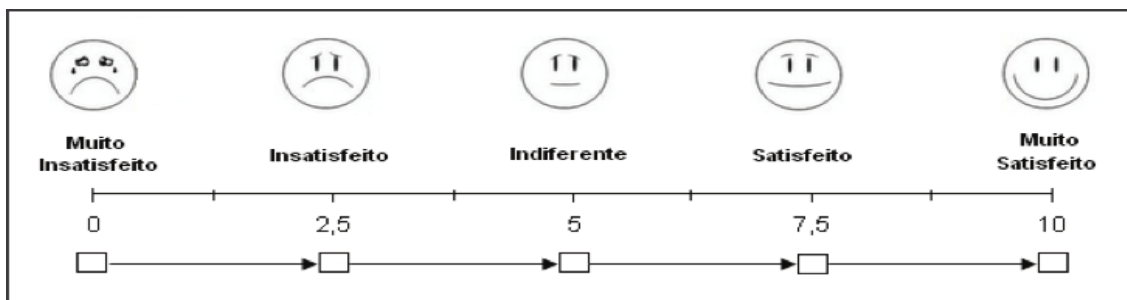
3) Você sentiu medo de cair ao realizar a corrida de velocidade (sprint)?



4) Você se sentiu seguro ao fazer a corrida de velocidade (sprint)?



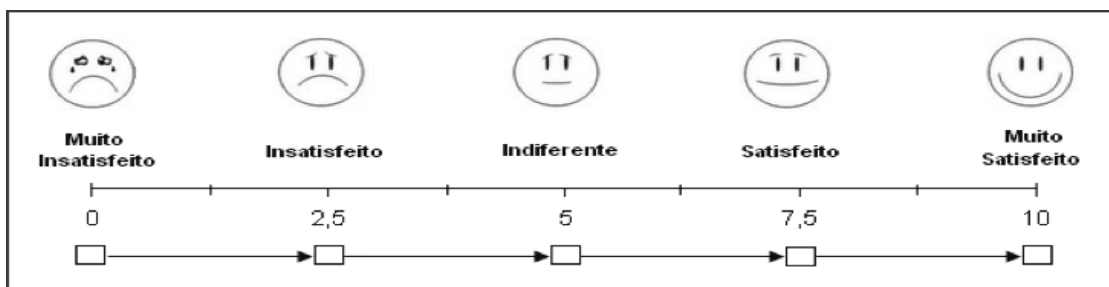
5) Você sentiu algum desconforto, dor muscular ou teve alguma lesão ao realizar a corrida de velocidade (sprint)?



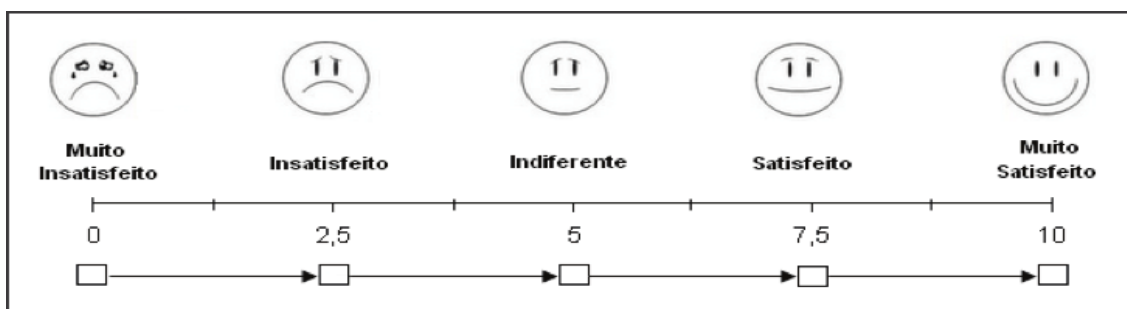
() Não () Sim, onde?(_____)

APRECIÇÃO E SATISFAÇÃO

6) Você acha que a corrida de velocidade é desafiadora para o paciente com doença de Parkinson? () **sim** () **não**. E você se sentiu satisfeito ao realizá-la?

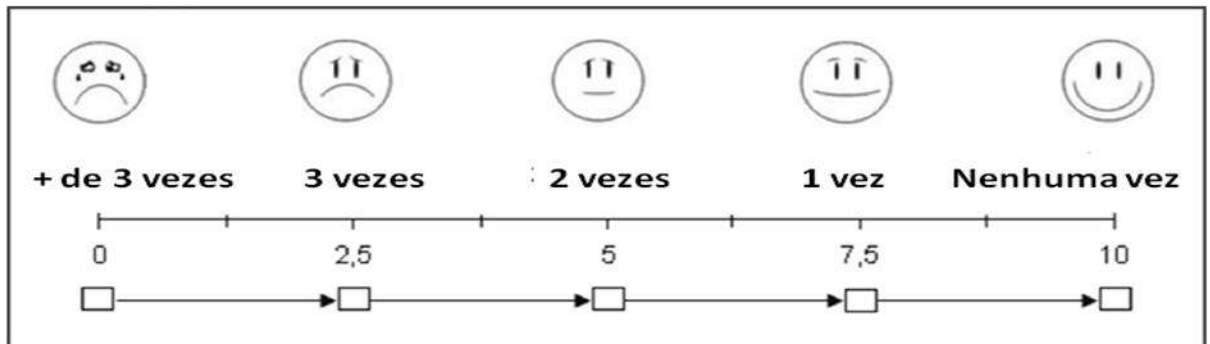


7) Como você se sentiu algumas horas depois de realizar a corrida de velocidade (sprint)?

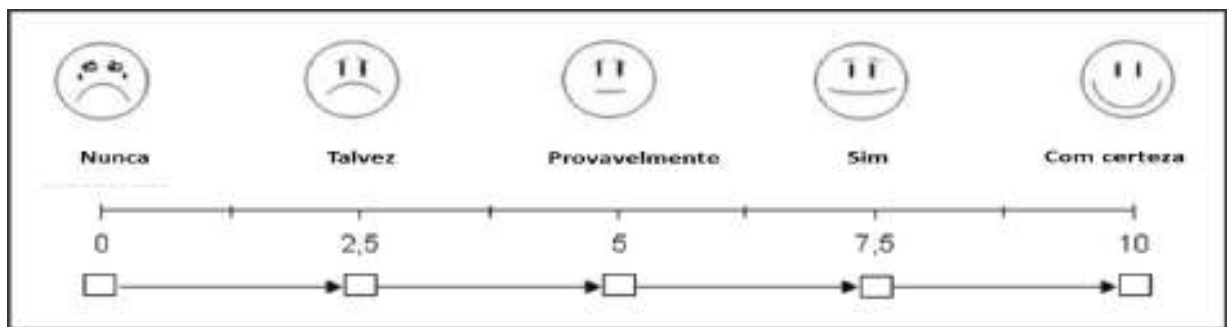


EFICÁCIA: MELHORA NOS SINTOMAS DURANTE E APÓS A CORRIDA

8) Você teve congelamento (freezing) durante a corrida de velocidade (sprint)?



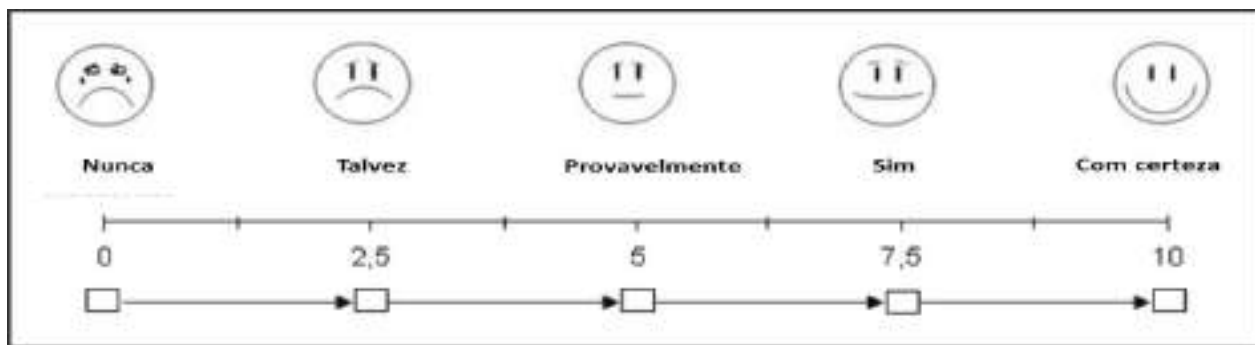
9) Você acha que a corrida de velocidade (sprint) pode melhorar a locomoção da doença de Parkinson?



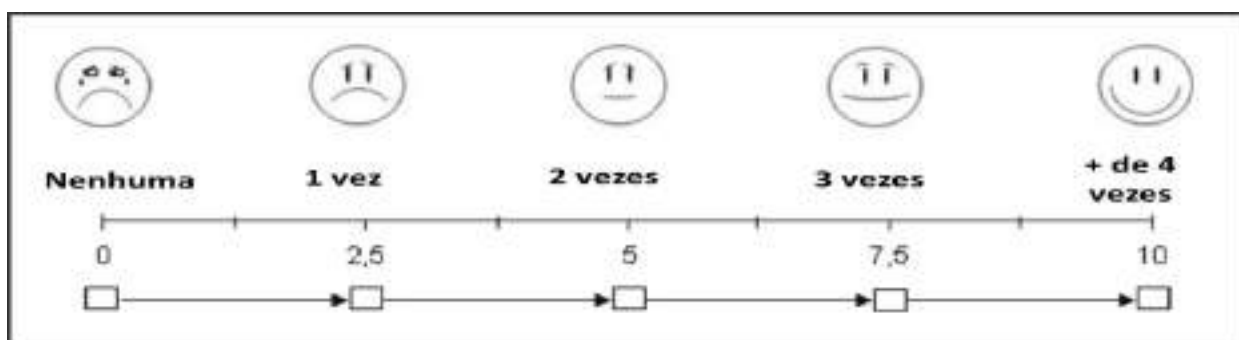
O _____ que você acha que poderia melhorar?
(_____)

USO FUTURO DA CORRIDA COMO EXERCÍCIO

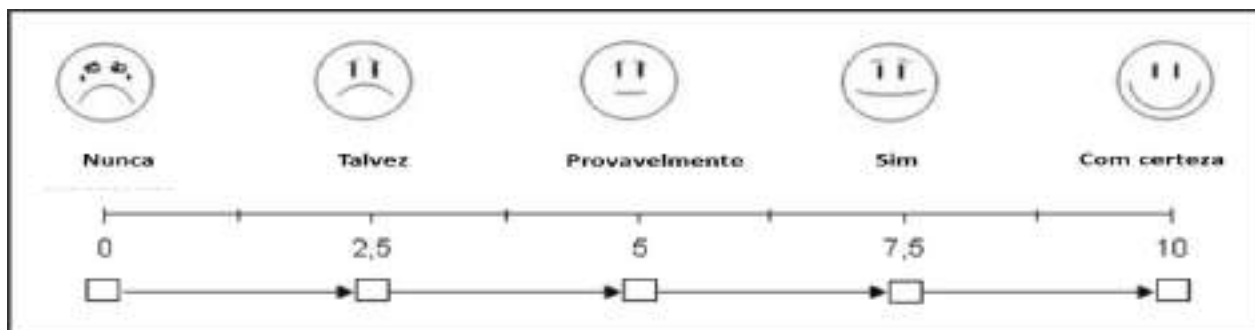
10) Você acrescentaria nas suas rotinas de exercícios a corrida de velocidade (sprint)?



11) Quantas vezes por semana você treinaria a corrida de velocidade (sprint)?



12) Você recomendaria a corrida de velocidade para algum amigo com doença de Parkinson?



APÊNDICE 13

Relatório do doutorado sanduíche (CAPES)

Cabem, aqui, alguns esclarecimentos para seu correto preenchimento: **apenas os campos de múltipla escolha são de preenchimento obrigatório**; os comentários são opcionais, reafirmando a importância de suas sugestões; ao fim do Relatório, forneça um endereço eletrônico para contato da Capes, onde poderá optar por ficar disponível para outros bolsistas ou candidatos ao mesmo programa ou instituição. Lembramos que as informações prestadas em seu Relatório poderão ser utilizadas para a escolha correta de países ou instituições por outros candidatos a bolsa e ainda para a formulação de políticas de formação de recursos humanos de alto nível.

Atenciosamente,

Equipe CAPES.

1. Avaliação Geral

Adaptação a cultura e ambiente de trabalho*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

Ao primeiro momento, é natural o choque cultural, ainda mais por ser duas línguas diferentes (Francês e Inglês). Entretanto, acredito que a adaptação à nova cultura foi excelente, uma vez que tive uma excelente recepção na Universidade pelo orientador e demais colegas de trabalho.

Infra-estrutura básica(espço de estudo, acesso a computador e rede, etc.)*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

Eu recebi uma excelente infra-estrutura, fiquei em uma sala reservada, com acesso a internet, computador e demais infra-estruturas necessárias para o desenvolvimento do meu trabalho durante o estágio.

Adequação da bolsa ao custo de vida*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

A cidade de Nice possui um custo bastante elevado, mas ainda assim a bolsa me permitiu viver basicamente bem durante o estágio. Cabe ressaltar que ao fazer a comparação à bolsa do Brasil, pude ter uma melhor qualidade de vida aqui durante o estágio.

Adequação do auxílio ao seguro-saúde*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

Não informado

Qualidade de vida do bolsista*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

Reforço o comentário em relação ao custo de vida: A cidade de Nice possui um custo bastante elevado, mas ainda assim a bolsa me permitiu viver basicamente bem durante o estágio. Ressalto apenas que o custo de vida é alto no Sul do França, então penso que o valor referente da bolsa poderia ser ajustado ao custo de vida local.

2. Avaliação do programa/depto./IES (em relação ao programa de origem no Brasil)

Atividade de pesquisa do orientador/ colaborador e seu grupo*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

O nosso grupo teve uma excelente estrutura que permitiu o desenvolvimento do estudante pesquisador, seja de forma autônoma ou em grupo. Os meus orientadores puderam ter uma boa relação/comunicação durante o meu estágio o que permitiu um excelente desenvolvimento do Projeto,

Atividade de pesquisa do PPG*

Bom
Ruim
Regular
Péssimo
X Excelente
Não se Aplica

Comentário

O PPG Ciências da Saúde, embora bastante novo, possui uma organização e um estímulo à pesquisa de forma surpreendente. Recebi todo apoio necessário para as pesquisas realizadas no Brasil e aqui no exterior.

Infra-estrutura específica (instrumentos e insumos laboratoriais, etc.)*

Bom
Ruim
Regular
Péssimo
X Excelente
Não se Aplica

Comentário

A infra-estrutura da UFCSPA é excelente, possui laboratórios bastante equipados com tecnologia de ponta, permitindo que possamos desenvolver pesquisas de alta qualidade, colocando a instituição em um patamar avançado na pesquisa.

Oportunidade de trabalho no campus (monitor ou assistente de pesquisa)*

X Bom
Ruim
Regular
Péssimo
Excelente
Não se Aplica

Comentário

O Campus oferece oportunidade de vivenciarmos a pesquisa e aplicarmos os conhecimentos teóricos na prática.

Apoio para viagem a congressos*

Bom
Ruim
Regular
Péssimo
Excelente

X Não se Aplica

Comentário

Durante o meu período no exterior, tive dois trabalhos internacionais aprovados. Entretanto, não tive apoio da universidade por falta de verbas para este fim.

Biblioteca*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

X Excelente

Não se Aplica

Comentário

A biblioteca dispões de arquivos e um acervo atual, o que auxilia os estudantes no desenvolvimento de suas pesquisas.

3. Produção intelectual (liste somente as derivadas da presente atividade no exterior

3.1 Artigos em periódicos: (Estrangeiros) Publicado

Não informado

No prelo

1

Referências:

O Artigo está em processo de revisão e submissão

(Nacionais) Publicado

Não informado

No prelo

Não informado

Referências:

Não informado

3.2 Trabalhos aceitos ou apresentados em congressos: (Estrangeiros) Palestras

Não informado

Trabalho completo

1

Resumo expandido

Não informado

Resumo

Não informado

Referências:

MONTEIRO, E.P et al; Sprint Exercise in Parkinson Patients: a pilot study. 23rd Annual Congress of the European Congress of Sport Science, Dublin, Ireland. <http://ecss-congress.eu/2018/18/index.php>

(Nacionais) Palestras

Não informado

Trabalho completo

Não informado

Resumo expandido

Não informado

Resumo

Não informado

Referências:

Não informado

3.3 Livro(s) e capítulo(s) de livro: Publicado

Não informado

No prelo

Não informado

Referências:

Não informado

3.4 Performances, concertos ou exposições Descrição

Não informado

3.5 Patentes registradas e outros Descrição

Não informado

4. Avaliação final

4.1 Acadêmica Recomenda seu orientador/colaborador a outros bolsistas?*

Sim

Não

Com restrições

Comentário

A minha orientadora me deu todo o suporte e oportunidade para o meu desenvolvimento e minha formação enquanto pesquisadora.

Recomenda o departamento a outros bolsistas?*

Sim

Não

Com restrições

Comentário

O Departamento está sempre disponível e orientando os alunos da melhor forma possível.

Seu treinamento aumentou a inserção ou qualidade do trabalho de seu departamento /grupo no Brasil?*

Sim

Não

Não se Aplica

Com restrições

Comentário

Sim, consideravelmente após o Período do Estágio no Exterior.

4.2 Desempenho da Capes Processo de seleção e candidatura*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

Todo o processo foi transparente, porém recebi a confirmação da bolsa e de aprovação muito em cima da data da viagem e também de prorrogação de permanência no exterior, o que dificultou alguns tramites de ida e de permanência.

Contato (a partir do exterior)*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

Na maioria das vezes que tive dúvidas, obtive retorno bem pontual.

Emissão de passagens aéreas*

Bom

Ruim

Regular

Péssimo

Excelente

Não se Aplica

Comentário

O valor referente à emissão das passagens, não foi suficiente devido o prazo que repassaram o dinheiro, o que tomou a bastante bastante elevada sendo necessário investimento pessoal da bolsista.

Eficiência no pagamento da bolsa*

Bom
Ruim
Regular
Péssimo
X Excelente
Não se Aplica

Comentário

Todos os pagamentos saíram conforme direcionado previamente.

Eficiência no pagamento de taxas*

Bom
Ruim
Regular
Péssimo
X Excelente
Não se Aplica

Comentário

Não informado

Interface digital da Capes para o bolsista*

Bom
Ruim
Regular
Péssimo
X Excelente
Não se Aplica

Comentário

Site de fácil acesso e uso. Parabéns!

4.3 Outros comentários Comentário

O Programa de Doutorado de Sanduíche no Exterior me pertiu uma oportunidade ímpar de crescimento e desenvolvimento enquanto pesquisadora. Foi possível levar as nossas técnicas para a França e aprender muito sobre as novas tecnologias que estão sendo aplicadas no campo do esporte e da reabilitação clínica. Além disso, novos conhecimentos e forma de gestão de pesquisa foram adquiridos e estou podendo aplicar na minha Instituição e grupo de pesquisa no Brasil. Ressalto a inserção cultural em um outro continente, o que amplia a visão de mundo. Com esta oportunidade, estou finalizando o meu doutorado de forma mais completa e de altíssimo nível.

4.4 Endereço eletrônico para contacto por outros bolsistas ou candidatos E-mail*

elren.monteiro@gmail.com

Autoriza ser contactado por candidatos bolsistas neste e-mail?*

Sim

Não

APÊNDICE 14

Avaliação do orientador do exterior sobre as atividades desenvolvidas durante o doutorado sanduíche



Nice, January 15, 2019

ATTESTATION

Process: 88881.131930/2016-01 (Migrado - SICAPES3)

À: Comissão do Programa de Doutorado Sanduiche no Exterior (PDSE) – CAPES

To whom it may concern

As the foreign co-adviser of Elren Passos Monteiro, CPF:898.783.452-20, doctoral student of the Health Science Postgraduate at the Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, in partnership with the Université Côte d'Azur, I approved the work plan that was developed at "Laboratoire Motricité Humaine Expertise Sport Santé" (EA 6312), coordinated by myself.

In Brazil, Elren Passos Monteiro is under the supervision of Aline de Souza Pagnussat, Ph.D, of the Laboratory of movement analysis and muscle rehabilitation, Federal University of Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre City, Brazil.

Elren Passos Monteiro has spent eight months, from October 1st, 2017 to July 22th, 2018, in Nice. Her research topic in France was the following one: "SPRINT MECHANICS IN PARKINSON AND HEALTHY OLD SUBJECTS."

During this period in France, she has worked with me and my research group, using the facilities and equipment available at the laboratory. The aim of the research period, spent within the current PhD Studentship, is to complement the work already done, with the development of a research in healthy old subjects and a learning experience abroad.

According to the work planned under my supervision, the student participated in activities such as seminars, classes and symposiums at Faculté des Science du Sport, following below:

- Seminar Posture 1: Postural Control, Professor Alex Lu, Ph.D. (October 11, 2017, 09:00 - 12:00h);
- Seminar Posture 2: Postural Control, Professor Alex Lu, Ph.D. (October 13, 2017, 13:00 - 15:00h);
- Thesis defense: « Influence des mécanisme de la regulation des la fatigue musculaire sur la performance motrice. » Guillaume Ducrocq (November 16, 2017, 13:00 - 17:00h);
- Symposium scientifique : Effets de la fatigue musculaire sur la performance motrice : 9:00h: Grégory Blain (Univ. Nice Sophia Antipolis)
Introduction
9h10 : Thomas Hureau (Univ. Strasbourg)
Rôle des afférences musculaires dans la régulation de la fatigue et de la performance
9h30: Vincent Martin (Univ. Clermont-Ferrand)
Effets de la croissance sur le développement et l'étiologie de la fatigue neuromusculaire
10h: Caroline Nicol (Univ. Méditerranée)
Effets d'un exercice épuisant de type cycle étirement-détente sur la fatigue neuromusculaire
11h: Nicolas Place (Univ. Lausanne)
Fatigue musculaire : une approche translationnelle
11h30 : Guillaume Millet (Univ. Calgary)
Mesurer la fatigue neuromusculaire : est-ce vraiment utile ?
- Defense of l'HD: «Le controle automatique du comportement : causes et conséquences. » Remi Radel (November 17, 2017, 13:00 - 17:00h);
- Thesis defense: « Evaluation des effets à court et long termes d'un exercice intermittent de longue durée sur la performance humaine. » Anne Delextrat (November 22, 2017, 13:00 - 16:00h);
- Seminar FRS: Biomechanis, Professor Jean Benoit Morin, Ph.D. (December 18, 2017, 13:00 - 16:00h);
- Conférence: « Quoi de nouveau dans l'entraînement en altitude des joueurs de sport collective ? » Olivier Girard, Ph.D. (January 12, 2018, 12:30 - 14:00h);

- Journée Thematique: Promotion de la santé et conduites de changement: les défis de numérique:

9h45: Ouverture de la journée Jeanick Brisswalter (VP recherche UCA) et Christian Pradier (DSP-CHU Nice – UCA)

10h-10h45: Linda Cambon (EHESP-Paris). Objets connectés et promotion de la santé : nouvelle voie d'intervention ?

11h-11h30 : Lise Arena et Pierre Thérouane (UCA GREDEG - LAPCOS – MSHS-SE). Acceptabilité des nouvelles technologies : fondements théoriques

11h30-12h: Gérald Gaglio (UCA - GREDEG). Pour une sociologie de la télémédecine et des objets connectés en santé.

Promotion de la santé et conduites de changement : les défis du numérique

Journée Thématique

Pause-déjeuner 14h : Pascal Staccini (UCA - URE RETINES – CHU Nice). Santé connectée ! De quelles connexions parle-t-on ?

14h30 : Andréa Soubelet (UCA - CoBT&K). Nouvelles technologies au service de l'évaluation et de la simulation en santé

15h00: Meggy Hayotte (UCA - LAMHESSE). Outils Connectés Activité Physique Adaptée Santé (OCAPAS) : un projet pluridisciplinaire et intersectoriel

15h30 : Aline Herbinet et Amélie Fuchs (v@si). Comment faciliter l'accès à l'activité physique ? Présentation du système Sapatic Visio.

- Sprint Biomechanis Master Class, Professor Jean Benoit Morin, Ph.D. (From 19 to 29.03.2018; 07:30 - 12:00h);

- Presentation of research project of the Elren Passos "Sprint Exercise in Parkinson's Disease subjects" to the Professor Ian Bezoidis, Ph.D. (March 13, 2018, 12:00 - 15:00h);

- Lecture: Biomechanics of the world's fastest sprinters: implications for training and performance,

- Class: L'analyse biomécanique de la performance en sprint, Professor Ian Bezoidis, Ph.D. (19/03/18, de 16:00 à 19:00h)


- Seminar: « Statistique et méthodologie scientifique » (April 05, 2018 11:00 - 16 :00h)



Faculté des Sciences du Sport
STAPS



11h00 - 12h00: « Les

Membre de UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR  fondements de l'analyse bayésienne : Tutoriel » par Fabien Mathy, professeur en psychologie cognitive à l'Université Côte d'Azur (BCL UMR7320 CNRS).

13h30 – 14h30: « Libérer les plans de recherche: De la rigidité de l'ANOVA à la flexibilité des modèles mixtes » par Boris Cheval, chercheur au pôle national de recherche LIVES-NCCR à Genève et au département de médecine interne général, de réhabilitation et de gérontologie de l'Université de Genève.

14h30 – 15h30 « Guide pratique pour l'utilisation des modèles mixtes et modèles mixtes généralisés » par Rémi Radel, maître de conférence au LAMHES et à la faculté des sciences du sport de l'Université Côte d'Azur.

- Lecture: Running-related injuries: main risk factors, exercise for prevention and rehabilitation, by Colin Griffin, April 2018.

Participation in Congresses and courses:

- International Symposium Strength Training, December 2017, Madrid – Spain, (<https://www.simposiodefuerza.es/>);
- Certification in “Original Nordic Walking Trainer License”, April 2017, Alicante – Spain;
- Oral presentation at: European Congress of Sport Science, July 2018, Dublin - Ireland, (<http://ecss-congress.eu/2018/18/index.php>)
- 8th World Congress of Biomechanics in Dublin, Ireland, 8 – 12 July 2018 (<http://wcb2018.com/>)
- Poster presentation: "O ESTADIAMENTO MOTOR INFLUENCIA NA MECÂNICA DO SPRINT DE PESSOAS COMDP?" at V Congresso Brasileiro de Fisioterapia Neurofuncional, October 2018, Florianópolis – Brazil (<https://www.cobrafin.com.br/>);
- Poster presentation: "CORRELAÇÃO ENTRE A IDADE DE IDOSOS COM VARIÁVEIS MECÂNICAS NO SPRINT" with Highlight Award in the postgraduate modality, at XIV Seminário Internacional sobre Atividades Físicas para a Terceira Idade, November 2018, UFRGS, Porto Alegre, Brazil (<https://www.ufrgs.br/siafi2018/>).

Research development:

- From October 2017 to March 2018: Meetings about work plan and research project;
- From December 2017 to February 2018: We prepared a scientific abstract and oral presentation: "Sprint running Exercise in Parkinsons Disease Subjects: A pilot study", submitted at 23th Annual Congress of the European Congress of the Science of Sport -Dublin, Ireland,
- Meeting with Professor Jean Benoit Morin, Elren Passos, Pedro Jimenez, and coach of the running clubs.
- From April to June 2018: Trials – Part I/ Meeting about the paper;
- From May to August 2018: Data analysis, statistical analysis, and article writing;
- September 2018: Qualification of doctorate with presentation: "Can we prescribe sprint running exercises to subjects with Parkinsons Disease?"
- October - December 2018: Trials – part II;
- January 2019: Review and submission of article: "The feasibility, safety, satisfaction, acceptance and effectiveness mechanical of sprint exercise in Parkinson's disease and healthy subjects" (PARKINSONISM AND RELATED DISORDERS – IF 4.721);

My overall general assessment of Elren Passos Monteiro's stay at my Faculty and Laboratory is that she has done a consistent and thorough scientific work, clearly developed her personal knowledge on many topics (thanks to her participation to almost all the local events possible), and also prepared several international events and publications. In addition to this significant amount of scientific production and development, I can attest that Elren Passos Monteiro has been a very sympathetic and enthusiast member of our research team during her stay, and a very nice young scholar to collaborate with.



Faculté des Sciences du Sport
STAPS



Membre de UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR

Yours sincerely,

Professor Jean Benoit Morin, Ph.D

Co-advisor



Université Nice Sophia Antipolis - Membre Université Côte d'Azur
Faculté des Sciences du Sport | 261, Boulevard du Mercantour | B.P. 3259 | 06205 NICE Cedex 03 | France
T: +33 (0) 492 295 544 | E: longuevi@unice.fr
<http://unice.fr/staps/presentation> | <http://unice.fr/laboratoires/lamhess>



APÊNDICE 15

Avaliação da orientadora local sobre as atividades desenvolvidas durante o doutorado sanduíche



Processo: 88881.131930/2016-01 (Migrado - SICAPES3)

DECLARAÇÃO

À: Comissão do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE) - CAPES

Venho por meio desta fazer um parecer final de avaliação sobre o plano de trabalho do período do doutorado sanduíche que foi desenvolvido no Laboratoire Motricité Humaine Education Sport Santé (LAMESS – EA 6312) da Université Nice Sophia Antipolis, por minha doutoranda **Elren Passos Monteiro, CPF:898.783.452-20**, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde (PPGCS) da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA).

Elren Passos Monteiro permaneceu na França 01/10/2017 a 31/07/2018 (Prorrogação sem ônus), desenvolvendo o seu estudo sobre “MECÂNICA DA LOCOMOÇÃO EM PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON E IDOSOS”, que foi apresentado como artigo na qualificação do Doutorado.

De acordo com o cronograma planejado com o seu Co-orientador na França, Professor Dr. Jean Benoit-Morin, a aluna participou das atividades como aulas, seminários e conferências realizadas na Faculté des Science du Sport, e que serão listados abaixo:

- Seminar Posture 1: Postural Control, Professor Dr. Alex Lu (11/10/2017, de 09:00 às 12:00h);
- Seminar Posture 2: Postural Control, Professor Dr. Alex Lu (13/10/2017, de 13:00 às 15:00h);
- Defesa de Tese: « Influence des mécanisme de la regulation des la fatigue musculaire sur la performance motrice.» Doutorando Guillaume Ducrocq (16/11/2017, de 13 : 00 às 17 :00h) ;
- Symposium scientifique : Effets de la fatigue musculaire sur la performance motrice :



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UFCSPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

9h : Grégory Blain (Univ. Nice Sophia Antipolis)

Introduction

9h10 : Thomas Hureau (Univ. Strasbourg)

Rôle des afférences musculaires dans la régulation de la fatigue et de la performance

9h30 : Vincent Martin (Univ. Clermont-Ferrand)

Effets de la croissance sur le développement et l'étiologie de la fatigue neuromusculaire

10h : Caroline Nicol (Univ. Méditerranée)

Effets d'un exercice épuisant de type cycle étirement-détente sur la fatigue neuromusculaire

11h: Nicolas Place (Univ. Lausanne)

Fatigue musculaire : une approche translationnelle

11h30 : Guillaume Millet (Univ. Calgary)

Mesurer la fatigue neuromusculaire : est-ce vraiment utile ?

- Defesa de l'HD: «Le controle automatique du comportement : causes et conséquences. » Remi Radel (17/11/2017, de 13 :00 à 17 :00h) ;

- Defesa de Tese : « Evaluation des effets à court et long termes d'un exercice intermittent de longue durée sur la performance humaine. » Doutoranda Anne Delestrat (22/11/2017, de 13 : 00 à 16 :00h) ;

- Seminar FRS: Biomechanis, Professor Dr. Jean Benoit Morin (18/12/2017, de 13:00 à 16:00h);

- Conférence: « Quoi de nouveau dans l'entrainement en altitude des joueurs de sport collective ? » Dr. Olivier Girard (12/01/2018, de 12:30 à 14:00h);

- Journée Thematique : Promotion de la santé et conduites de changement : les défis de numérique :

9h45 : Ouverture de la journée Jeanick Brisswalter (VP recherche UCA) et Christian Pradier (DSP-CHU Nice – UCA)



UFCSPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

10h-10h45: Linda Cambon (EHESP-Paris). Objets connectés et promotion de la santé : nouvelle voie d'intervention ?

11h-11h30 : Lise Arena et Pierre Thérouane (UCA GREDEG - LAPCOS – MSHS-SE). Acceptabilité des nouvelles technologies : fondements théoriques

11h30-12h: Gérald Gaglio (UCA - GREDEG). Pour une sociologie de la télémédecine et des objets connectés en santé.

Promotion de la santé et conduites de changement : les défis du numérique

Journée Thématique

Pause-déjeuner 14h : Pascal Staccini (UCA - URE RETINES – CHU Nice). Santé connectée ! De quelles connexions parle-t-on ?

14h30 : Andréa Soubelet (UCA - CoBTeK). Nouvelles technologies au service de l'évaluation et de la simulation en santé

15h00: Meggy Hayotte (UCA - LAMHESS). Outils Connectés Activité Physique Adaptée Santé (OCAPAS) : un projet pluridisciplinaire et intersectoriel

15h30 : Aline Herbinet et Amélie Fuchs (v@si). Comment faciliter l'accès à l'activité physique ? Présentation du système Sapatic Visio.

- Sprint Biomechanis Master Class, Professor Dr. Jean Benoit Morin (19 à 29/03/2018; 07:30 à 12:00h);

- Apresentação do Projeto de Pesquisa "Sprint Exercise in Parkinson's Disease subjects" para o Professor Dr. Ian Bezoidis (13/03/2018, de 12:00 à 15:00h);

- Biomechanics of the world's fastest sprinters: implications for training and performance,

- Class : L'analyse biomécanique de la performance en sprint, Professor Dr. Ian Bezoidis (19/03/18, de 16:00 à 19:00h)

- Séminaire : « Statistique et méthodologie scientifique » (05/04/2018, de 11 :00 à 16 :00h)

11h00 - 12h00 : « Les fondements de l'analyse bayésienne : Tutoriel » par Fabien Mathy, professeur en psychologie cognitive à l'Université Côte d'Azur (BCL UMR7320 CNRS).



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UFCSPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

13h30 – 14h30 : « Libérer les plans de recherche : De la rigidité de l'ANOVA à la flexibilité des modèles mixtes » par Boris Cheval, chercheur au pôle national de recherche LIVES-NCCR à Genève et au département de médecine interne général, de réhabilitation et de gérontologie de l'Université de Genève.

14h30 – 15h30 « Guide pratique pour l'utilisation des modèles mixtes et modèles mixtes généralisés » par Rémi Radel, maître de conférence au LAMHES et à la faculté des sciences du sport de l'Université Côte d'Azur.

- Lecture: Running-related injuries: main risk factors, exercise for prevention and rehabilitation, by Colin Griffin, Abril de 2018.

CURSOS DE FORMAÇÃO E CONGRESSOS:

- International Symposium Strength Training, dezembro de 2017, Madrid – Espanha, (<https://www.simposiodefuerza.es/>);

- Certification in “Original Nordic Walking Trainer License”, abril de 2017, Alicante – Espanha;

- Oral presentation at: European Congress of Sport Science, julho de 2018, Dublin - Ireland, (<http://ecss-congress.eu/2018/18/index.php>)

- 8th World Congress of Biomechanics in Dublin, Ireland, 8 – 12 July 2018 (<http://wcb2018.com/>)

- Apresentação de pôster intitulado: “O ESTADIAMENTO MOTOR INFLUENCIA NA MECÂNICA DO SPRINT DE PESSOAS COM DP?” no V Congresso Brasileiro de Fisioterapia Neurofuncional, Outubro de 2018, Florianópolis – Brasil (<https://www.cobrafin.com.br/>);

Apresentação de pôster virtual intitulado: “CORRELAÇÃO ENTRE A IDADE DE IDOSOS COM VARIÁVEIS MECÂNICAS NO SPRINT” com Premiação de Destaque na modalidade Pós-Graduação, no XIV Seminário Internacional sobre Atividades Físicas para a Terceira Idade, novembro de 2018, UFRGS, Porto Alegre, Brasil (<https://www.ufrgs.br/siafi2018/>).



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UFCSPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA:

- De outubro de 2017 a março de 2018: Reuniões de ajustes do Projeto de Pesquisa;

- De dezembro de 2011 a fevereiro de 2018: Elaboração do resumo: "Sprint running Exercise in Parkinsons Disease Subjects: A pilot study", enviado ao 23th Annual Congresso of the European Congress of the Science of Sport -Dublin, Ireland, Professor Dr. Jean Benoit Morin, Elren Passos e técnicos dos clubes envolvidos;

- De abril a junho de 2018: Coleta de dados/ reuniões de estruturação do artigo;

- De maio a agosto de 2018: Processamento de dados e análises estatística/escrita do artigo;

- Setembro de 2018: Qualificação do doutorado com a apresentação do artigo: "Can we prescribe sprint running exercises to subjects with Parkinsons Disease?"

- Outubro à dezembro de 2018: reestruturação do desenho de estudo e coletas de dados – parte II;

- Janeiro de 2019: Revisão final e submissão do artigo: "The feasibility, safety, satisfaction, acceptance and effectiveness mechanical of sprint exercise in Parkinson's disease and healthy subjects" (em: PARKINSONISM AND RELATED DISORDERS – IF 4.721);

Considerando o acima disposto, avalio como extremamente satisfatória a participação da aluna no Programa de Doutorado Sanduiche no Exterior.

Porto Alegre, 18 de janeiro de 2019.

Prof. Dr^a. Aline de Souza Pagnussat

Professora Orientadora