

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

Priscila Paula dos Santos

**Comparação da Atividade Muscular em
Bicicleta Ergométrica e Elíptico em
Indivíduos com Lesão Medular
Incompleta**

UFCSPA

Porto Alegre
Ano 2022
Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre

Priscila Paula dos Santos

Comparação da Atividade Muscular em Bicicleta Ergométrica e Elíptico em Indivíduos com Lesão Medular Incompleta

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Cechetti

Porto Alegre

2022

**Comparação da Atividade Muscular em Bicicleta Ergométrica e Elíptico em
Indivíduos com Lesão Medular Incompleta**

BANCA AVALIADORA

Dr. Rafael Inácio Barbosa

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Dr. Luciano Palmeiro

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr. Emmanuel Souza da Rocha

Coordenador do Curso de Fisioterapia da Faculdade SOGIPA

Porto Alegre

2022

Dedicatória

Dedico este trabalho à minha mãe, minha família, meu esposo e meus amigos que me apoiaram durante todo esse processo.

Catálogo na Publicação

Paula dos Santos, Priscila
Comparação da Atividade Muscular em Bicicleta
Ergométrica e Elíptico em Indivíduos com Lesão Medular
Incompleta / Priscila Paula dos Santos. -- 2022.
71 f. : il., tab. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de
Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2022.

Orientador(a): Fernanda Cechetti.

1. Fisioterapia. 2. Eletromiografia. 3. Atividade
motora. 4. Lesão Medular. I. Título.

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

AGRADECIMENTO

Agradeço a todas as pessoas que conviveram e me apoiaram nesse período, principalmente minha família e meu esposo. Aos pacientes que se disponibilizaram e confiaram no nosso trabalho. Aos colaboradores diretos e indiretos desse trabalho e, por fim, à minha orientadora pela paciência e por acreditar no meu potencial.

Epígrafe

“O corpo humano não foi feito para ficar permanentemente sentado”.

RESUMO

Introdução: A lesão medular é causada por qualquer processo lesivo na medula espinhal prejudicando sua função, gerando perda de força muscular, prejudicando o ortostatismo e deambulação. Na reabilitação, algumas estratégias são utilizadas para ativar os músculos envolvidos na marcha e na manutenção do tronco ereto desses indivíduos, entre elas a bicicleta ergométrica e o elíptico. Entender o padrão de ativação muscular gerado por estes métodos torna-se importante para responder dúvidas advindas da prática clínica. **Objetivo:** Verificar o padrão de ativação muscular dos músculos vasto medial, glúteo médio, tibial anterior e paravertebral durante os exercícios com elíptico e bicicleta ergométrica com e sem biofeedback eletromiográfico em indivíduos com lesão medular incompleta. **Metodologia:** Estudo transversal do tipo *crossover*, com um período de *wash-out* entre cada avaliação de 7 dias. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: grupo com lesão medular incompleta (GLM) e grupo de indivíduos sem lesão: grupo referência (GR) a fim de obtermos valores de referência de eletromiografia (EMG). Ambos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e responderam a ficha de identificação. Os indivíduos do grupo GLM foram avaliados quanto à funcionalidade através da Medida de Independência Funcional (MIF), classificação da lesão pela *American Spinal Injury Association (ASIA)* e o tônus muscular pela escala Ashworth modificada. Posteriormente, os dois grupos foram randomizados para definir a ordem dos aparelhos em que seriam avaliados sendo divididos em quatro subgrupos: grupo elíptico (GE), grupo elíptico + biofeedback (GEB), grupo bicicleta (GB) e grupo bicicleta + biofeedback (GBB). Foi verificada a atividade muscular com eletromiografia dos músculos paravertebral, vasto medial, glúteo médio e tibial anterior unilateral, comparando a ativação muscular durante os exercícios de bicicleta ergométrica, elíptico e adicionando biofeedback em ambas as modalidades. Não foi possível normalizar os valores de contração voluntária máxima, pois esses indivíduos possuem déficit de força muscular com dificuldade de seletividade muscular, por isso foi utilizado os valores de Root mean square (RMS). Este mesmo valor foi utilizado para normalização do GR para fins de comparação. **Resultados:** Houve maior ativação do músculo tibial anterior na bicicleta em comparação às outras modalidades tanto nos indivíduos com LMI (GLM), como nos sujeitos sem lesão medular. Para os indivíduos sem lesão (GR), o músculo vasto medial foi o mais ativado em todas modalidades, apresentando os maiores valores no elíptico. Em relação ao biofeedback, parece não oferecer nenhuma melhora nos valores de ativação em nenhuma das modalidades estudadas. **Conclusão:** Os resultados sugerem que a bicicleta e o elíptico são seguros e capazes de ativar as musculaturas estudadas, recebendo destaque à maior ativação do vasto medial na modalidade elíptico, e à maior ativação do tibial anterior na modalidade bicicleta.

Palavras-chave: Fisioterapia, Eletromiografia, Atividade Motora, Lesão Medular.

ABSTRACT

Introduction: Spinal cord injury is caused by any injurious process in the spinal cord, impairing its function, generating loss of muscle strength, impairing orthostatism and wandering. In rehabilitation, some strategies are used to activate the muscles involved in gait and in maintaining the upright trunk of these individuals, including the exercise bike and the elliptical. Understanding the pattern of muscle activation generated by these methods becomes important to answer questions arising from clinical practice.

Objective: To verify the pattern of muscle activation of the wide muscles medialis, gluteus medium, previous tibialis and paravertebral muscles during elliptical and stationary bicycle exercises with and without electromyographic biofeedback in individuals with incomplete spinal cord injury. **Methodology:** Cross-sectional crossover study, with a wash-out period of 7 days between each evaluation. The individuals were divided into two groups: group with incomplete spinal cord injury (ISCIG) and group of individuals without injury: reference group (RG) in order to obtain reference values for electromyography (EMG). Both signed the Free and Informed Consent Term (FICT) and answered the identification form. Individuals in the SCI group were assessed for functionality using the Functional Independence Measure (FIM), injury classification by the American Spinal Injury Association (ASIA) and muscle tone using the modified Ashworth scale. Subsequently, the two groups were randomized to define the order of the equipment in which they would be evaluated, being divided into four subgroups: elliptical group (EG), elliptical group + biofeedback (EGB), bicycle group (BG) and bicycle group + biofeedback (BGB). Muscle activity was verified with electromyography of the paravertebral, wide medialis, gluteus medium and previous tibialis muscles, comparing muscle activation during exercise on an exercise bike, elliptical and adding biofeedback in both modalities. It was not possible to normalize the values of maximum voluntary contraction, as these individuals have a deficit in muscle strength with difficulty in muscle selectivity, so the values of Root mean square (RMS) were used. This same value was used to normalize the RG for comparison purposes. **Results:** There was greater activation of the previous tibialis muscle on the bicycle compared to other modalities, both in individuals with SCI (SCIG) and in subjects without spinal cord injury. For individuals without injury (RG), the wide medialis muscle was the most activated in all modalities, with the highest values in the elliptical. Regarding biofeedback, it does not seem to offer any improvement in activation values in any of the studied modalities. **Conclusion:** The results suggest that the bicycle and the elliptical are safe and capable of activating the studied muscles, with emphasis on the greater activation of the wide medialis in the elliptical modality, and the greater activation of the previous tibialis in the bicycling modality.

Keywords: Physiotherapy, Electromyography, Motor Activity, Spinal Cord Injury.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASIA	<i>American Spinal Injury Association</i>
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
EMG	Eletromiografia
GB	Grupo bicicleta
GBB	Grupo bicicleta + biofeedback
GE	Grupo elíptico
GEB	Grupo elíptico + biofeedback
GLM	Grupo lesão medular
GR	Grupo referência
LMI	Lesão medular incompleta
MIF	Medida de Independência Funcional
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.1	LESÃO MEDULAR.....	11
1.2	INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA	16
1.3	ELETROMIOGRAFIA.....	23
2	OBJETIVO	28
	REFERÊNCIAS	29
3	ARTIGO	36
4	IMPACTOS DO TRABALHO	59
	ANEXO A - PARECER COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA	60
	ANEXO B – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA PHYSIOTHERAPY THEORY AND PRACTICE	63

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 LESÃO MEDULAR

A lesão medular (LM) é causada por qualquer mecanismo lesivo que agrida e prejudique a integridade da medula, impedindo-a de desempenhar suas funções. A etiologia da lesão pode ser traumática ou não traumática, sendo os acidentes automobilísticos e disparos por armas de fogo as principais causas das traumáticas e as neoplasias a principal origem não traumática (BRASIL, 2015).

A incidência da lesão medular no mundo é de 15 a 40 casos por milhão de habitantes, o *National Spinal Cord Injury Statistical Center* (NSCICS) dos Estados Unidos da América (EUA) estima que exista em torno de 314 milhões de pessoas acometidas por lesões medulares, e que a incidência anual dessa patologia é de aproximadamente 54 casos por milhão de habitantes, aos quais se somam 17 mil novos casos/ano, atingindo predominantemente jovens adultos do sexo masculino (81% dos novos casos anuais) (NSCICS, 2017). Já no Brasil, a incidência não é exata, inexistindo dados específicos pela ausência de notificação. Estima-se que a incidência acomete entre 16 e 26 casos por um milhão de habitantes ao ano, correspondendo 84% delas ao sexo masculino com idade média de 34,7 anos, o que equivale a 10 mil novos casos ao ano, com trauma como causa predominante (ANDRADE et al., 2019).

A respeito da prevalência classificatória dos casos de lesões na medula espinhal, estatísticas americanas recentes demonstraram que, entre os anos de 2010 a 2017, os casos de lesões medulares intercorridos neste intervalo de tempo indicam que a tetraplegia incompleta é, atualmente, a categoria neurológica mais frequente seguida da paraplegia incompleta, paraplegia completa e tetraplegia completa. Menos de 1% dos indivíduos acometidos receberam alta hospitalar em razão de recuperação neurológica (NSCICS, 2017).

Outro aspecto importante a ser considerado é a relação estabelecida entre a severidade da injúria e a mortalidade desta população em particular. Sabe-se que etiologicamente, cerca de 70% dos casos de lesões medulares são resultantes de traumas mecânicos (NSCICS, 2016; 2017). Por esta razão, 55% dos casos de lesões medulares atingem o segmento cervical (C1 a C7-T1), ocasionando uma mortalidade de 15% após o primeiro ano com tetraplegia. Em contrapartida, os segmentos

torácicos (T1-T11), torácico-lombar (T11-T12 até L1-L2) e lombosacral (L2-S5) são causadores de 15% cada das lesões medulares (NSCICS, 2017).

O trauma inicial geralmente acontece por uma força mecânica, podendo causar acometimento por compressão, laceração ou secção. Qualquer dano a esta estrutura desencadeia uma resposta inflamatória com edema e, conseqüentemente, isquemia, agravando gradativamente o processo lesivo comprometendo a homeostase neuronal (WILSON; FORGIONE; FEHLINGS, 2013).

A LM traumática possui uma divisão temporal de acordo com a fisiopatologia em: aguda (<48 horas), subaguda (48 horas a 14 dias), intermediária (14 dias a 6 meses) e crônica (> 6 meses) (AHUJA et al., 2017). O evento traumático inicial, também designado de LM primária durante a fase aguda, produz perturbação mecânica na coluna vertebral, que causa compressão ou transecção da medula espinal (AHUJA et al., 2017). Esta região focal de danos prejudica neurônios e oligodendrócitos, perturba a vascularização e compromete as meninges. Juntos, esses eventos iniciam imediatamente uma cascata de lesões secundárias, o que leva a lesão da medula espinal e disfunção neurológica (AHUJA et al., 2017).

A paraplegia se refere ao comprometimento ou perda da função motora e/ou sensorial nos segmentos torácicos (T1-T12), lombar (L1-L5) e sacral (S1-S5). Na paraplegia a função motora e sensitiva dos membros superiores são preservados, mas o tronco, as pernas e os órgãos pélvicos podem estar envolvidos, isso irá depender do nível de lesão de cada indivíduo. Na tetraplegia (C1-C7) há um comprometimento na função dos braços, bem como no tronco, pernas e órgãos pélvicos, ou seja, na tetraplegia há um comprometimento nas quatro extremidades do corpo (NAS et al., 2015).

Quanto à classificação, a escala ASIA é mundialmente padronizada para avaliação do tipo de lesão. Com esta escala é possível avaliar os níveis sensitivos preservados através dos dermatômos correspondentes a cada nível, testando a sensibilidade superficial e profunda abaixo do nível de lesão. O nível motor é avaliado pelos miótomos graduando a força de cada músculo correspondente aos níveis medulares. A ASIA desenvolveu estes padrões para a classificação neurológica da LM os quais têm sido utilizados por comunidades clínicas e acadêmicas como a principal medida de desfecho neurológico em ensaios clínicos (AHUJA et al., 2017):

- a) ASIA *Upper ou Lower Extremities Motor Score* (respectivamente, UEMS e LEMS), que avaliam o componente motor através do grau força dos 10

músculos chaves;

- b) ASIA *Light touch* e *Pin prick* (respectivamente, LT e PP) que avaliam o componente sensitivo de toque leve e estímulo doloroso em 28 dermatômos de C2 a S4 ou S5;
- c) ASIA *Impairment Score* (AIS) que é usada para determinar a grau de comprometimento da LM que engloba a extensão dos filamentos remanescentes correspondentes a função sensório-motora de cada segmento, caracterizando a lesão como completa ou motora e sensitiva incompleta (KIRSHBLUM et al., 2011).

Outra forma de classificar a lesão medular é em relação à integridade de alguma estrutura após a lesão. No caso da lesão medular completa, não há conexão nervosa abaixo do nível de lesão, pois há uma secção total da medula espinhal. Porém, quando a lesão é incompleta, existem conexões preservadas, possibilitando que haja atividade motora ou sensitiva abaixo do nível de lesão (CREWE; KRAUSE, 2009).

As desordens neurológicas decorrentes da lesão medular comprometem funções motoras, sensitivas e autonômicas, acarretando em perda total ou parcial da atividade muscular voluntária, sensibilidade, funcionamento dos sistemas urinário, intestinal, respiratório, circulatório e reprodutivo. As sequelas acontecem de acordo com as vias afetadas e com a raiz nervosa acometida. A ausência ou diminuição de força muscular abaixo do nível traumatizado ocorre pela falta de inervação medular, impedindo que chegue até o músculo o comando de contração pelas inervações superiores. Isso pode ser decorrente de uma secção transversa completa interrompendo todas as vias motoras descendentes causando paralisia completa abaixo da lesão (HALL; SPRINGER, 2004; KAHLE; FROTSCHER, 2008; LEE et al., 2009; MCLACHLAN et al., 2013; VASCO; FRANCO, 2017).

Se as vias sensitivas estiverem seccionadas, haverá perda de todas as sensações abaixo da lesão. A interrupção da medula sacral é responsável pelo descontrole voluntário de micção e evacuação. Uma hemiseção à esquerda rompe os tratos corticoespinhais lateral e anterior (via piramidal), levando a paralisia do lado esquerdo. A secção das vias vasomotoras leva ao prejuízo do controle supraespinhal, justificando a paralisia vasomotora homolateral, efeitos cardiovasculares e alteração da resposta parassimpática promovendo um desequilíbrio no controle autonômico, diminuindo o tônus vascular, desencadeando frequentes hipotensões, choque

neurogênico e bradicardia (KAHLE; FROTSCHER, 2008; HAGEN, 2015).

A lesão do funículo posterior e dos tratos espinocerebelares resulta em grave disfunção da sensibilidade profunda (percepção da posição). Adicionalmente, no lado lesado, também ocorre hiperestesia, o toque é sentido como dor. O lado intacto sofre uma perda de sensibilidade abaixo do nível de lesão, leve distúrbio sensitivo tátil, com prejuízo da sensação térmica e dolorosa pela interrupção dos tratos cruzados ântero-lateral no lado lesado. A lesão da região central da medula espinal também leva a uma perda sensitiva dissociada. No nível correspondente a sensibilidade epicrítica fica preservada, uma vez que cursa no funículo posterior homolateral. Haverá ainda perda das sensações dolorosa e térmica pela interrupção das fibras nervosas que cruzam na comissura branca (KAHLE; FROTSCHER, 2005).

A fraqueza muscular é o comprometimento mais limitante causado pela lesão neurológica. Há uma limitação de atividade e diversas restrições, as quais influenciam na qualidade de vida. O déficit de força muscular leva a limitações na realização de uma série de atividades funcionais. A força de músculos chave ou de grupos musculares contribuem para a capacidade funcional. A independência funcional é associada positivamente com o pico de torque desempenhado pela musculatura utilizada para o desempenho de determinada tarefa (BEMINATO, 2004).

São 57 músculos envolvidos na marcha humana, atuando na duração e desempenho do movimento de forma seletiva. Durante a marcha, os músculos atuam sinergicamente, em diferentes momentos com níveis específicos de contração para promovê-la (WINTER, 2009; PERRY, 2005; ROSE; GAMBLE, 1998). Com isso, a fraqueza muscular pode acometer essas funções, prejudicando o ortostatismo, deambulação e locomoção, que é a função de maior influência negativa na qualidade de vida do indivíduo com lesão medular (FRANÇA, 2013).

A habilidade de manter o controle de tronco quando o indivíduo está sentado também é prejudicada pela fraqueza muscular. Nos indivíduos com lesão medular, o acometimento dos músculos utilizados para sustentar a postura em sedestação dependem do nível da lesão (LARSON, 2010).

Quanto ao tônus muscular, aumento ou diminuição também podem ser encontrados. Guyton e Hall (2017) descrevem tônus muscular como o estado de tensão leve e permanente, existente fisiologicamente nos músculos. Mesmo quando o músculo está em repouso, uma leve tensão é mantida. O tônus é gerado por dois componentes: um ativo, através da contração parcial dos músculos por meio da

atividade basal do sistema nervoso, e um passivo, fornecido pela elasticidade e turgor tecidual independente da inervação (FOSS et al., 1998; KANDEL et al., 2003).

A hipotonia é caracterizada pela diminuição do tônus muscular, comum em fase de choque medular ou lesão de cauda equina. Já a hipertonia caracteriza-se pelo aumento da resistência ao estiramento muscular passivo e dependendo da velocidade angular, havendo um aumento da responsividade dos neurônios motores alfa ao estímulo sensorial. Tais efeitos só poderão ser avaliados após o período de choque medular, o fim dessa fase é caracterizada pelo retorno do reflexo do bulbo cavernoso e cutâneo anal (YOUNG, 1994; KINGSLEY, 2001; BRASIL, 2015).

Com todos esses fenômenos e o repouso prolongado, há uma supressão do remodelamento ósseo fisiológico ocasionado pela imobilização, desuso muscular e ausência de descarga de peso corporal decorrente da morte neuronal após a lesão, predispondo o indivíduo à osteoporose, dor neuropática, atrofia e contratura muscular, inabilidade da manutenção postural e redução da funcionalidade, tornando de suma importância a ação fisioterapêutica (BASTOS; COCOLETE; NUNCIATO, 2016).

Gollie et al. (2017) constataram que indivíduos com LMi (Lesão Medular Incompleta) apresentam níveis de percepção de fadigabilidade elevados após longo período de caminhada, enquanto indivíduos saudáveis não referem estar fadigados, mesmo caminhando um período de tempo maior. O aumento do gasto energético é considerado fator determinante para limitação da marcha em longas distâncias. Bachasson et al. (2014) identificaram em um teste de caminhada de longa distância, um aumento no consumo de oxigênio de 240% em indivíduos com LMi, quando comparados a indivíduos saudáveis. A redução da capacidade oxidativa muscular associada a redução do débito cardíaco após a lesão medular, prejudicam a homeostase metabólica durante a marcha e contribuem para o maior gasto energético em indivíduos com LMi (GOLLIE, 2018). Lapointe et al. (2001) identificaram após longo período de caminhada, níveis elevados de lactato em indivíduos com LMi, quando comparados a indivíduos saudáveis. Este achado identifica um aumento da demanda muscular nestes indivíduos, sendo este também um fator contribuinte para limitação do desempenho de marcha.

O princípio da “conservação da energia” durante a marcha envolve a forma de progressão do corpo através do espaço, com o menor gasto de energia mecânica e fisiológica (GOLLIE, 2018). Para conservar energia cinética e fisiológica, o indivíduo utiliza movimentos harmônicos entre membros e tronco, visando manter um

deslocamento simétrico e de baixa amplitude do centro de gravidade, da cabeça, braços e tronco nas direções vertical e lateral (GOLLIE et al., 2017). Entretanto, indivíduos com LMi necessitam utilizar movimentos compensatórios durante a marcha, com intuito de reduzir os impactos provocados pelos danos neurológicos presentes após a lesão medular (fraqueza muscular, déficit de equilíbrio e de coordenação muscular, espasticidade, redução da sensibilidade e propriocepção) e garantir a execução da marcha (BARBEAU; NADEAU; GARNEAU, 2006). Porém, estas compensações resultam em esforço e recrutamento muscular adicional a estes indivíduos, aumentando o gasto energético durante a marcha (RYBAR et al., 2014).

Fatores centrais como a falha do sistema nervoso central em manter a taxa de disparo do motoneurônio e periféricos, como a redução da capacidade contrátil muscular, estão relacionados com a redução do recrutamento muscular em condições de fadigabilidade (CHRISTIAN et al., 2014).

1.2 INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA

A reabilitação nestes pacientes é extremamente importante. Deve ser multidisciplinar, iniciada na fase aguda evitando complicações respiratórias, do repouso prolongado e continuar com serviços especializados e diferentes abordagens terapêuticas promovendo maior sobrevivência, menor morbidade e maior qualidade de vida (MEHRHOLZ et al., 2008; VAZQUEZ et al., 2013).

A fisioterapia tem um papel indispensável na assistência aguda e crônica desses pacientes, atuando na orientação, promoção de maior nível de independência, devendo incluir como objetivo prevenção de deformidades, modulação do tônus muscular, potencialização da função muscular respiratória, utilização de diversas técnicas como treino de transferência, trocas de posturas, manuseio da cadeira de rodas, treino de equilíbrio, ortostatismo e, dentro do potencial funcional do paciente, restauração da marcha e da função dos membros inferiores beneficiando o desempenho das atividades de vida diária, e a qualidade de vida (SARTORI et al., 2008; WESSELS et al., 2010). Na lesão medular, o déficit da ativação muscular compromete muitas ações funcionais como o desenvolvimento da marcha, no entanto existem resultados animadores com técnicas fisioterapêuticas mostrando-se eficaz na melhora do prognóstico do movimento de locomoção (MONTEIRO et al., 2005).

O sistema locomotor humano é formado pelos membros inferiores e pelve. Os ciclos da marcha são eventos temporais, envolvendo velocidade, cadência e tempo de apoio. O ciclo completo é caracterizado pelo início do contato do pé com o solo, choque do calcanhar, até o contato do pé contralateral completando a passada. Durante a marcha, os músculos atuam sinergicamente, em diferentes momentos com níveis específicos de contração para promover a marcha (ROSE; GAMBLE, 1998; PERRY, 2005; WINTER, 2009). A musculatura posterior do tronco se mostra essencial nesse processo por ter a função de manter o posicionamento adequado da postura ereta (KAWANO et al. 2007).

A qualidade repetitiva da locomoção humana é controlada automaticamente por níveis baixos do sistema nervoso central, independente de intervenções de partes superiores, o padrão motor da locomoção de mamíferos é controlado a nível espinhal, redes neuronais da medula proporcionam atividades rítmicas que alternam os músculos flexores e extensores (KANDEL et al., 2003).

Portanto, um conjunto de fatores influenciam a marcha, que resulta de uma interação e organização própria dos sistemas neurais e mecânicos, além da dinâmica musculoesquelética, modulação de sistema nervoso superior e via aferente, que também é controlada pelo Gerador de Padrão Central através de uma programação baseada em um circuito espinal pré-determinado, capaz de produzir um ritmo associado à marcha (ARTHUR, 2002).

A marcha se caracteriza por uma sequência de contrações musculares que devem ocorrer no tempo e proporções adequadas para cumprir uma tarefa específica durante a locomoção (KANDEL et al., 2014). O padrão locomotor rítmico é resultante da interação entre os neurônios supraespinhais e espinais. Entretanto, conexões aferentes parecem simplificar a função locomotora (NORDIN et al., 2017). A marcha necessita de uma adequada coordenação entre os lados direito e esquerdo do corpo. Conexões entre músculos flexores e extensores dos dois dimídios corporais são mediadas pelos neurônios comissurais, os quais se encontram no corno anterior da medula espinal e cruzam a linha média corporal, inibindo ativação de músculos antagonistas ou ativando músculos sinérgicos, agindo como neurônios motores ou interneurônios (inibição recíproca) e impondo uma atividade rítmica de locomoção (KIEHN, 2016).

A fase de apoio é um período do ciclo da marcha no qual se observa uma atividade intensa da musculatura antigravitária. Músculos extensores de quadril (ex:

glúteo máximo) e extensores de joelho (quadríceps femoral) se encontram ativos para se opor à flexão do membro durante a aceitação do peso, e os flexores plantares (gastrocnêmios medial e lateral e sóleo) se encontram ativos para resistir à dorsiflexão do tornozelo com a progressão anterior do peso corporal, durante o apoio terminal. A fase de balanço é caracterizada pela ativação dos músculos flexores de quadril e joelho e dos dorsiflexores de tornozelo para avançar o membro à frente em preparação para aceitação do peso (LIEBER, 2010). Assim como a aferência sensorial e a atividade dos circuitos espinais, estruturas supraespinais (incluindo tronco encefálico, cerebelo e córtex motor) exercem um papel essencial na locomoção. Para permitir a interação das diferentes demandas da tarefa e do ambiente se faz necessária a participação do controle supraespinal, responsável por gerar o drive para a locomoção bem como para a coordenação (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2011; REISMAN; BASTIAN; MORTON, 2010). Entretanto, há evidências do controle subcortical de áreas localizadas no tronco encefálico e medula espinal para gerar movimentos complexos como postura e locomoção, por exemplo, em resposta a estímulos em níveis ideais (FONG et al., 2009).

O Gerador de Padrão Central é uma rede de neurônios que pode produzir uma atividade variada de movimentos, responsável pela automatização da marcha, isso depende do feedback dos proprioceptores e de interações nervosas superiores. Esse gerador é responsável por padrões motores rítmicos, gerados por processos inibitórios e excitatórios dos membros inferiores no decorrer dos movimentos. Há um revezamento excitatório e inibitório entre os músculos agonistas e antagonistas alternando entre os membros (GETTING, 1989; LOPES, 2011).

Nesses pacientes, há um comprometimento nesse domínio neuronal, prejudicando a modulação da ativação muscular. Porém, estudos recentes têm sugerido a existência de respostas efetivas no treinamento locomotor com suporte parcial de peso corporal, levando à melhora dos padrões locomotores (MONTEIRO et al., 2005). Associando este suporte corporal, existem alguns aparelhos utilizados na rotina fisioterapêutica com seu desempenho de forma rítmica, para treinamento locomotor e de ativação de diversos músculos recrutados na realização dessas tarefas motoras, entre eles o elíptico, a esteira e a bicicleta ergométrica (COTTA, 2013; SILVA et al., 2012).

Os treinamentos locomotores com descarga parcial de peso para indivíduos com comprometimentos neurológicos vêm sendo estudados e considerados um

importante mecanismo terapêutico com o intuito de reduzir os efeitos originados pelas alterações da lesão na medula espinhal, sendo capaz de explorar ao máximo a ativação do potencial do paciente por induzir a plasticidade neural, proporcionando o reaprendizado motor relacionado à tarefa específica. Dobkin et al. (2006), fizeram um estudo em doze semanas de treino de marcha em esteira com suspensão de peso corporal por vinte a trinta minutos, seguido de alongamento por dez minutos e marcha no solo, com dez a vinte minutos adicionais por sessão conforme tolerância. Trinta e três por cento (33% - 7/21) dos pacientes classificados como ASIA B e C, deambularam seis meses após a intervenção (WESSELS et al., 2010; DOBKIN et al., 2006; DUTRA; MOSER; MANFFRA, 2013).

Outros autores realizaram uma pesquisa com pacientes com lesão medular incompleta, classificados como ASIA C e D. Foram realizadas trinta sessões de trinta minutos de treinamento com suspensão parcial de peso corporal, alongamento passivo por trinta segundos de todos os grupos musculares dos membros inferiores, levando, aproximadamente, oito minutos no total, mobilização passiva do quadril, joelho e tornozelo por cinco minutos, posicionamento do paciente na esteira utilizando suspensor de peso corporal com estabilização da região pélvica e tronco. Foi realizada avaliação na primeira sessão para determinar velocidade, duração e porcentagem de carga suspensa durante o treino de marcha. Os treinamentos começaram com 40% do peso suspenso e foram diminuindo 10% a cada dez sessões, mantendo velocidade a critério do paciente. Foi relatado diferença estatisticamente significativa para parâmetros cinemáticos de marcha. Houve melhora das variáveis espaço-temporais, de velocidade, distância percorrida, cadência, comprimento de passo, tempo de ciclo de marcha e tempo de fase de balanço (LUCARELI et al., 2011).

Os exercícios locomotores são baseados na atividade neural padronizada. Processo através do qual o sistema nervoso central desenvolve a sua estrutura e função no crescimento humano. A repetição contínua de movimento pode ajudar a criar este padrão neural no cérebro e na medula espinhal. Além disso, o reaprendizado de uma tarefa motora específica pode ser fornecido pelos estímulos repetitivos quando a entrada do cérebro é limitada (MC DONALD et al., 2002; FERREIRA et al., 2003).

Como exemplo, pode-se citar o estudo de Burnfield et al. (2018) que buscou quantificar os efeitos do treinamento elíptico motor-assistido na marcha e na aptidão física de uma criança de 12 anos com paralisia cerebral. O paciente participou de 24

sessões de exercícios de Elíptico de Reabilitação Assistiva Inteligentemente Controlada de intensidade moderada a vigorosa. Melhorias no condicionamento físico foram evidenciadas clinicamente ao longo das sessões pela capacidade da criança de treinar por períodos mais longos, em velocidades mais rápidas e ao substituir a assistência motora. Após a intervenção, a criança andou mais rápido com maior estabilidade e resistência e completou mais rapidamente o teste *Time Up and Go* modificado.

O treino de marcha na esteira com suspensão parcial de peso corporal (SPPC) é uma técnica, que está sendo utilizada com eficácia em indivíduos com disfunções neurológicas. O sistema de suspensão reduz a força resultante entre a força gravitacional e a força de suspensão, diminuindo a carga sobre o aparelho musculoesquelético e facilitando a marcha e o controle de tronco (GOLLIE, 2018).

Além do mais, o treino de marcha na esteira promove movimentos rítmicos semelhantes à marcha normal, melhorando a independência funcional do indivíduo. Entretanto, a influência do treino de marcha na esteira com a utilização do SPPC associada ao treino de fortalecimento muscular, no que se refere à força muscular, ao equilíbrio e parâmetros espaço-temporais da marcha ainda não está bem esclarecida na literatura (PÉREZ-NOMBELA et al., 2017).

O treino de marcha na esteira com suporte de peso corporal em pacientes com LM incompleta pode ser um importante aliado na reabilitação motora, principalmente por meio da plasticidade neural, o que proporciona o aprendizado de um novo padrão de marcha. Esse aprendizado depende de inputs sensoriais específicos, associados com o desempenho de uma tarefa motora e a prática repetitiva dessa tarefa (GOLLIE, 2018).

Mas, além da esteira existem outros diversos aparatos utilizados pelos profissionais da área que carecem de comprovação científica. Uma pesquisa interessante realizada por Borin et al. (2018), buscou exatamente isso, comparar os níveis de ativação muscular dos principais músculos envolvidos na marcha durante a deambulação, com suporte de peso corporal na esteira e também no andador em piso fixo em pacientes lesados medulares incompletos. Participaram 11 pacientes lesados medulares incompletos que foram submetidos a duas modalidades de treino de marcha com suporte de peso corporal, a primeira na esteira (em duas diferentes velocidades: 1 e 4 km/h) e a segunda no andador em piso fixo. Como resultado os autores observaram que o treinamento de marcha com suporte de peso corporal

mostrou maior ativação muscular no reto femoral, vasto lateral, vasto medial e glúteo máximo em treinamento na esteira quando comparada ao treinamento de marcha em andador em indivíduos com lesão medular incompleta.

Seguindo esta mesma abordagem, um aparelho amplamente utilizado na clínica é o Elíptico. Este é um aparelho simulador de caminhada, podendo também ser utilizado para esse fim, vantajoso nesta modalidade pela redução do impacto nas articulações, beneficiando indivíduos com equilíbrio prejudicado, tendo em vista que os pés permanecem em contato contínuo com a superfície de suporte (BURNFIELD et al., 2010). Ainda assim, são escassos os estudos que abordam a reabilitação com este tipo de instrumento (COTTA, 2013).

O elíptico proporciona um treinamento com movimento cíclico alternando os membros inferiores através de um sistema de alavancas e eixos deslizantes. Quando comparado com a marcha em esteira, estudos sugerem que o elíptico reduz a pressão plantar na fase de contato do calcanhar (BURNFIELD et al., 2007), além de reduzir o impacto do pé com a superfície de contato, aumentar o envolvimento muscular, e através do aumento da fase de contato poder auxiliar melhor indivíduos com déficit de equilíbrio (COTTA, 2013).

Burnfiel et al. (2010) relataram que durante a utilização do elíptico, o tronco, quadril e joelho mantêm um grau de flexão maior, indicando uma ativação muscular superior de glúteo e vasto lateral, se comparado com a marcha em solo (BURNFIELD et al. 2010). Outros autores também relataram influência na ativação muscular, relatando que o músculo reto-femoral mantêm um grau de contração maior e mais prolongada quando comparado com outras modalidades de treinamento de membros inferiores (PROSSER et al., 2011). Ainda, Cotta (2013) indica o elíptico como um bom instrumento para treinamento de marcha, sendo viável na ativação muscular dos membros inferiores, porém o efeito do elíptico sobre a força muscular ainda não é evidente.

Jackson, Merriman e Campbell (2010) avaliaram a viabilidade de utilizar o elíptico não motorizado para melhorar a capacidade funcional do andar em indivíduos que sofreram AVE há mais de seis meses, considerados crônicos. Eles concluíram que o treinamento neste equipamento foi viável e seguro, podendo ser usado para a reabilitação de indivíduos com AVE crônicos. Burnfield et al. (2010) encontraram aumento da ativação dos músculos vasto lateral e glúteo máximo durante o elíptico. Segundo esses autores, o aumento da atividade muscular de glúteo máximo e vasto

lateral não foi inesperado, pois durante o treinamento do elíptico a perna apresentou maior flexão e o aumento da atividade dos extensores vem justamente para estabilizar a perna.

Além do elíptico, a bicicleta ergométrica, utilizada na rotina da reabilitação motora, também pode ser um meio de treinamento e recrutamento muscular. Há movimento dos joelhos durante a pedalada, sendo a extensão o mais impactante, considerando que a flexão do joelho é passiva por não ter maiores ativações dos flexores (SILVA et al., 2012). A variação das pedaladas é composta por duas fases sendo a ascendente, quando os pedais se deslocam de baixo para cima, e descendente, onde o deslocamento do pedal acontece de cima para baixo, incidindo com a maior potência (SILVA et al., 2012).

O exercício com bicicleta pode ser utilizado para ativação e reforço muscular, também realizada de forma rítmica e alternada entre os pedais. Na fase descendente há ativação dos músculos: glúteo máximo, glúteo médio, vasto intermédio, vasto lateral, vasto medial, reto femoral, gastrocnêmio e sóleo, com extensão de quadril e joelho. Já na fase denominada ascendente, se ativam os músculos ilíacos, isquiotibiais e tibial anterior com consequente flexão do quadril e joelho (FERMINO, 2008).

Ademais, pesquisadores sugerem que a bicicleta oferece efeitos além do recrutamento muscular. Geralmente utilizado como forma de aquecimento antes dos exercícios físicos em outras populações estudadas, autores relatam aumento da flexibilidade muscular de isquiotibiais (YNOUE et al., 2007).

Gannuny et al. (2012), utilizaram a bicicleta em seu estudo com gestantes por ser considerada um interessante recurso para aumentar a qualidade assistencial ao paciente, é segura quanto ao risco de danos físicos e traumas acidentais, podendo melhorar a capacidade aeróbica além de contribuir para o bem-estar físico e qualidade de vida.

A bicicleta ergométrica, também pode ser um meio de treinamento e recrutamento muscular. Há movimento dos joelhos durante a pedalada, sendo a extensão o mais impactante, considerando que a flexão do joelho é passiva por não ter maiores ativações dos flexores (SILVA et al., 2012).

Prosser et al. (2011) buscaram comparar a cinemática, coordenação e variabilidade dos membros inferiores durante quatro tarefas locomotoras: caminhada no solo, caminhada em esteira, treinamento elíptico e ciclismo estacionário em 10

adultos. Os padrões de atividade muscular dos músculos reto femoral e semitendinoso foram comparados, onde observaram que a ativação do músculo reto femoral durou mais e teve maior intensidade no elíptico, e mostrou maior coativação entre o reto femoral/semitendinoso no elíptico em relação a todas as outras condições. Ao analisar a atividade eletromiográfica dos músculos reto femoral e semitendinoso durante o andar no solo, esteira e elíptico, não foi encontrada diferença no tempo de ativação do músculo semitendinoso ao comparar o andar no solo e esteira (PROSSER et al., 2011). O treino em indivíduos com lesão neurológica como AVE resulta em atividade muscular excessiva. Prosser et al. (2011) acreditam que esse treino pode ser mais efetivo se a coativação antagonista for minimizada. Não observaram isso no andar na esteira e elíptico. No aparelho elíptico, a ativação do reto femoral foi a mais alta e a coativação do reto femoral/ semitendinoso apresentou também os maiores valores.

1.3 ELETROMIOGRAFIA

A eletromiografia é uma representação do controle motor do sistema muscular através da colocação dos eletrodos nas unidades motoras e captação da atividade elétrica. A análise eletromiográfica é utilizada não só para verificar a atividade muscular, mas permite determinar os períodos a coativação da musculatura agonista e antagonista, podendo avaliar a atividade para função, contração e aprendizagem (DYER et al., 2011; PROSSER et al., 2011).

O sinal de eletromiografia é originado na atividade elétrica da placa motora. Com isso, o sinal da eletromiografia é gerado pela união dos potenciais das ativações das unidades motoras que são recrutadas concomitantemente, resultando o traçado de interferências (WINTER, 1991; COTTA, 2013).

Alguns fatores podem interferir no sinal eletromiográfico como a localização do eletrodo, espaço entre eles, tecido adiposo em cima do músculo, temperatura, entre outros. Ainda assim, os eletrodos de superfície demonstram mais efetividade na detecção da atividade de músculos superficiais, assim como consegue avaliar uma área maior de unidade motora muscular, não sendo sua finalidade mensuração de força muscular (WINTER, 1991; COTTA, 2013).

A eletromiografia é um método de avaliação mais objetivo sobre a existência de ativação de determinada unidade muscular durante as atividades motoras. Cotta

(2013) expõe ser importante poder quantificar as diferenças nas ações musculares nas diferentes atividades possibilitando auxiliar os profissionais e pesquisadores a eleger o treino específico de acordo com o objetivo e finalidade terapêutica. Por exemplo, Burnfield et al. (2010) utilizaram a eletromiografia para comparar a cinemática articular e a ativação muscular de glúteo máximo, glúteo médio, bíceps femoral, semitendinoso, vasto lateral, gastrocnêmios, sóleo e tibial anterior, registrada durante a caminhada e o treinamento elíptico para fornecer dados baseados em evidências para orientar a tomada de decisão clínica. Para tanto usaram quatro diferentes aparelhos elípticos buscando identificar diferenças que possam auxiliar na tomada de decisão quanto ao mais adequado, porém os autores apresentaram resultados semelhantes entre as modalidades através da eletromiografia.

Já Silveira (2017) e colaboradores realizaram um estudo que teve por objetivo analisar o efeito imediato de uma sessão de exercícios do método Pilates sobre o padrão de co-contração (agonista/antagonista) dos músculos superficiais (iliocostal lombar e reto abdominal) e profundos (oblíquo interno e multífido) do tronco em indivíduos com e sem dor lombar durante teste de resistência muscular localizada. Eles coletaram os sinais eletromiográficos dos músculos: oblíquo interno, multífido lombar, iliocostal lombar e reto abdominal. Com a eletromiografia concluíram que em uma sessão de treinamento com exercícios do método utilizado no estudo foi capaz de reduzir a co-contração entre os músculos do tronco (SILVEIRA et al., 2018).

Ainda dentro da eletromiografia, há um recurso a fim de dar um retorno do desempenho do indivíduo. O Biofeedback eletromiográfico é um instrumento eletrônico que fornece uma informação (feedback) a um indivíduo sobre uma função ou resposta fisiológica (BATISTTELLA; SAAD, 1997).

Este dispositivo permite detectar ou retroalimentar os sinais mioelétricos provenientes de unidades motoras das membranas dos músculos, resposta à sua ativação (BATISTTELLA; SAAD, 1997).

Para favorecer a neuroplasticidade dos circuitos neuronais em indivíduos com LM, é sugerido que a reabilitação seja focada na exploração e estimulação desses circuitos, tanto a nível espinal como a nível supraespinal. Além disso, os protocolos de reabilitação devem incorporar o treino específico da tarefa uma vez que a plasticidade neural é tarefa-dependente e dependente do uso (HUBLI; DIETZ, 2013), além de utilizar de forma apropriada o nível de excitabilidade necessário para ativar circuitos locomotores (FONG et al., 2009). Sabe-se que o controle do movimento

necessita da regulação adequada do nível de ativação das redes neurais bem como do gerenciamento de como estas redes serão coordenadas. Uma vez que na LM este controle se torna difícil, estratégias de estimulação que aumentem a excitabilidade dos circuitos locomotores bem como técnicas de treinamento baseada em tarefa específica que possam reestabelecer esta coordenação funcional podem ser efetivos para recuperar a habilidade de dar passos (FONG et al., 2009).

Nesse sentido, o biofeedback é uma ferramenta que realiza o monitoramento para ajudar pacientes a controlar de forma consciente processos internos, podendo ser útil no processo de reabilitação de pacientes após lesão. A sua utilização pode ter como meta o fortalecimento de grupos musculares, melhora da coordenação muscular e redução de espasticidade (SHERMAN, 2002).

Diversos são os estudos que utilizam deste recurso como método avaliativo. Avaliando a eficiência das técnicas para o fortalecimento muscular dos membros superiores, através do uso de exercícios convencionais para fortalecimento muscular, uso do biofeedback motor e a realização da estimulação muscular com a eletroestimulação neuromuscular, Takami et al. (2012), conclui que todas as técnicas são capazes de promover o fortalecimento muscular com repercussões positivas para o paciente, não havendo diferenças estatisticamente significante entre elas. Desta maneira, é possível demonstrar que o fisioterapeuta é capaz de promover o fortalecimento muscular do paciente com lesão medular com todas as técnicas estudadas se proporcionar resultados satisfatórios ao indivíduo.

Já Munho (2008) e colaboradores, utilizaram este recurso do eletromiógrafo para verificar a influência do fibular longo no arco longitudinal, e verificar qual dos dois recursos era mais eficaz para o recrutamento muscular: o biofeedback ou a eletroestimulação neuromuscular. E após as etapas metodológicas sugeriram com seus resultados que, para a amostra estudada, o músculo fibular longo teve ação na elevação do arco plantar e que o tratamento com biofeedback eletromiográfico terapêutico foi mais efetivo em comparação à eletroestimulação.

A modulação pela aferência sensorial do sinal EMGs de músculos abaixo da lesão foi demonstrada em indivíduos com LMC em resposta à descarga de peso corporal durante ortostatismo (REJC et al., 2017; EDWARDS; LAYNE, 2007). No estudo de Edwards e Layne (2007), foi apresentado um aumento na amplitude do sinal EMGs nos músculos da perna em resposta à realização de protocolo de treino de ortostatismo e treino de transferência voluntária da postura sentada para de pé, com

descarga de peso corporal sobre os MMII em indivíduos com LMC (EDWARDS; LAYNE, 2007). Da mesma forma, Rejc, Angeli e Harkema (2015) demonstraram que a estimulação epidural lombossacra associada à aferência sensorial pelos receptores de carga durante a manutenção da postura de pé foram capazes de modular o sinal EMGs (REJC; ANGELI; HARKEMA, 2015), ratificando a importância da projeção de informação aferente relacionada à carga para a medula espinal, para a modulação e geração do sinal EMGs nesses indivíduos.

A literatura mostra diversos estudos utilizando o método Biofeedback eletromiográfico como uma ferramenta útil e efetiva. Zago (2018) e outros pesquisadores descreveram uma proposta de protocolo de treinamento com uso do biofeedback, para os músculos extensores do punho, com objetivo de aumentar o desempenho e aprendizado após a execução de uma tarefa com variação de cargas. Ao término da pesquisa, relatam ser possível observar que, após a realização do programa de treinamento em rampa, realizado com biofeedback, o indivíduo estudado apresentou maior controle da força dos músculos extensores do punho, avaliado pela tarefa proposta, confirmando suas hipóteses iniciais de que o protocolo baseado em biofeedback influencia no aprendizado da tarefa (OLIVEIRA et al., 2011).

Portanto, visto que a) existe uma alta incidência de lesados medulares incompletos com alterações significativas na marcha, b) a literatura carece de informações a respeito de quais aparatos utilizados na clínica proporcionam uma maior ativação muscular, c) o elíptico e a bicicleta ergométrica são muito utilizados por profissionais da área de neuroreabilitação e que d) a eletromiografia associado ou não ao feedback pode ser considerada uma boa ferramenta avaliativa, o principal objetivo deste estudo foi verificar o padrão de ativação muscular dos músculos vasto medial, glúteo médio, tibial anterior e paravertebrais durante os exercícios com elíptico e bicicleta ergométrica com e sem biofeedback eletromiográfico em indivíduos com lesão medular incompleta.

Cabe salientar que compreender o padrão de ativação muscular durante as modalidades utilizadas neste estudo com a população selecionada, torna-se de suma importância permitindo quantificar as funções musculares e, com isso, prescrever de forma mais adequada os exercícios para atingir as metas terapêuticas. Considerando ainda, que o problema deste estudo é originado de dúvidas da prática clínica, levando em conta que a bicicleta e o elíptico são aparelhos muito utilizados na rotina das intervenções fisioterapêuticas.

2 OBJETIVO

Verificar o padrão de ativação muscular dos músculos vasto medial, glúteo médio, tibial anterior e paravertebrais durante os exercícios com elíptico e bicicleta ergométrica com e sem biofeedback eletromiográfico em indivíduos com lesão medular incompleta.

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. D.; VICTOR, M.; ROPPER, A. H.; DAROFF, R. B. **Principles of neurology**. [S.l.]: LWW, 1997.

AHUJA, C. S. et al. Traumatic spinal cord injury. **Nature Reviews Disease Primers**, v. 3, n. 2, p. 17018, 2017.

ANDRADE, Valéria Sousa de et al. Participação social e autonomia pessoal de indivíduos com lesão medular **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 72, p. 241-7, 2019.

ARRUDA, Daiana Gonçalves. **Avaliação e tratamento de uma paciente com lesão medular Torácica 12**: um estudo de caso. 2017. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017. <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24910>.

BACHASSON, D.; TEMESI, J.; BANKOLE, C.; LAGRANGE, E. Assesement of quadriceps strength, endurance and fatigue in FSHD and CMT: Benefits and limits of femoral nerve magnetic stimulation. **International Federation of Clinical Neurophysiology**, v. 125, n. 2, p. 396-405, 2014.

BARBEAU, H.; NADEAU, S.; GARNEAU, C. Physical Determinants, Emerging Concepts, and Training Approaches in Gait of Individuals with Spinal Cord Injury. **Journal of Neurotrauma**, v. 23, n. 3, p. 571-85, 2006.

BASTOS, Naiara Ferreira Pereira; COCOLETE, Vivian Escandola; NUNCIATO, Ana Claudia. Avaliação estática postural em pacientes apos lesão medular. **Revista Brasileira Multidisciplinar (ReBram)**, v. 22, n. 3, p. 53-63, 2019.

BATISTA, Kamilla Gomes et al. Comparação da incapacidade percebida e independência funcional em indivíduos com lesão medular atletas e não atletas. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 26, p. 433-8, 2019.

BORIN, Jéssica Saccol et al. Vantagem na ativação muscular na marcha com suporte de peso corporal em lesados medulares. **Fisioterapia em Movimento**, v. 31, 2018.

CARVALHO, Joyce Karoline Friosi de et al. Efeitos combinados da fisioterapia e terapia robótica no equilíbrio e velocidade da marcha em pacientes com lesão medular incompleta. **Acta Fisiátrica**, v. 26, n. 3, p. 130-3, 2019.

CARVALHO, Juliana Aparecida Belintani et al. Treinamento do Equilíbrio e da Marcha na Esteira Ergométrica com Suporte Parcial de Peso Corporal Associado ao Fortalecimento Muscular em Pacientes com Disfunções Neurológicas. **Revista Equilíbrio Corporal e Saúde**, v. 9, n. 1, p. 27-31, 2018.

CHISHOLM, Amanda E. et al. Plasticidade cortical de curto prazo associada à aprendizagem por feedback-erro após treinamento locomotor em um paciente com lesão medular incompleta. **Fisioterapia**, v. 95, n. 2, p. 257-66, 2015.

CHRISTIAN, R.J. et al. Peripheral fatigue is not critically regulated during maximal, intermittent, dynamic leg extensions. **Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 9, p. 1063-73, 2014.

CLARES, Jorge W. Bezerra; GUEDES, Maria V. Cavalcante; FREITAS, Maria Célia de. Construção de diagnósticos de enfermagem para pessoas com lesão medular em reabilitação. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 55, 2021.

CLARES, Jorge Wilker Bezerra et al. Terminologia especializada de enfermagem para o cuidado à pessoa com lesão medular. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 53, 2019.

COTTA, Rejane Ferreira. **Comparação biomecânica da marcha em esteira rolante e elíptico em adultos jovens, idosos e adultos que sofreram de acidente vascular encefálico**. Dissertação (Mestrado). Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo São Paulo: USP, 2013, 89 páginas. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/39/39132/tde-20052013-133930/publico/Dissertacao_Corrigida_RejaneCotta.pdf.

CUSTÓDIO. O. R. N. et al. Lesão medular no centro de reabilitação e readaptação Dr. Henrique Santillo. **Coluna/ Columna**, v. 8. n.3, p. 265-8, 2009.

DAMIANO, Diane L. et al. Comparison of elliptical training, stationary cycling, treadmill walking and overground walking. **Gait & posture**, v. 34, n. 2, p. 260-4, 2011.

DONATI, A. R. et al. Long-term training with a brain-machine interface-based gait protocol induces partial neurological recovery in paraplegic patients. **Scientific Reports**, v. 6, p. 30383, 2016.

DORNELES, Jefferson Rodrigues. **Influência da marcha na fatigabilidade muscular de indivíduos com lesão medular incompleta comparados a controle pareados**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Reabilitação) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

EDWARDS, L. C.; LAYNE, C. S. Effect of dynamic weight bearing on neuromuscular activation after spinal cord injury. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, LWW, v. 86, n. 6, p. 499-506, 2007.

Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. **Journal of Physiology**, n. 5861, p. 11–23, 2008.

FARIA, Mayara Cordeiro. Qualidade de vida na lesão medular traumática: uma revisão de literatura. **Escola de Saúde de Goiás**, v. 5 n. 3, supl. 3, 2019.

FIELD-FOTE, Edelle C.; ROACH, Kathryn E. Influência de uma abordagem de treinamento locomotor na velocidade de caminhada e distância em pessoas com lesão medular crônica: um ensaio clínico randomizado. **Fisioterapia**, v. 91, n. 1, p. 48-60, 2011.

FONG, A.J. et al. Recovery of control of posture and locomotion after a spinal cord injury: solutions staring us in the face. **Progress in brain research**, v. 175, p. 393-418, 2009.

FONSECA, Mylena Gonçalves et al. Efeitos da imagética motora no membro superior parético após lesão medular traumática: relato de caso. **Revista Neurociências**, v. 29, p. 1-12, 2021.

GILL, M. L. et al. Neuromodulation of lumbosacral spinal networks enables independent stepping after complete paraplegia. **Nature Medicine**, p. 1, 2018.

GOLLIE, J.M. et al. Fatigability, oxygen uptake kinetics and muscle deoxygenation in incomplete spinal cord injury during treadmill walking. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 10, p. 1989-2000, 2017.

GOLLIE, J.M. Fatigability during volitional walking in incomplete spinal cord injury: cardiorespiratory and motor performance considerations. **Neural Regeneration Research**, v. 13, n. 5, p. 786–90, 2018.

GRASMÜCKE, D. et al. Against the odds: what to expect in rehabilitation of chronic spinal cord injury with a neurologically controlled hybrid assistive limb exoskeleton. a subgroup analysis of 55 patients according to age and lesion level. **Neurosurgical Focus**, v. 42, n. 5, p. E15, 2017.

HUBLI, M.; DIETZ, V. The physiological basis of neurorehabilitation-locomotor training after spinal cord injury. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v. 10, n. 1, p. 5, 2013.

JACKSON, K.; MERRIMAN, H.; CAMPBELL, J. Use of an elliptical machine for improving functional walking capacity in individuals with chronic stroke: A case series. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, v. 34, p.168-74, 2010.

JILGE, B.; MINASSIAN, K.; RATTAY, F.; DIMITRIJEVIC, M.R. Frequency-dependent selection of alternative spinal pathways with common periodic sensory input. **Biological cybernetics**, v. 91, n. 6, p. 359-76, 2004.

JÚNIOR, Eduardo Linden et al. Avaliação da estabilidade postural na cadeira de rodas em indivíduos com lesão medular traumática. **Fisioterapia em Ação-Anais eletrônicos**, p. 51-58, 2017.

KANDEL, E.; SCHWARTZ, J.; JESSELL, T.; SIEGELBAUM, S.; HUDSPETH, A. **Princípios de Neurociências**. 5. ed. São Paulo: AMGH, 2014.

KIEHN, O. Decoding the organization of spinal circuits that control locomotion. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 17, n. 4, p. 224, 2016.

KIRSHBLUM, S. C. et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). **The journal of spinal cord medicine**, v. 34, n. 6, p. 535-46, nov. 2011.

KURZ, M. J. et al. Overground body-weight-supported gait training for children and youth with neuromuscular impairments. **Physical & Occupational Therapy In Pediatrics**, v. 33, p. 353-365, 2013.

LEMOS, Janaína da Silva Lins; CASTRO, Leticia Guimarães. **Avaliação da qualidade de vida de indivíduos com sequelas de lesão medular atendidos em um centro de reabilitação**. Pernambuco: Faculdade Pernambucana de Saúde, 2017.

LIEBER, R. **The physiological basis of rehabilitation**: skeletal muscle structure, function, & plasticity. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.

LOPOINTE, R.; LAJOIE, Y.; SERRESSE, O.; BARBEAU, H. Functional community ambulation requirements in incomplete spinal cord injured subjects. **Spinal Cord**, v. 39, p. 327-35, 2001.

MACEDO, Felipe Soares et al. Novas perspectivas de fisioterapia respiratória em lesão medular-uma revisão sistemática. **Acta Paulista de Enfermagem**, v. 30, p. 554-64, 2017.

MARI, Karina Lourenço da Silva et al. Técnicas fisioterapêuticas utilizadas na reabilitação de pacientes com lesão medular: estudo de revisão. **Connection Line-Revista Eletrônica do Univag**, n. 20, p. 46-56, 2019.

MINASSIAN, K.; PERSY, I.; RATTAY, F.; DIMITRIJEVIC, M. Peripheral and central afferent input to the lumbar cord. Biocybernetics and Biomedical Engineering. **Polish Scientific Publishers**, v. 25, n. 3, p. 11, 2005.

MOSER, Gelson Aguiar da Silva et al. O cuidado em saúde no ambiente hospitalar: interferência na reabilitação da pessoa com lesão medular. **Revista Enfermagem Atual In Derme**, v. 93, n. 31, 2020.

MURILLO, N. et al. Recovery of assisted overground stepping in a patient with chronic motor complete spinal cord injury: a case report. **Neuro Rehabilitation**, v. 31, n. 4, p. 401-7, 2012.

NAS, Kemal *et al.* Rehabilitation of spinal cord injuries. **World Journal of Orthopedics**, v. 6, n. 1, p. 8-16, 2015.

NOGUEIRA, Fernanda Natacha Rufino. **Estimulação magnética transcraniana repetitiva combinada ao treino de marcha em esteira com suspensão parcial**

do peso corporal na recuperação da marcha em pacientes com lesão medular incompleta crônica. Dissertação [Mestrado]. Universidade Federal de Pernambuco, 2019.

NORDIN, A.D. et al. Biomechanics and neural control of movement, 20 years later: what have we learned and what has changed? **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 91, 2017.

NSCISC. National Spinal Cord Injury Statistical Center. **Annual Reports Spinal Cord Injury Model Systems.** Birmingham: NSCISC, 2017.

NSCISC. National Spinal Cord Injury Statistical Center. **Complete public version of the 2016 annual statistical report for the spinal cord injury model systems.** Birmingham: NSCISC, 2016.

PÉREZ-NOMBELA, S. et al. Modular control of gait after incomplete spinal cord injury: differences between sides. **Spinal Cord**, v. 55, n. 1, p. 79-86, 2017.

POETA, Felipe da Rocha. **Efeitos do treinamento de força em paciente com lesão medular:** um estudo de caso. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, 2016.

PROSSER, A.L. et al. Comparison of elliptical training, stationary cycling, treadmill walking and overground walking. Electromyographic patterns. **Gait and Posture**, v. 33, p. 244-50, 2011.

REISMAN, D.S.; BASTIAN, A.J.; MORTON, S.M. Neurophysiologic and rehabilitation insights from the split-belt and other locomotor adaptation paradigms. **Physical Therapy**, v. 90, n. 2, p. 187-95, 2010.

REJC, E.; ANGELI, C. A.; BRYANT, N.; HARKEMA, S. J. Effects of stand and step training with epidural stimulation on motor function for standing in chronic complete paraplegics. **Journal of Neurotrauma**, v. 34, n. 9, p. 1787-802, 2017.

REJC, E.; ANGELI, C.; HARKEMA, S. Effects of lumbosacral spinal cord epidural stimulation for standing after chronic complete paralysis in humans. **PloS one**, v. 10, n. 7, p. e0133998, 2015.

REZENDE, Lucas Pereira Ferreira de. **Desenvolvimento de uma estação de treinamento muscular para cadeirantes.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1222>.

ROSA, Marlene Cristina Neves; FAUSTINO, Raquel. **Fisioterapia Neurológica:** Aula prática sobre Lesão Vertebro-Medular. 2018.

SABINO, Suzana da Rocha. **Dor neuropática em pacientes com lesão medular**. Monografia (Graduação) - Faculdade de Ciências da Saúde, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2016.

SCHUBERT, M.; CURT, A.; JENSEN, L.; DIETZ, V. Corticospinal input in human gait: modulation of magnetically evoked motor responses. **Experimental brain research**, v. 115, n. 2, p. 234-46, 1997.

SCIVOLETTO, G. et al. Plasticity of spinal centers in spinal cord injury patients: new concepts for gait evaluation and training. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, v. 21, n. 4, p. 358-65, 2007.

SENTHILVELKUMAR, T. et al. Comparison of body weight-supported treadmill training versus body weight-supported overground training in people with incomplete tetraplegia: a pilot randomized trial. **Clinical Rehabilitation**, p. 1-8, Jun. 2014.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. **Motor Control**. 4th international ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2011.

SILVA, Adria Rafaela Barbosa et al. Atuação da fisioterapia no tratamento de lesões por pressão: revisão de literatura. **Revista CPAQV-Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida**, v. 11, n. 1, p. 2, 2019.

SILVA, Janaina Barbosa da; RODRIGUES, Maria Cristina Soares. Lesão por pressão em indivíduos com lesão medular: fatores de risco na reabilitação neurológica. **Rev Rene**, v. 21, p. e44155, 2020. DOI: 10.15253/2175-6783.20202144155.

SILVA, V.G., JESUS, C.A.C. Características biopsicossociais associadas a pacientes com dor neuropática por lesão medular traumática. Relato de casos. **Revista Dor**, v.16, n.3, p. 235-9, Set. 2015.

SIMÃO, Camila Rocha. Atividade eletromiográfica como ferramenta para identificar preservação de vias aferentes e eferentes em indivíduos com lesão medular completa e crônica. Tese (Doutorado em Fisioterapia) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SOUSA, Samer Augusto de et al. A Eficácia da Eletroestimulação Funcional Associada à Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva em um Paciente com Lesão Medular. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 22, n. 1, p. 17-21, 2018.

TAKAMI, M.P. et al. Lesão medular: reabilitação. **Acta Fisiatria**, v.19, n. 2, p. 90-8, 2012.

THOLL, Adriana Dutra et al. Potências-limites no cotidiano da adesão à reabilitação de pessoas com lesão medular e suas famílias. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 29, 2020.

THOMAS, Florian Patrick; DE ARAÚJO, Davi Farias. Manuseio da disreflexia autonômica em pacientes com lesões medulares. **Lesões medulares clínicas e experimentais**, p. 125, 2016.

WAGNER, F.B. et al. Targeted neurotechnology restores walking in humans with spinal cord injury. **Nature**, v. 563, n. 7729, p. 65, 2018.

WEINBERG, D.S. et al. Risk factors for pulmonary complication following fixation of spine fractures. **Spine Journal**, v. 17, n. 10, p. 1449-56, 2017.

ZATORSKI, Nathália. Fortalecimento muscular no paciente com lesão medular em nível cervical. **Revista Renovare de Saúde e Meio Ambiente**, 7, v 3, p. 281-90, 2020.

Comparação da Atividade Muscular em Bicicleta Ergométrica e Elíptico em Indivíduos com Lesão Medular Incompleta

Priscila Paula dos Santos – Autora

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre/RS

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

E-mail: priscilads@ufcspa.edu.br

Concepção, análise e interpretação dos dados, redação do manuscrito.

Douglas Haselstrom – Colaborador

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre/RS

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

E-mail: douglashaselstrom@gmail.com

Thalita dos Santos Rocha – Colaboradora

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre/RS

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

E-mail: thalita_keil@hotmail.com

Franciele Zardo – Colaboradora

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre/RS

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

E-mail: francielez@ufcspa.edu.br

Jéssica Saccol Borin Aita – Colaboradora

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre/RS

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

E-mail: jessicasb@ufcspa.edu.br

Fernanda Cechetti – Orientadora

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre/RS

Departamento de Fisioterapia e Pesquisadora pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

E-mail: fernandacec@ufcspa.edu.br

Críticas intelectuais importantes sobre o conteúdo, aprovação final da versão a ser publicada.

Resumo

Introdução: A lesão medular é causada por qualquer processo lesivo na medula espinhal, gerando perda de força muscular, prejudicando o ortostatismo e deambulação. O elíptico e a bicicleta ergométrica são aparelhos utilizados na reabilitação destes indivíduos. Entender o padrão de ativação muscular gerado por estes métodos torna-se importante para responder dúvidas advindas da prática clínica. **Objetivo:** Verificar o padrão de ativação muscular dos músculos vasto medial, glúteo médio, tibial anterior e paravertebral durante os exercícios com elíptico e bicicleta ergométrica com e sem biofeedback eletromiográfico em indivíduos com lesão medular incompleta. **Metodologia:** Estudo transversal do tipo *crossover*, inscrito no *Clinical Trials* sob o registro NCT05118971. Os indivíduos foram divididos em dois grupos: lesão medular incompleta (GLM, n=11) e grupo de indivíduos sem lesão medular (GR, n=7). Ambos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e responderam a ficha de identificação. Os indivíduos do grupo GLM foram avaliados quanto à funcionalidade através da Medida de Independência Funcional (MIF), classificação da lesão pela *American Spinal Injury Association* (ASIA) e o tônus muscular pela escala Ashworth modificada. Os dois grupos foram randomizados e divididos em quatro subgrupos: grupo elíptico (GE), grupo elíptico + biofeedback (GEB), grupo bicicleta (GB) e grupo bicicleta + biofeedback (GBB). Foi verificada a atividade muscular com eletromiografia dos músculos paravertebral, vasto medial, glúteo médio e tibial anterior unilateral, comparando a ativação muscular durante os exercícios de bicicleta ergométrica, elíptico e adicionando biofeedback em ambas as modalidades. O intervalo entre as avaliações na bicicleta e elíptico foi de 7 dias. **Resultados:** Houve maior ativação do tibial anterior na bicicleta em comparação às outras modalidades em indivíduos com LMI (GLM). O biofeedback não ofereceu diferença em nenhum dos grupos. Nos indivíduos sem lesão (GR) o vasto medial foi o músculo mais ativado em todas as modalidades, sendo mais ativado no elíptico. O tibial anterior foi mais ativado na bicicleta nesse mesmo grupo. **Conclusão:** Este estudo mostrou que o elíptico e a bicicleta, equipamentos que já são utilizados na rotina clínica, são seguros e eficazes no recrutamento das musculaturas estudadas, com maior destaque para o Tibial Anterior na bicicleta e o Vasto Medial no elíptico, encorajando a continuidade do seu uso pelos profissionais da reabilitação quando o objetivo for trabalhar as musculaturas envolvidas na marcha.

Palavras-chave: Fisioterapia, Eletromiografia, Atividade Motora, Lesões da Medula Espinhal.

INTRODUÇÃO

A lesão medular (LM) é causada por qualquer processo lesivo na medula espinhal prejudicando sua função, gerando perda de força muscular e déficit no ortostatismo (Mari et al., 2019; Bastos & Nunciato, 2016). Na lesão medular do tipo incompleta, o déficit da ativação muscular compromete muitas ações funcionais, como por exemplo o desenvolvimento da marcha. Cabe ressaltar que devido ao envolvimento de muitos centros neurais corticais, subcorticais e espinhais na função locomotora, é importante que as estratégias de intervenção sejam projetadas para atingir os elementos neurais em todos os níveis do neuroeixo (Field-Fote et al., 2017) (Grooten et al., 2020) (Meyns et al., 2014)(Field-Fote et al., 2017).

Atualmente existem resultados animadores com técnicas fisioterapêuticas que se mostram muito eficazes na melhora do prognóstico do movimento de locomoção (Awai et al., 2016) (Morrison et al., 2018), pois a restauração da capacidade de andar é uma área de grande interesse na reabilitação de pessoas com este tipo de lesão (Betz et al., 2019). A musculatura posterior do tronco também se mostra essencial nesse processo por ter a função de manter o posicionamento adequado da postura ereta (Rodrigues & Ribeiro Júnior, 2012).

Para auxiliar no movimento de locomoção de sujeitos acometidos por uma lesão medular incompleta, diversos são os sistemas disponíveis na prática clínica, sendo que os convencionais e mais comuns, como barras paralelas, muletas e bengalas não proporcionam o alívio suficiente na quantidade de peso que o sujeito realmente necessitaria, além disso, não é constante ou facilmente quantificável (Borin et al., 2018). Já o SPC (suporte de peso corporal), é um dos sistemas atualmente mais utilizados por proporcionar uma diminuição da carga nos membros inferiores facilitando o movimento, já que o peso corporal é reduzido através da suspensão, ocasionando a facilitação do movimento para os indivíduos que não tem força muscular suficiente para suportar o próprio peso (Borin et al., 2018)(Zai & Grabowski, 2020)(Borin et al., 2018), além de uma expressiva diminuição no custo metabólico durante a deambulação (Zai & Grabowski, 2020).

Utilizando este sistema com suporte de peso, durante a reabilitação, estes sujeitos também são treinados em outros aparatos, como, por exemplo, em andadores. Num estudo realizado pelo nosso grupo de pesquisa, buscando responder qual aparato associado ao SPC (esteira ergométrica ou andador simples no solo) provocava maior ativação muscular nos principais músculos envolvidos na marcha em indivíduos com lesão medular incompleta, observou-se que o treino em esteira causava uma menor sensação de fadiga nos indivíduos e,

ao mesmo tempo, maior ativação muscular tanto na velocidade de 1 como 4 km/h quando comparado aos indivíduos que deambulavam com andador em piso fixo (Borin et al., 2018). Entender o padrão de ativação muscular gerado por estes métodos torna-se importante para responder dúvidas advindas da prática clínica (Awai et al., 2016).

Seguindo esta mesma abordagem, outros dois aparelhos que são amplamente utilizados na clínica, mas com carência de comprovação científica, principalmente com a população que apresenta comprometimento neurológico são o elíptico e a bicicleta ergométrica. O primeiro é um simulador de caminhada, podendo também ser utilizado para esse fim, vantajoso nesta modalidade pela redução do impacto nas articulações, beneficiando indivíduos com equilíbrio prejudicado, tendo em vista que os pés permanecem em contato contínuo com a superfície de suporte (Cotta, 2013). Além do elíptico, a bicicleta ergométrica, utilizada na rotina da reabilitação motora, também pode ser um meio de treinamento e recrutamento muscular, onde também acontece o movimento ativo dos joelhos durante a pedalada, sendo a extensão o mais impactante (Cotta, 2013).

Portanto, visto que existe: a) uma alta incidência de lesados medulares incompletos com alterações significativas na marcha, b) uma carência na literatura de estudos que comprovem quais aparatos utilizados rotineiramente na prática clínica realmente proporcionem uma maior ativação muscular destes sujeitos, c) boas ferramentas avaliativas para auxiliar neste processo, como por exemplo a eletromiografia de superfície associada ou não ao feedback (Agredo & Bedoya, 2009)(Kohler et al., 2013), o principal objetivo deste estudo foi verificar o padrão de ativação muscular dos principais músculos envolvidos com a marcha humana e manutenção da postura (vasto medial, glúteo médio, tibial anterior e paravertebrais) durante a atividade com elíptico e bicicleta ergométrica em indivíduos com lesão medular incompleta com o uso da Eletromiografia.

MÉTODOS

Participantes

Foi desenvolvido um estudo transversal do tipo *crossover* com indivíduos com lesão medular do tipo incompleta (LMI) e indivíduos sem a lesão medular como grupo referência.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde (3.920.616) e inscrito no *Clinical Trials* sob o registro NCT05118971.

Os indivíduos com LMI foram recrutados em diversos centros de reabilitação em Porto Alegre e região metropolitana e escolhidos conforme critérios de inclusão já estipulados: indivíduos que concordarem em participar do estudo e assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), com diagnóstico clínico de lesão medular incompleta, que apresentassem idade entre 18 e 60 anos, espásticos ou flácidos. Foram excluídos do estudo todos aqueles sujeitos que não seguissem os itens citados acima, ou que apresentassem contraindicação de suporte de peso parcial, como por exemplo, fratura em quadril, membro inferior ou com úlceras de pressão. Também os indivíduos que apresentassem angina instável ou outra doença cardíaca descompensada, doença pulmonar obstrutiva crônica, doenças neurológicas de origem central como Parkinson ou acidente vascular cerebral por exemplo ou se apresentassem queda sintomática da pressão arterial quando na posição vertical.

Em relação aos indivíduos sem lesão na medula espinhal, foram escolhidos indivíduos que não apresentassem nenhuma lesão do tipo musculoesquelética ou neurológica em membros inferiores ou qualquer outra afecção que impossibilitasse a realização do exercício nas modalidades estudadas. Portanto, o estudo foi composto por dois grupos: o grupo de indivíduos com lesão medular incompleta (GLM) e outro grupo composto por indivíduos sem lesão na medula utilizado como grupo referência (GR).

Procedimentos

Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram: ficha de identificação (ambos os grupos); classificação de lesão medular da American Spinal Injury Association (ASIA)(GLM), Escala de Medida de Independência Funcional (MIF)(GLM), Escala de Ashworth Modificada (GLM) e Eletromiografia (ambos os grupos).

Na ficha de identificação foram coletadas informações para caracterizar a amostra, como, por exemplo, nome completo, data de nascimento, profissão, gênero, endereço, telefone para contato, lateralidade, entre outros. Para os indivíduos sem lesão medular, a mesma ficha de identificação foi aplicada. No questionário aplicado aos indivíduos com lesão medular informações adicionais foram coletadas: tempo da lesão, causa da lesão, nível da lesão, doenças associadas e medicamentos utilizados.

Quanto a classificação, a escala ASIA é mundialmente padronizada para avaliação do tipo de lesão. Com esta escala é possível avaliar os níveis sensitivos preservados através dos

dermatômos correspondentes a cada nível, testando a sensibilidade superficial e profunda abaixo do nível de lesão. O nível motor é avaliado pelos miótomos graduando a força de cada músculo correspondente aos níveis medulares. A ASIA desenvolveu estes padrões para a classificação neurológica da LM os quais têm sido utilizados por comunidades clínicas e acadêmicas como a principal medida de desfecho neurológico em ensaios clínicos, sendo: ASIA “A” = Lesão Completa: Sem preservação das funções motora e sensitiva no segmento sacral S4 – S5. ASIA “B” = Lesão Incompleta: Perda da função motora, porém função sensitiva preservada abaixo do nível neurológico e inclui sensibilidade do segmento sacral S4-S5. ASIA “C” = Lesão Incompleta: Função motora preservada abaixo do nível neurológico, e mais da metade dos músculos-chave abaixo do nível neurológico possuem grau de força inferior a 3. ASIA “D” = Lesão Incompleta: Função motora preservada abaixo do nível neurológico, e mais da metade dos músculos-chave abaixo do nível neurológico possuem grau de força igual ou superior a 3. ASIA “E” = Lesão Incompleta: Funções Motora e sensitiva são normais. (Ahuja, 2017).

Já a funcionalidade dos indivíduos foi avaliada pela Escala de Medida de Independência Funcional, que avalia a performance do indivíduo nos aspectos motor, cognitivo e social. As atividades funcionais avaliadas pela MIF são: alimentação, higiene pessoal, cuidados de apresentação e aparência, banho, limpeza do corpo, vestir a metade superior do corpo, vestir a metade inferior do corpo, uso do vaso sanitário, controle da urina, controle de fezes, transferências (leito, cadeira e cadeira de rodas), transferência (vaso sanitário), transferências (banheiro ou chuveiro), locomoção, locomoção (escadas), compreensão, expressão, interação social, resolução de problemas, memória (Bohannon & Smith, 1987).

O tônus muscular foi avaliado pela Escala de Ashworth modificada. Nesta escala foi realizado o movimento articular passivo dos seguintes grupos musculares: flexores e extensores de quadril, abdutores e adutores de quadril, extensores de joelhos, dorsiflexores e plantiflexores. Quanto à graduação de cada musculatura pontua-se da seguinte forma: 0: sem aumento do tônus muscular; 1: aumento do tônus no início ou no fim do arco de movimento; 1+: aumento do tônus em menos da metade do arco de movimento, manifestado por tensão abrupta e seguido por resistência mínima; 2: aumento do tônus em mais da metade do arco de movimento; partes em extensão ou flexão e movidos com dificuldade; 4: partes rígidas em flexão e extensão (Agredo & Bedoya, 2009).

Para a avaliação muscular através da Eletromiografia, os indivíduos foram randomizados através de sorteio em envelope com papel pardo no momento da avaliação e

inserido em um dos 4 subgrupos do estudo. Foi solicitado à uma pessoa não envolvida na pesquisa para retirar um papel, definindo a ordem que o indivíduo avaliado realizaria os exercícios: elíptico (GE), elíptico com biofeedback (GEB), bicicleta (GB) e bicicleta com biofeedback (GBB). No primeiro dia, os indivíduos realizaram a primeira modalidade sorteada, após, adicionou-se o biofeedback. Nos casos em que a primeira modalidade sorteada era com uso do biofeedback, em seguida, foi realizado retirando-o da avaliação. No segundo encontro, foi feito o cruzamento, avaliando a modalidade restante, sendo sorteado apenas a ordem da adição ou não do biofeedback. O intervalo entre as avaliações foi de no mínimo sete dias e foi solicitado aos indivíduos que não realizassem nenhum exercício nos dois últimos dias que antecederiam as coletas.

Para determinar a atividade dos músculos vasto medial, glúteo médio, tibial anterior e paravertebrais foi utilizada a Eletromiografia de superfície, pois o sinal de eletromiografia é originado na atividade elétrica da placa motora. Com isso, o sinal é gerado pela união dos potenciais das ativações das unidades motoras que são recrutadas concomitantemente, resultando o traçado de interferências (Morrison et al., 2018)(Kohler et al., 2013). Para coletar o sinal eletromiográfico, foi utilizado o eletromiógrafo (New MiotoolFisio, Miotec, Porto Alegre, RS), 2000Hz/canal, oito canais conectados ao laptop (Dell/Windows 10) com o software Miograph (Miotec, Porto Alegre, RS), aquisição amplificada em 2.000 Hz, ruído < 2 LSB, modo de rejeição comum de 126 dB, impedância de entrada 10 Ohm //2pF e filtro passa banda de 20 a 500 Hz. A impedância da pele foi reduzida através da tricotomia do local e abrasão antisséptica e leve com algodão embebido em álcool 70%, baseado na Sociedade Internacional das diretrizes de Eletrofisiologia e Cinesiologia. Para a captura do sinal, foram utilizados eletrodos adesivos descartáveis Meditrace 200 (Kendall, EUA), medindo 10 mm de diâmetro e configuração bipolar. A distância entre os eletrodos de 20 mm, conforme recomendado pelo SENIAM. Os eletrodos foram posicionados para permitir a captação do sinal EMG no ventre muscular dos seguintes músculos: Vasto Medial, Glúteo Médio e Tibial anterior e Paravertebrais, com um eletrodo de referência na Tuberosidade Anterior da Tíbia. As aquisições foram realizadas no hemilado com melhor desempenho muscular durante as avaliações de força.

Após a colocação dos eletrodos, os indivíduos que não suportavam sozinhos o seu próprio peso, foram apoiados pelo Posicionador de Quadril (Pacer Gait Trainer, Rifton, Rifton, NY), que foi preso por correias de nylon a uma grade de ferro galvânico fixada no teto com parabolts. Os indivíduos foram posicionados no suporte de peso com a ajuda de dois fisioterapeutas. A altura dos cintos e do acento da bicicleta foi medida de acordo à posição

adequada do paciente a partir da análise do padrão de marcha, onde o calcanhar deve fazer contato com o pedal da bicicleta ergométrica e do elíptico no movimento do membro que corresponderia com a fase de apoio simples da marcha, o joelho não deve ser flexionado, enquanto o membro contralateral que corresponderia com a fase de balanço da marcha, faria uma flexão de joelho de aproximadamente 60° que seria a flexão máxima alcançada em todo o ciclo de uma marcha fisiológica (Lucarelli, 2004)(Figura 1).

Figura 1 aqui

Em ambas modalidades, quando necessário, foi fornecida assistência manual pelos fisioterapeutas em cada perna para auxiliar nos movimentos para o grupo GLM. A mão de um fisioterapeuta foi colocada sobre a superfície anterior da perna abaixo da patela para ajudar na extensão do joelho durante a fase análoga à fase de apoio simples da marcha. A outra mão estava colocada no tornozelo para ajudar no movimento dos pés. Indivíduos com lesão baixa, controle de tronco e deambuladores realizaram ambas as modalidades sem a necessidade de suspensão e sem auxílio.

Em todos os grupos, após o correto posicionamento, foi solicitado que o indivíduo realizasse os movimentos na velocidade máxima que conseguisse. Antes da aquisição dos sinais, foi realizado um aquecimento de 1 (um) minuto para aprendizagem do movimento, e após isso, registrado o sinal eletromiográfico dos músculos selecionados durante 40 segundos. O mesmo procedimento foi realizado com a adição do biofeedback e, neste momento, orientado que acompanhasse a evolução dos gráficos que representavam a ativação muscular, objetivando aumentar suas amplitudes com maior recrutamento muscular.

Cabe mencionar, que para o aparelho elíptico no GLM, para os indivíduos que não tinham condições de suportar o próprio peso foi necessário colocá-los no suporte parcial de peso corporal, já em relação ao aparelho bicicleta ergométrica por ter assento foi desnecessária a utilização do suporte, foi dado apenas apoio manual conforme necessidade.

Em relação à normalização dos dados eletromiográficos, este perfil de paciente não nos permite testar pela contração voluntária máxima, uma vez que sofrem de grave diminuição de força e dificuldade de seletividade de movimentos, inviabilizando este tipo de normalização. Uma fórmula constantemente utilizada na análise do sinal elétrico é o root mean square (RMS) que é realizada pelo cálculo da raiz da média dos quadrados, uma funcionalidade oferecida pelo próprio aplicativo, o qual utilizamos invés da normalização tradicional (Oncins et al., 2014).

Os mesmos procedimentos de coleta do sinal eletromiográfico foram realizados nos

indivíduos do GR, pareados por idade média e gênero igual ao do grupo de lesados medulares (GLM). Este foi um grupo criado como referência, a fim de obtermos um parâmetro de valores de eletromiografia dos músculos testados nas modalidades realizadas, em indivíduos saudáveis, porém, sem a suspensão parcial de peso e sem qualquer auxílio para a manutenção do controle de tronco, pois não era necessário. Foi realizado as mesmas medidas de posicionamento nos aparelhos conforme descritos. O lado selecionado para avaliação foi feito de acordo com a lateralidade do indivíduo. Em relação à normalização dos dados, ainda que o procedimento preconizado para indivíduos saudáveis seja pela contração voluntária máxima, nesta pesquisa foi realizada, utilizamos o cálculo do RMS, para fim de comparação com o grupo de lesados medular (Besomi et al., 2020)(Balbinot et al., 2021).

Análise Estatística

Para determinar o tamanho de amostra, consideramos a diferença na média entre a atividade muscular eletromiográfica do músculo reto femoral durante 2 modalidades de exercício (andador fixo e esteira a 1 km/h, onde a diferença na média foi de 4,72 e o desvio padrão de 1,13) com poder de efeito de 90% e nível de significância de 0,05, serão necessários 11 pacientes por modelo de treinamento. O cálculo foi realizado no software GPower, mensurado por variável de ativação muscular baseado no estudo realizado por Borin et al., (2018).

Os resultados das variáveis qualitativas foram apresentados através de frequência e percentual; as quantitativas por mediana e intervalo interquartil (IQR), salvo idade e MIF, apresentados em média e desvio-padrão. A comparação da ativação muscular foi verificada pelo teste de Friedman. As comparações múltiplas foram analisadas pelo teste Wilcoxon com correção de Bonferroni para o nível de significância $\alpha=0,05/4 = 0,013$. As correlações da ativação muscular com idade, tempo de lesão e MIF foram mensuradas pelo coeficiente de correlação de Spearman. O nível de significância adotado foi de 0,05. As análises foram realizadas no software estatístico SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

RESULTADOS

Inicialmente, foram selecionados 13 indivíduos conforme critérios de inclusão já descritos, porém 2 não retornaram para a segunda avaliação, totalizando 11 sujeitos no grupo lesão medular incompleta (GLM). Para o grupo referência (GR), 7 indivíduos foram convidados a participar (Figura 2).

Figura 2 aqui

Na Tabela 1, está demonstrado as características de todos os sujeitos que participaram deste estudo.

Tabela 1 aqui

Com o objetivo de identificar o quanto os lesados medulares apresentam uma menor ativação muscular quando comparados aos indivíduos do grupo referência, foi realizado uma normalização dos valores absolutos da EMG do GLM em relação ao GR. Foram calculadas as medianas dos indivíduos do GR em relação a cada músculo/modalidade. Após, cada valor correspondente foi dividido por esta mediana e multiplicado por 100, gerando um valor em % do quanto cada músculo atingiu em relação a normalidade para cada modalidade de exercício, conforme Tabela 2 abaixo. Pode-se observar nesta tabela o quão diminuído são os valores quando comparados com os indivíduos que não apresentam lesão medular.

Tabela 2 aqui

Em relação a ativação muscular mensurada pela EMG, a Tabela 3 demonstra os valores de cada músculo avaliado em cada modalidade realizada tanto no Grupo lesado medular (GLM) como no grupo referência (GR). É bastante notório que os indivíduos sem a lesão na medula espinhal apresentam valores bem mais altos que os lesados em relação a ativação da musculatura. Ao observar somente os valores do GLM, observa-se que o músculo TA apresenta maior ativação muscular nas modalidades bicicleta e bicicleta + bio quando comparado as modalidades do elíptico ($p=0.04$). Em relação ao GR, algumas informações importantes devem ser observadas, como por exemplo, quando realizada uma comparação entre músculos, na modalidade elíptico e elíptico + bio, o músculo VM apresenta valores mais altos de ativação em relação aos outros 3 músculos, enquanto na modalidade bicicleta e bicicleta + bio os músculos com maior ativação são o VM e TA em relação aos outros 2 músculos analisados. Ainda, no GR, quando comparadas as modalidades em si, as modalidades elíptico e elíptico + bio provocam maior ativação do VM em relação as outras duas modalidades ($p=0.02$). Nenhuma diferença foi encontrada com a inclusão do biofeedback em nenhuma modalidade de

exercício em ambos os grupos.

Tabela 3 aqui

Em relação a possíveis correlações dos valores da funcionalidade dos indivíduos pela Escala Medida de Independência Funcional (MIF) com outras variáveis do estudo em relação ao grupo lesado medular (Tabela 4), observou-se uma correlação forte da modalidade bicicleta e elíptico com o músculo tibial anterior, sendo que indivíduos com maior ativação nesta musculatura, também apresentam maior independência funcional.

Tabela 4 aqui

DISCUSSÃO

O objetivo dessa pesquisa foi verificar o padrão de ativação muscular dos músculos vasto medial, glúteo médio, tibial anterior e paravertebrais durante os exercícios com elíptico e bicicleta ergométrica com e sem biofeedback eletromiográfico em indivíduos com LMI. Pode-se observar através dos resultados, que no Grupo de indivíduos com lesão medular incompleta, houve uma maior ativação do tibial anterior nas modalidades bicicleta e bicicleta com biofeedback em relação ao elíptico e elíptico com biofeedback. Além disso, o uso do biofeedback parece não interferir na ativação muscular nas duas modalidades estudadas para esta população. Já em relação ao grupo referência, observa-se que o vasto medial foi a musculatura mais ativada em todas as modalidades, principalmente no elíptico. Todavia, na bicicleta, o músculo tibial também apresentou valores de ativação significativos assim como o vasto medial.

Indivíduos com LMI apresentam um déficit importante na ativação muscular abaixo do nível de lesão, o que compromete de forma significativa muitas ações funcionais, como por exemplo o desenvolvimento da marcha (Awai et al., 2016). Nesta pesquisa, tanto os sujeitos com LMI como os indivíduos do grupo referência alcançaram maior ativação do músculo tibial anterior na bicicleta em comparação às outras modalidades. O exercício com bicicleta proporciona ativação e reforço muscular de diversos músculos de acordo com o ciclo da pedalada, ele é realizado de forma rítmica e alternada entre os pedais. A fase descendente leva a ativação dos músculos: glúteo máximo, glúteo médio, vasto intermédio, vasto lateral, vasto medial, reto femoral, gastrocnêmio e sóleo, com extensão de quadril e joelho. Já na fase ascendente, se ativam os músculos ilípoas, isquiotibiais e tibial anterior com consequente flexão do quadril e joelho e dorsiflexão (Fermino, 2008). Já no elíptico o tornozelo não realiza

de maneira satisfatória a flexão plantar e dorsiflexão, por isso, as atividades musculares dos músculos envolvidos nessa articulação são reduzidas (Burnfield et al., 2010). Burnfield et al., (2010), colocam que a redução e antecipação da atividade dos músculos do tornozelo diminuem a ativação reflexa dos estabilizadores da perna. O elíptico reduz a demanda da atividade muscular distal e promove o fortalecimento da musculatura proximal (Damiano et al., 2011) (Burnfield et al., 2010), corroborando com nossos achados.

Além disso, a maior ativação do tibial anterior na bicicleta é um achado importante devido sua grande relevância funcional na marcha. Muñoz et al., (2002), realizaram um estudo cinemático dos pés e EMG dos músculos tibial anterior e gastrocnêmios bilateral durante a marcha com diferentes calçados em indivíduos saudáveis. Na marcha com os pés descalços, os autores observaram uma maior ativação dos músculos e que a maior atividade de EMG foi do tibial anterior que tem como função realizar a dorsiflexão, atuando também no amortecimento do impacto com o solo durante a marcha (Muñoz et al., 2002), salientando sua importância para essa atividade funcional. Também foi observado em nosso estudo que a maior ativação do tibial anterior está correlacionado com maiores pontuações na escala MIF. Isso significa que os indivíduos que mais ativaram essa musculatura, foram os mesmos que atingiram os melhores status na escala de funcionalidade, o que evidencia a importância desse músculo para o desenvolvimento das atividades funcionais do dia-a-dia.

Outra musculatura que merece destaque é o vasto medial, onde no grupo de indivíduos sem lesão medular foi o músculo mais ativado em todas as modalidades, principalmente no elíptico. A escolha de um dispositivo de treinamento específico é influenciada pelos objetivos terapêuticos (por exemplo, fortalecer os músculos, melhorar a ativação muscular recíproca ou simular padrões de atividade muscular durante a caminhada) e pelas habilidades funcionais do indivíduo (Lee & Hidler, 2006). O elíptico é uma alternativa de treinamento que pode facilitar a coordenação entre os membros, envolve atividade recíproca na posição vertical, exigindo que o peso corporal do paciente seja amplamente suportado por suas pernas com o uso de guidão na extremidade superior para suporte de equilíbrio. O elíptico gera forças de reação do pedal mais baixas do que as forças de reação do solo durante a caminhada, mas maiores movimentos de joelho e quadril do que na marcha (Lu et al., 2007). Damiano et al., (2011) compararam os padrões de atividade muscular dos músculos quadríceps e isquiotibiais durante quatro condições: caminhada no solo, caminhada em esteira, ciclismo estacionário e treinamento elíptico. Os autores observaram maior ativação dos músculos do quadríceps no elíptico em comparação às outras modalidades (Damiano et al., 2011), corroborando com nossos achados.

Burnfield et al., (2010) complementam que o arco circular de movimento ocasionado

pelo elíptico, eleva verticalmente a perna sem carga muito mais do que ocorreria durante a caminhada, onde o membro mal precisa passar pela superfície de apoio. Isso provoca uma maior excursão em vários planos principalmente em articulações mais proximais, exigindo de musculaturas também mais proximais (Burnfield et al., 2010), o que corrobora com nosso resultado de maior ativação do vasto medial no elíptico no grupo referência. Não se pode esquecer que a bicicleta também proporcionou grande ativação nesta musculatura, por ocasionar ativação de músculos como vasto intermédio, vasto lateral, vasto medial e reto femoral na extensão de joelho que ocorre na fase descendente (Fermino, 2008). Além disso, há evidências de que circuitos neurais são compartilhados no ciclismo e na caminhada e que ambos exigem coordenação motora recíproca (Damiano et al., 2011), levando à possibilidade de escolha desse equipamento na reabilitação da marcha.

Em relação ao biofeedback, surpreendentemente não foi encontrada diferença do seu uso na ativação dos músculos testados. O biofeedback é uma técnica de apoio às condutas de aprendizagem motora e tem sido utilizada na (Marinacci, 1965). A terapia EMG mais biofeedback baseia-se no aprimoramento de sinais mioelétricos obtidos dos músculos que foram convertidos em sinais visuais com o objetivo de informar o indivíduo sobre a atividade dos músculos (Glanz et al., 1997). Estudos com outras populações expressam resultados semelhantes ao de nossa pesquisa. Foi realizada uma revisão sistemática investigando os efeitos da EMG com biofeedback na recuperação da função motora após acidente vascular cerebral, também demonstrando a falta de benefício positivo para recuperação motora pós AVC quando somada esta terapia à outras estratégias de reabilitação (Woodford & Price, 2004). Por outro lado, pesquisas mais atuais, demonstram o benefício do biofeedback quando o mesmo é aplicado durante um período de tempo mais longo e com importante regularidade. Por exemplo, Dost e colaboradores demonstraram melhorias na amplitude de movimento, força muscular, tônus muscular e funcionalidade nos indivíduos reabilitados com EMG mais biofeedback de membros inferiores combinado com fisioterapia convencional em comparação com aqueles que foram tratados apenas com fisioterapia convencional. Porém, as técnicas envolvendo este recurso foram realizadas durante 3 semanas com frequência de 5 dias por semana (Dost Sürücü & Tezen, 2021).

Este estudo apresentou algumas limitações, como a heterogeneidade e tamanho amostral. Os estudos disponíveis na literatura com essa população possuem um tamanho de amostra semelhante à nossa pesquisa, pois é difícil o recrutamento desses indivíduos devido locomoção e outras dificuldades, o que dificulta ainda mais a obtenção de uma amostra homogênea com lesão e déficits semelhantes. A imprecisão relacionada ao peso suportado pelos

indivíduos, sendo posicionados pelo ângulo do joelho, mas sem precisão numérica do peso suspenso também foi considerado uma fragilidade no estudo.

Este estudo demonstrou maior ativação do músculo tibial anterior no exercício de bicicleta tanto em indivíduos com LMI quanto no grupo de indivíduos não lesados em relação ao elíptico. Observamos ainda a íntima relação do tibial anterior com atividades funcionais através de sua correlação com a escala de funcionalidade, demonstrando a importância desta musculatura no dia-a-dia. Além disso, para a população referência, o músculo vasto medial foi o mais ativado em todas modalidades, mostrando seus maiores valores na modalidade elíptico.

Estes resultados com esta população, sugerem que a utilização da bicicleta ergométrica e do elíptico são modalidades seguras e eficazes para promover ativação nas musculaturas estudadas, recebendo destaque à maior ativação do vasto medial na modalidade elíptico, e à maior ativação do tibial anterior na modalidade bicicleta.

Poder realizar uma prescrição de cinesioterapia com evidências confiáveis sobre a ativação das musculaturas alvo durante um exercício, torna a prática clínica mais objetiva e eficaz durante o tratamento desses indivíduos. Com isso, estudos que possam revelar a ativação muscular durante uso do elíptico e bicicleta são norteadores e de grande relevância. Nesse sentido, é necessário que novos estudos sejam desenvolvidos para elucidar melhor sobre a ativação dos músculos envolvidos na marcha e de controle de tronco no uso dos equipamentos utilizados em nossa pesquisa.

Declaração de Conflitos de Interesse

Os autores informam que não há conflitos de interesse a declarar.

REFERÊNCIAS

- Agredo, C. A., & Bedoya, J. M. (2009). *VALIDACIÓN ESCALA DE ASHWORTH MODIFICADA*.
http://www.efisioterapia.net/articulos/imprimir.php?id=153&p=escala_ashworth_mod...
- Ahuja, C. S., Wilson, J. R., Nori, S., Kotter, M. R. N., Druschel, C., Curt, A., & Fehlings, M. G. (2017). Traumatic spinal cord injury. In *Nature Reviews Disease Primers* (Vol. 3). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/nrdp.2017.18>
- Awai, L., Bolliger, M., Ferguson, A. R., Courtine, G., & Curt, A. (2016). Influence of Spinal Cord Integrity on Gait Control in Human Spinal Cord Injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 30(6), 562–572. <https://doi.org/10.1177/1545968315600524>
- Balbinot, G., Li, G., Wiest, M. J., Pakosh, M., Furlan, J. C., Kalsi-Ryan, S., & Zariffa, J. (2021). Properties of the surface electromyogram following traumatic spinal cord injury: a scoping review. In *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* (Vol. 18, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00888-2>
- Bastos, N. F. P., & Nunciato, A. C. (2016). Atuação da Fisioterapia na Tetraplegia. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 157–163. <https://doi.org/10.1016/j>
- Besomi, M., Hodges, P. W., Clancy, E. A., van Dieën, J., Hug, F., Lowery, M., Merletti, R., Sjøgaard, K., Wrigley, T., Besier, T., Carson, R. G., Disselhorst-Klug, C., Enoka, R. M., Falla, D., Farina, D., Gandevia, S., Holobar, A., Kiernan, M. C., McGill, K., ... Tucker, K. (2020). Consensus for experimental design in electromyography (CEDE) project: Amplitude normalization matrix. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 53. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102438>
- Betz, R., Biering-Sørensen, F., Burns, S. P., Donovan, W., Graves, D. E., Guest, J., Jones, L., Kirshblum, S., Krassioukov, A., Mulcahey, M. J., Schmidt Read, M., Rodriguez, G. M., Rupp, R., Schuld, C., Tansey, K., & Walden, K. (2019). The 2019 revision of the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI)—What’s new? In *Spinal Cord* (Vol. 57, Issue 10, pp. 815–817). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41393-019-0350-9>
- Bohannon, R. W., & Smith, M. B. (1987). Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity. *Physical Therapy*, 67(2), 206–207. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.206>
- Borin, J. S., Capelari, T. V., Goldhardt, M. G., Issa, M. C., Santos, D. A. P. B. dos, & Cechetti, F. (2018). Advantage in muscle activation in gait with support of body weight in spinal cord injury. *Fisioterapia Em Movimento*, 31(0). <https://doi.org/10.1590/1980-5918.031.ao29>

- Burnfield, J. M., Shu, Y., Buster, T., & Taylor, A. (2010). Similarity of joint kinematics and muscle demands between elliptical training and walking: Implications for practice. *Physical Therapy, 90*(2), 289–305. <https://doi.org/10.2522/ptj.20090033>
- Cotta, R. F. (2013). *Comparação biomecânica da Marcha em esteira rolante e elíptico em adultos jovens, idosos e adultos que sofreram acidente vascular encefálico.*
- Damiano, D. L., Norman, T., Stanley, C. J., & Park, H. S. (2011). Comparison of elliptical training, stationary cycling, treadmill walking and overground walking. *Gait and Posture, 34*(2), 260–264. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.05.010>
- Dost Sürücü, G., & Tezen, Ö. (2021). The effect of EMG biofeedback on lower extremity functions in hemiplegic patients. *Acta Neurologica Belgica, 121*(1), 113–118. <https://doi.org/10.1007/s13760-019-01261-w>
- Fermino, F. R. (2008). *Ciclismo de velocidade: uma proposta de controle da preparação física especial.*
- Field-Fote, E. C., Yang, J. F., Basso, D. M., & Gorassini, M. A. (2017). Supraspinal Control Predicts Locomotor Function and Forecasts Responsiveness to Training after Spinal Cord Injury. *Journal of Neurotrauma, 34*(9), 1813–1825. <https://doi.org/10.1089/neu.2016.4565>
- Glanz, M., Klawansky, S., Chalmers, T., & Soc Med, J. R. (1997). Biofeedback therapy in stroke rehabilitation: a review. In *JOURNAL OF THE ROYAL SOCIETY OF MEDICINE* (Vol. 90).
- Grooten, W. A., Borawake, P., & Conran, J. (2020). Effects of body-weight-supported treadmill training in persons with spinal cord injury – A scoping review. *Indian Journal of Physical Therapy and Research, 2*(2), 73. https://doi.org/10.4103/ijptr.ijptr_22_20
- Kohler, F., Connolly, C., Sakaria, A., Stendara, K., Buhagiar, M., & Mojaddidi, M. (2013). Can the ICF be used as a rehabilitation outcome measure? A study looking at the inter- and intra-rater reliability of ICF categories derived from an ADL assessment tool. *Journal of Rehabilitation Medicine, 45*(9), 881–887. <https://doi.org/10.2340/16501977-1194>
- Lee, S. J., & Hidler, J. (2006). Biomechanics of overground vs. treadmill walking in healthy individuals. *J Appl Physiol, 74*7–755.
- Lucarelli, P. R. G. (2004). *Análise cinemática da articulação do joelho durante a marcha hemiparética.*
- Lu, T. W., Chien, H. L., & Chen, H. L. (2007). Joint loading in the lower extremities during elliptical exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 39*(9), 1651–1658. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180dc9970>
- Mari, K. L. da S., Siqueira, T. C. dos S., Moura, M. da C., Salicio, M. A., & Salicio, V. M. M. (2019). TÉCNICAS FISIOTERAPÊUTICAS UTILIZADAS NA REABILITAÇÃO DE

PACIENTES COM LESÃO MEDULAR-ESTUDO DE REVISÃO. *Connections Line-Revista Eletrônica Do Univag*, 46–56.

- Marinacci, A. A. (1965). Electromyography in the diagnosis of polymyositis. *Electromyography*, 5(4), 255–268.
- Meyns, P., van de Crommert, H. W. A. A., Rijken, H., van Kuppevelt, D. H. J. M., & Duysens, J. (2014). Locomotor training with body weight support in SCI: EMG improvement is more optimally expressed at a low testing speed. *Spinal Cord*, 52(12), 887–893. <https://doi.org/10.1038/sc.2014.172>
- Morrison, S. A., Lorenz, D., Eskay, C. P., Forrest, G. F., & Basso, D. M. (2018). Longitudinal Recovery and Reduced Costs After 120 Sessions of Locomotor Training for Motor Incomplete Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(3), 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2017.10.003>
- Muñoz, I. S. S., Kelencz, C. A., & de Oliveira, M. A. (2002). ANÁLISE CINEMÁTICA E ELETROMIOGRÁFICA DA MARCHA COM DIFERENTES CALÇADOS.
- Oncins, M. C., Vieira, M. M., & Bommarito, S. (2014). ELETROMIOGRAFIA DOS MÚSCULOS MASTIGATÓRIOS: ANÁLISE EM VALOR ORIGINAL E RMS. In *Jul-Ago* (Vol. 16, Issue 4).
- Rodrigues, F. da S., & Ribeiro Júnior, S. M. da S. (2012). ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DA MUSCULATURA PARAVERTEBRAL PÓS TECNICA MIOFASCIAL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO. *Perspectivas Online*, 1–8.
- Woodford, H., & Price, C. (2004). EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke. In *Cochrane Database of Systematic Reviews*. John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd004585>
- Zai, C. Z., & Grabowski, A. M. (2020). The metabolic power required to support body weight and accelerate body mass changes during walking on uphill and downhill slopes. *Journal of Biomechanics*, 103. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.109667>

TABELAS

Tabela 1- Caracterização da amostra

Características da amostra	GLM	GR	p-valor			
N total	11	7	0,719			
Idade - Média (DP)	38,5(10,7)	40,7(14,4)	1			
Lado D avaliado n(%)	8(72,7)	6(85,7)	1			
Gênero						
Masculino (n)	11	7	1			
Característica da lesão						
Tempo de lesão em anos - Mediana [IQR]	2 [1;10]					
Motivo da lesão n(%)						
Acidente automobilístico	9 (81,8%)					
Queda	1 (9,09%)					
Mergulho	1 (9,09%)					
Nível da lesão n(%)						
Cervical	4 (36,4%)					
Torácica	7 (63,6%)					
ASIA n(%)						
C	10 (90,9%)					
D	1 (9,1%)					
MIF						
Média Score total (DP)	92,55 (21,91)					
Escala Ashworth GLM n(%)						
	0	1	1+	2	3	4
Flexor quadril	7 (63,6)	1 (9,1)	1 (9,1)	2 (18,2)	0 (0)	0 (0)
Adutor quadril	1 (9,1)	5 (45,5)	4 (36,4)	0 (0)	1 (9,1)	0 (0)
Extensor joelho	6 (54,5)	1 (9,1)	1 (9,1)	1 (9,1)	1 (9,1)	1 (9,1)
Plantiflexor	5 (45,5)	1 (9,1)	2 (18,2)	2 (18,2)	1 (9,1)	0 (0)

Nota: análise estatística qualitativa através frequência e porcentagem e análise estatística por mediana e intervalo interquartilico (IQR), salvo idade e MIF, apresentados em média e desvio-padrão. Realizado teste T de Student e teste exato de Fisher para os dados de idade e lado D avaliado respectivamente. A escala de ashworth representa os achados do membro testado em %. Sendo GLM: Lado D: lado direito Grupo Lesão Medular; ASIA: Escala da American Spinal Injury Association; MIF: Medida de Independência Funcional.

Tabela 2 - % do valor absoluto da EMG do grupo GLM atingido da média normalizada pelo grupo referência para cada músculo.

Músculo/Modalidade	GE	GEB	GB	GBB
VM	4.49 [1.12; 22.62]	3.49 [0.85; 12.86]	5.68 [2.34; 32.14]	8.75 [1.86; 24.97]
GM	8.7 [3.67; 15.19]	12.33 [3.51; 18.19]	14.12 [10.58; 30.41]	17.98 [9.2; 30.5]
PV	27.42 [5.51; 50.8]	26.57 [6.71; 55.15]	17.64 [8.71; 23.96]	19.2 [10.46; 33.22]
TA	8.21 [4.91; 26.36]	8.11 [4.18; 19.93]	10.34 [3.37; 17.65]	12 [8.23; 23.61]

Nota: análise estatística por mediana e intervalo interquartil (IQR). Valores apresentados em %. Sendo GLM: grupo lesão medular, GE: grupo elíptico, GEB: grupo elíptico + biofeedback, GB: grupo bicicleta, GBB: grupo bicicleta + biofeedback, VM: vasto medial, GM: glúteo médio, PV: paravertebrais e TA: tibial anterior.

Tabela 3 - Valores absolutos da ativação muscular medidos através da EMG nas 4 modalidades de exercícios no Grupo lesados medulares (GLM) e no grupo referência (GR).

Músculo/ Modalidade	GE		GEB		GB		GBB		P mod GLM
	GLM	GR	GLM	GR	GLM	GR	GLM	GR	
VM	9.54 [2.38; 48.11]	212.69 [112.97; 288.36] [@]	10.18 [2.48; 37.54]	291.96 [132.22; 344.24] [@]	5.91 [2.44; 33.46]	104.11 [53.85; 188.68]	12.58 [2.68; 35.91]	143.79 [63.73; 299.1]	0.819
GM	6.21 [2.62; 10.84]	71.35 [19.33; 84.55]	9.32 [2.65; 13.75]	75.6 [19.63; 126.6]	5.06 [3.79; 10.9]	35.84 [17.53; 48.35]	6.66 [3.41; 11.3]	37.05 [21.27; 49.91]	0.664
PV	18.72 [3.76; 34.68]	68.27 [35.82; 94.93]	14.98 [3.78; 31.09]	56.37 [30.14; 119.29]	9.15 [4.52; 12.43]	51.87 [17.12; 130.06]	10.04 [5.47; 17.37]	52.29 [32.75; 183.13]	0.288
TA	6.29 [3.76; 17.20]	76.66 [44.84; 89.76]	7.16 [3.69; 17.6]	88.33 [70.96; 98.3]	18.2 [3.32; 21.41]	98.65 [55.64; 105.17]	19.08 [6.91; 22.83]	93.99 [60.72; 131.14]	0,04*
P- músculos GR	p= 0.010[#]		p= 0.011[#]		p= 0.006^{&}		p= 0.008^{&}		

Nota: análise estatística por mediana e intervalo interquartilico (IQR), apresentados com nível de significância, sendo que * $p < 0.05$ maior ativação do TA no grupo bicicleta e bicicleta+bio em relação aos outros grupos (somente para o GLM); # $p < 0.05$ músculo VM em relação aos outros músculos (somente no GR); & $p < 0.05$ músculo VM e TA em relação aos outros músculos (somente no GR); @ $p = 0.002$ do músculo VM da modalidade elíptico e elíptico +bio em relação aos outros 2 grupos (somente no GR). Teste de Friedman. Sendo GR: grupo referência, GLM: grupo lesão medular, GE: grupo elíptico, GEB: grupo elíptico + biofeedback, GB: grupo bicicleta, GBB: grupo bicicleta + biofeedback, VM: vasto medial, GM: glúteo médio, PV paravertebrais, TA: tibial anterior e P mod GLM: p modalidades grupo lesão medular.

Tabela 4 - Correlação do Score da MIF em relação aos músculos avaliados nas modalidades Bicicleta e Elíptico no GLM.

	MIF SCORE TOTAL	p-valor
ELIP_VM_Mean	R 0,345	0,298
ELIP_GM_Mean	R 0,536	0,089
ELIP_PV_Mean	R 0,473	0,142
ELIP_TA_Mean	R 0,736	0,010*
BICI_VM_mean	R 0,527	0,096
BICI_GM_Mean	R 0,436	0,180
BICI_PV_Mean	R 0,473	0,142
BICI_TA_Mean	R 0,69*	0,039*

Nota: as correlações da ativação muscular com a MIF foram mensuradas pelo coeficiente de correlação de Spearman, onde o R assume um valor entre -1 (correlação negativa) e 1 (correlação positiva). O nível de significância adotado foi de 0,05. Houve correlação da ativação muscular do TA com a MIF tanto na bicicleta quanto no elíptico: quanto maior estímulo, maior independência funcional. Sendo: MIF: medida de independência funcional, ELIP_VM ativação do vasto medial no elíptico, ELIP_GM: ativação do glúteo médio no elíptico, ELIP_PV: ativação dos paravertebrais no elíptico, ELIP_TA: ativação do tibial anterior no elíptico, BICI_VM: ativação do vasto medial na bicicleta, BICI_GM: ativação do glúteo médio na bicicleta, BICI_PV: ativação dos paravertebrais na bicicleta e BICI_TA: ativação do tibial anterior na bicicleta.

FIGURAS



Figura 1 - A e B



Figura 2

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1 - Posicionamento no elíptico com suporte parcial de peso corporal (A) e bicicleta ergométrica (B).

Figura 2- Fluxograma participantes

4 IMPACTOS DO TRABALHO

O número de indivíduos sobreviventes com lesão medular é crescente na população. Isso acontece, pois, o suporte de vida está em constante evolução, aumentando a sobrevida e a necessidade de reabilitação neuromotora ambulatorial.

Ainda há muitas lacunas na literatura sobre condutas realmente eficazes na recuperação e manutenção de atividades funcionais nestes indivíduos. Há uma grande necessidade de desenvolver a prática baseada em evidências para tratamentos mais assertivos. Com isso, poder determinar as condutas corretas para o recrutamento e reforço dos músculos envolvidos na marcha, torna-se indispensável, podendo este estudo, gerar um grande impacto social nesta população, possibilitando reabilitá-los de forma segura e precisa através de exercícios que mais recrutam aqueles músculos importantes na reabilitação da marcha e atividades funcionais.

Além disso, estudos que comparam exercícios em relação ao grau de recrutamento muscular em uma determinada população, podem proporcionar uma prescrição fisioterapêutica com importantes evidências, que mostram o músculo que é mais recrutado em cada tipo dos exercícios estudados, aprimorando a prática clínica.

ANEXO A - PARECER COMITÊ DE ÉTICA E PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE MUSCULAR EM BICICLETA ERGOMÉTRICA E ELÍPTICO EM INDIVÍDUOS COM LESÃO MEDULAR

Pesquisador: Fernanda Cecchetti

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 28147419.1.0000.5345

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.920.618

Apresentação do Projeto:

Projeto de mestrado apresentado ao PPG em Ciências da Reabilitação que tem por objetivo verificar o padrão de ativação muscular dos músculos vasto lateral, vasto medial, glúteo médio, tibial anterior, reto abdominal e paravertebral durante os exercícios com elíptico e bicicleta ergométrica com e sem biofeedback eletromiográfico em indivíduos com lesão medular.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar o padrão de ativação muscular dos músculos vasto lateral, vasto medial, glúteo médio, tibial anterior, reto abdominal e paravertebrais durante os exercícios com elíptico e bicicleta ergométrica com e sem biofeedback eletromiográfico em indivíduos com lesão medular.

Objetivo Secundário:

- Verificar através da Eletromiografia a ação dos seguintes músculos: vasto lateral, vasto medial, glúteo médio, tibial anterior, reto abdominal e paravertebrais, durante os exercícios utilizando elíptico e bicicleta ergométrica;
- Analisar se há diferença na ação muscular entre os exercícios com elíptico e bicicleta ergométrica;

Endereço: Rua Sarmiento Leite, 345
 Bairro: Sarmiento CEP: 91.050-170
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3003-8804 E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 24324/18

• Observar se há diferença na ação muscular quando adicionado o biofeedback eletromiográfico durante os exercícios utilizando o elíptico e a bicicleta ergométrica.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Todo trabalho de pesquisa envolve riscos. Mas cabe ressaltar que a população envolvida já está acostumada com ambos os treinamentos que serão submetidos. Caso algo aconteça, cabe ressaltar que os pesquisadores se responsabilizarão e prestarão atendimento o tempo que for necessário.

Há o risco de queda durante as transferências e hipotensão pelo posicionamento vertical. Mas, todas as pessoas envolvidas na pesquisa são treinadas e acostumadas a lidar com tal situação.

Benefícios:

Identificando qual das modalidades promove mais atividade muscular, facilita o trabalho clínico dos fisioterapeutas que atendem esta população, direcionando o atendimento do lesado medular

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

TCLE ajustado e claro.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram entregues e aceitos.

Recomendações:

As recomendações anteriores foram aceitas e a reformulação no TCLE realizada.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovar.

Deve-se lembrar que, para a execução da pesquisa, o TCLE deve ser retirado em cópia física com o carimbo do CEP após sua aprovação final.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o parecer do Relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: Rua Sarmiento Lela, 245
Bairro: Sarmiento CEP: 91.050-170
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3333-8804 E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Confirmação de Parecer: 1470920

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PE_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_1470920.pdf	14/01/2020 15:09:04		Acabou
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projetoformulado.docx	14/01/2020 15:08:05	Fernanda Cacheti	Acabou
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCEformulado.docx	14/01/2020 15:08:11	Fernanda Cacheti	Acabou
Outros	Anexo1.pdf	25/11/2019 20:58:19	Fernanda Cacheti	Acabou
Outros	CurriculoFracida.pdf	25/11/2019 18:55:29	Fernanda Cacheti	Acabou
Outros	CurriculoMelissaGrigoL.pdf	25/11/2019 18:02:28	Fernanda Cacheti	Acabou
Outros	CurriculoFernandaCacheti.pdf	25/11/2019 16:01:59	Fernanda Cacheti	Acabou
Outros	Anexo5.doc	25/11/2019 15:40:58	Fernanda Cacheti	Acabou
Folha de Rosto	Folhadarosto.pdf	27/11/2019 14:38:43	Fernanda Cacheti	Acabou

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 17 de Março de 2020

Assinado por:
Fernanda Bordignon Nunes
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Sarmiento Leite, 245
Bairro: Sarmiento CEP: 91.050-170
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3003-8804 E-mail: cep@ufcpa.edu.br

ANEXO B – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NA REVISTA PHYSIOTHERAPY THEORY AND PRACTICE

Sobre o Jornal

A *Physiotherapy Theory and Practice* é uma revista internacional revisada por pares que publica pesquisas originais de alta qualidade. Consulte o Aims & Scope da revista para obter informações sobre seu foco e política de revisão por pares.

Observe que esta revista publica apenas manuscritos em inglês.

O *Physiotherapy Theory and Practice* aceita os seguintes tipos de artigo: Relatórios de pesquisa, Relatórios de pesquisa qualitativa, Relatórios descritivos, Relatórios de pesquisa de assunto único, Notas técnicas clínicas, Artigos teóricos profissionais, Relatos de caso e Revisões sistemáticas.

Acesso livre

Você tem a opção de publicar acesso aberto nesta revista por meio de nosso programa de publicação Open Select. Publicar em acesso aberto significa que seu artigo estará livre para acesso online imediatamente após a publicação, aumentando a visibilidade, o número de leitores e o impacto de sua pesquisa. Os artigos publicados Open Select com Taylor & Francis normalmente recebem 95% mais citações* e mais de 7 vezes mais downloads** em comparação com aqueles que não são publicados Open Select.

Seu financiador de pesquisa ou sua instituição podem exigir que você publique seu artigo em acesso aberto. Visite nosso site de serviços para autores para saber mais sobre as políticas de acesso aberto e como você pode cumpri-las.

Você será solicitado a pagar uma taxa de publicação de artigo (APC) para tornar seu artigo de acesso aberto e esse custo geralmente pode ser coberto por sua instituição ou financiador. Use nosso localizador de APC para visualizar o APC para esta revista.

Visite nosso site de Serviços ao Autor se desejar obter mais informações sobre nosso Programa Open Select.

*Citações recebidas até 9 de junho de 2021 para artigos publicados em 2016-2020 em periódicos listados na Web of Science®. Dados obtidos em 9 de junho de 2021, na plataforma Dimensions da Digital Science, disponível em <https://app.dimensions.ai>

**Uso em 2018-2020 para artigos publicados em 2016-2020.

Revisão por pares e ética

A Taylor & Francis está comprometida com a integridade da revisão por pares e mantendo os mais altos padrões de revisão. Uma vez que seu artigo tenha sido avaliado quanto à adequação pelo editor, ele será revisado por pares, duplamente cegos, por pareceristas independentes e anônimos. Se você compartilhou uma versão anterior do Manuscrito Original do Autor em um servidor de pré-impressão, esteja ciente de que o anonimato não pode ser garantido. Mais informações sobre nossa política de preprints e requisitos de citação podem ser encontradas em nossa

[página de serviços ao autor de preprints](#). Saiba mais sobre [o que esperar durante a revisão por pares](#) e leia nossas orientações sobre [ética editorial](#).

Preparando seu papel

Todos os autores submetidos a periódicos de medicina, biomedicina, ciências da saúde, aliados e saúde pública devem estar em conformidade com os [Requisitos Uniformes para Manuscritos Submetidos a Periódicos Biomédicos](#), preparados pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE).

Estrutura

Seu artigo deve ser compilado na seguinte ordem: página de título; abstrato; palavras-chave; introdução do texto principal, materiais e métodos, resultados, discussão; agradecimentos; declaração de interesse; referências; apêndices (conforme apropriado); tabela(s) com legenda(s) (em páginas individuais); figuras; legendas de figuras (como uma lista).

Limites de palavras

Por favor, inclua uma contagem de palavras para o seu papel. Não há limites de palavras para artigos nesta revista.

Diretrizes de estilo

Consulte estas [diretrizes rápidas de estilo](#) ao preparar seu artigo, em vez de qualquer artigo publicado ou uma cópia de amostra.

Por favor, use o estilo de ortografia americano de forma consistente em todo o seu manuscrito.

Por favor, use aspas duplas, exceto onde “uma citação está 'dentro' de uma citação”.

Observe que as citações longas devem ser recuadas sem aspas.

Formatação e modelos

Os trabalhos podem ser submetidos nos formatos Word ou LaTeX. As figuras devem ser salvas separadamente do texto. Para ajudá-lo na preparação de seu artigo, fornecemos modelo(s) de formatação.

[Modelos do Word](#) estão disponíveis para esta revista. Salve o modelo em seu disco rígido, pronto para uso.

Se você não conseguir usar o modelo por meio dos links (ou se tiver outras dúvidas sobre o modelo), entre em contato conosco [aqui](#).

As figuras devem ser salvas separadamente do texto. O documento principal deve estar em espaço duplo, com margens de uma polegada em todos os lados, e todas as páginas devem ser numeradas consecutivamente. O texto deve aparecer em Times New Roman de 12 pontos ou outra fonte comum de 12 pontos. Normalmente, apenas duas categorias de cabeçalho devem ser usadas. As maiores devem ser digitadas em letras maiúsculas no meio da página e sublinhadas; os subtítulos devem ser digitados em letras minúsculas e também sublinhados. Os títulos não devem ser numerados. Os autores podem fornecer os nomes e endereços de e-mail de até quatro pessoas que julguem ter conhecimento e experiência adequados para revisar seu manuscrito durante o processo de submissão.

Referências

Por favor, use este [guia de referência](#) ao preparar seu papel.

Serviços de edição Taylor & Francis

Para ajudá-lo a melhorar seu manuscrito e prepará-lo para submissão, a Taylor & Francis oferece uma variedade de serviços de edição. Escolha entre opções como Edição do idioma inglês, que garantirá que seu artigo esteja livre de erros ortográficos e gramaticais, Tradução e Preparação de arte. Para obter mais informações, incluindo preços, [visite este site](#).

Lista de verificação: o que incluir

Detalhes do autor. Certifique-se de que todos que atendem aos requisitos de autoria do Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas (ICMJE) sejam incluídos como autores do seu artigo. Certifique-se de que todos os autores listados atendem aos [critérios de autoria de Taylor & Francis](#). Todos os autores de um manuscrito devem incluir seu nome completo e afiliação na capa do manuscrito. Quando disponível, inclua também ORCiDs e identificadores de mídia social (Facebook, Twitter ou LinkedIn). Um autor precisará ser identificado como autor correspondente, com seu endereço de e-mail normalmente exibido no PDF do artigo (dependendo da revista) e no artigo online. As afiliações dos autores são as afiliações onde a pesquisa foi realizada. Se algum dos coautores nomeados mudar de afiliação durante o processo de revisão por pares, a nova afiliação poderá ser fornecida como nota de rodapé. Observe que nenhuma alteração na afiliação pode ser feita depois que seu artigo for aceito. [Leia mais sobre autoria](#).

Deve conter um resumo estruturado de 200 palavras.

Você pode estruturar seu resumo com os seguintes títulos: (a) Antecedentes ou Introdução, (b) Objetivo ou Propósito, (c) Métodos, (d) Resultados e (e) Conclusão.

Leia dicas sobre como [escrever seu resumo](#).

Você pode optar por incluir um resumo de vídeo com seu artigo. [Descubra como isso pode ajudar seu trabalho a alcançar um público mais amplo e o que pensar ao filmar](#).

Entre 3 e 5 palavras-chave. Leia [tornando seu artigo mais fácil de ser descoberto](#), incluindo informações sobre como escolher um título e otimização de mecanismo de pesquisa.

Detalhes do financiamento. Forneça todos os detalhes exigidos por seus órgãos de financiamento e concessão de subsídios da seguinte forma: *Para subsídios de agência única*. Este trabalho foi apoiado pela [Agência de Financiamento] sob o subsídio [número xxxx]. *Para subsídios de várias agências* Este trabalho foi apoiado pela [Agência de Financiamento #1] sob o subsídio [número xxxx]; [Agência de Financiamento nº 2] sob Concessão [número xxxx]; e [Agência de Financiamento nº 3] sob Concessão [número xxxx].

Declaração de divulgação. Isto é para reconhecer qualquer interesse financeiro ou não financeiro que tenha surgido das aplicações diretas de sua pesquisa. Se não houver interesses concorrentes relevantes a declarar, indique isso no artigo, por exemplo: *Os autores relatam que não há interesses concorrentes a declarar*. [Mais orientações sobre o que é um conflito de interesses e como divulgá-lo](#).

Declaração de disponibilidade de dados. Se houver um conjunto de dados associado ao artigo, forneça informações sobre onde os dados que suportam os resultados ou

análises apresentados no artigo podem ser encontrados. Quando aplicável, deve incluir o hiperlink, DOI ou outro identificador persistente associado ao(s) conjunto(s) de dados. Modelos também estão disponíveis para apoiar os autores.

Deposição de dados. Se você optar por compartilhar ou tornar os dados subjacentes ao estudo abertos, deposite seus dados em um repositório de dados reconhecido antes ou no momento do envio. Você será solicitado a fornecer o DOI, DOI pré-reservado ou outro identificador persistente para o conjunto de dados.

Material complementar online. O material suplementar pode ser um vídeo, conjunto de dados, conjunto de arquivos, arquivo de som ou qualquer coisa que suporte (e seja pertinente) ao seu artigo. Publicamos material suplementar online via Figshare. Saiba mais sobre o material suplementar e como enviá-lo com seu artigo.

Figuras. As figuras devem ser de alta qualidade (1200 dpi para arte de linha, 600 dpi para tons de cinza e 300 dpi para cores, no tamanho correto). As figuras devem ser fornecidas em um de nossos formatos de arquivo preferidos: arquivos EPS, PS, JPEG, TIFF ou Microsoft Word (DOC ou DOCX) são aceitáveis para figuras desenhadas no Word. Para obter informações relacionadas a outros tipos de arquivos, consulte nosso documento Envio de arte eletrônica.

Tabelas. As tabelas devem apresentar novas informações ao invés de duplicar o que está no texto. Os leitores devem ser capazes de interpretar a tabela sem referência ao texto. Forneça arquivos editáveis.

Equações. Se você estiver enviando seu manuscrito como um documento do Word, certifique-se de que as equações sejam editáveis. Mais informações sobre símbolos matemáticos e equações.

Unidades. Por favor, use unidades SI (sem itálico).

Usando material de terceiros

Você deve obter a permissão necessária para reutilizar material de terceiros em seu artigo. O uso de pequenos trechos de texto e alguns outros tipos de material geralmente é permitido, de forma limitada, para fins de crítica e revisão, sem autorização formal. Se você deseja incluir qualquer material em seu artigo sobre o qual você não possui direitos autorais e que não seja coberto por este acordo informal, você precisará obter permissão por escrito do proprietário dos direitos autorais antes do envio. Mais informações sobre como solicitar permissão para reproduzir trabalho(s) sob direitos autorais.

Declaração de divulgação

Inclua uma declaração de divulgação, usando o subtítulo “Divulgação de interesse”. Se você não tem interesses a declarar, por favor indique (redação sugerida: *Os autores relatam nenhum conflito de interesse*). Para todos os artigos financiados pelo NIH/Welcome, o(s) número(s) da bolsa deve(m) ser incluído(s) na declaração de interesse. Leia mais sobre como declarar conflitos de interesse.

Registro de Ensaio Clínico

Para serem publicados em uma revista Taylor & Francis, todos os ensaios clínicos devem ter sido registrados em um repositório público, idealmente no início do processo de pesquisa (antes do recrutamento dos participantes). Os números de registro do ensaio devem ser incluídos no resumo, com detalhes completos na seção de métodos. Os ensaios clínicos devem ser registrados prospectivamente –

ou seja, antes do recrutamento dos participantes. No entanto, para ensaios clínicos que não foram registrados prospectivamente, os periódicos Taylor & Francis exigem registro retrospectivo para garantir a divulgação transparente e completa de todos os resultados dos ensaios clínicos que, em última análise, impactam a saúde humana. Os autores de ensaios registrados retrospectivamente devem estar preparados para fornecer mais informações ao escritório editorial da revista, se solicitado. O registro de ensaios clínicos deve ser acessível ao público (sem custo), aberto a todos os potenciais registrantes e gerenciado por uma organização sem fins lucrativos. Para obter uma lista de registros que atendem a esses requisitos, visite o Plataforma Internacional de Registro de Ensaios Clínicos da OMS (ICTRP). O registro de todos os ensaios clínicos facilita o compartilhamento de informações entre clínicos, pesquisadores e pacientes, aumenta a confiança do público na pesquisa e está de acordo com as diretrizes do ICMJE.

Cumprindo a Ética da Experimentação

Certifique-se de que todas as pesquisas relatadas nos artigos submetidos foram conduzidas de maneira ética e responsável e estão em total conformidade com todos os códigos de experimentação e legislação relevantes. Todos os trabalhos de pesquisa originais envolvendo seres humanos, animais, plantas, material biológico, conjuntos de dados protegidos ou não públicos, coleções ou sites devem incluir uma declaração por escrito na seção Métodos, confirmando que a aprovação ética foi obtida do comitê de ética local apropriado ou da Revisão Institucional Conselho e que, quando relevante, o consentimento informado foi obtido. Para estudos em animais, a aprovação deve ter sido obtida do comitê local ou institucional de uso e cuidados com animais. Todos os estudos de pesquisa em humanos (indivíduos, amostras ou dados) devem ter sido realizados de acordo com os princípios estabelecidos na Declaração de Helsinque. Em ambientes onde a aprovação ética para estudos não intervencionistas (por exemplo, pesquisas) não é necessária, os autores devem incluir uma declaração para explicar isso. Em ambientes onde não há comitês de ética para fornecer aprovação ética, os autores são aconselhados a entrar em contato com o Editor para discutir mais. Orientações detalhadas sobre considerações éticas e declarações obrigatórias podem ser encontradas em nossa seção de Políticas Editoriais sobre Ética em Pesquisa.

Consentimento

Todos os autores devem seguir os requisitos do ICMJE e as Políticas Editoriais da Taylor & Francis sobre privacidade e consentimento informado de pacientes e participantes do estudo. Os autores devem incluir uma declaração para confirmar que qualquer paciente, usuário do serviço ou participante (ou pai ou responsável legal dessa pessoa) em qualquer tipo de pesquisa qualitativa ou quantitativa deu consentimento informado para participar da pesquisa. Para envios em que pacientes ou participantes possam ser potencialmente identificados (por exemplo, um relato de caso clínico detalhando seu histórico médico, imagens identificáveis ou conteúdo de mídia etc.), os autores devem incluir uma declaração para confirmar que obtiveram consentimento informado por escrito para publicar os detalhes do indivíduo afetado (ou seus pais/responsáveis se o participante não for adulto ou incapaz de dar consentimento informado; ou parentes próximos se o participante for falecido). O processo de obtenção do consentimento para publicação deve incluir o compartilhamento do artigo com o indivíduo (ou quem está consentindo em seu nome), para que ele tenha pleno conhecimento do conteúdo do artigo antes de sua publicação. Os autores devem se familiarizar com nossa política sobre privacidade

do participante/paciente e consentimento informado. Eles também podem usar o Formulário de Consentimento para Publicação, que pode ser baixado na mesma página de Serviços ao Autor.

Saúde e segurança

Por favor, confirme que todos os procedimentos obrigatórios de saúde e segurança do laboratório foram cumpridos durante a realização de qualquer trabalho experimental relatado em seu artigo. Certifique-se de que seu artigo contenha todos os avisos apropriados sobre quaisquer perigos que possam estar envolvidos na realização dos experimentos ou procedimentos que você descreveu, ou que possam estar envolvidos em instruções, materiais ou fórmulas.

Inclua todas as precauções de segurança relevantes; e cite qualquer padrão ou código de prática aceito. Os autores que trabalham na ciência animal podem achar útil consultar as Diretrizes para Autores de Consenso sobre Ética e Bem-Estar Animais da Associação Internacional de Editores Veterinários e Diretrizes para o Tratamento de Animais em Pesquisa e Ensino Comportamental. Quando um produto ainda não foi aprovado por um órgão regulador apropriado para o uso descrito em seu artigo, especifique isso ou que o produto ainda está sob investigação.

Enviando seu artigo

Esta revista usa o Portal de Submissão da Taylor & Francis para gerenciar o processo de submissão. O Portal de Submissões permite que você veja suas submissões no portfólio de periódicos da Taylor & Francis em um só lugar. Para enviar seu manuscrito, clique aqui.

Se você estiver enviando em LaTeX, converta os arquivos para PDF com antecedência (você também precisará enviar seus arquivos de origem LaTeX com o PDF).

Observe que a *Teoria e Prática da Fisioterapia* usa o Crossref™ para selecionar papéis em busca de material não original. Ao enviar seu artigo para a *Physiotherapy Theory and Practice*, você concorda com as verificações de originalidade durante os processos de revisão e produção por pares.

Após a aceitação, recomendamos que você mantenha uma cópia do seu Manuscrito Aceito. Saiba mais sobre como compartilhar seu trabalho.

Política de Compartilhamento de Dados

Esta revista aplica a Política de Compartilhamento de Dados Básicos da Taylor & Francis. Os autores são incentivados a compartilhar ou tornar abertos os dados que suportam os resultados ou análises apresentados em seu artigo, desde que isso não viole a proteção de sujeitos humanos ou outras preocupações válidas de privacidade ou segurança.

Os autores são incentivados a depositar o(s) conjunto(s) de dados em um repositório de dados reconhecido que possa cunhar um identificador digital persistente, preferencialmente um identificador de objeto digital (DOI) e que reconheça um plano de preservação de longo prazo. Se você não tiver certeza sobre onde depositar seus dados, consulte estas informações sobre repositórios.

Os autores também são incentivados a citar quaisquer conjuntos de dados mencionados no artigo e fornecer uma Declaração de disponibilidade de dados.

No momento da submissão, você será perguntado se existe um conjunto de dados associado ao artigo. Se você responder sim, será solicitado que você forneça o DOI, DOI pré-registrado, hiperlink ou outro identificador persistente associado ao(s) conjunto(s) de dados. Se você optou por fornecer um DOI pré-registrado, esteja preparado para compartilhar o URL do revisor associado ao seu depósito de dados, mediante solicitação dos revisores.

Quando um ou vários conjuntos de dados estão associados a um manuscrito, eles não são formalmente revisados por pares como parte do processo de submissão do periódico. É responsabilidade do autor garantir a solidez dos dados. Quaisquer erros nos dados são de responsabilidade exclusiva dos produtores do(s) conjunto(s) de dados.

Taxas de Publicação

Não há taxas de submissão, taxas de publicação ou encargos de página para esta revista.

As figuras coloridas serão reproduzidas em cores em seu artigo online gratuitamente. Caso seja necessário que as figuras sejam reproduzidas em cores na versão impressa, será cobrada uma taxa.

Os encargos para figuras coloridas impressas são de £ 300 por figura (\$ 400 dólares americanos; \$ 500 dólares australianos; € 350). Para mais de 4 figuras coloridas, as figuras 5 e acima serão cobradas em £ 50 por figura (\$ 75 dólares americanos; \$ 100 dólares australianos; € 65). Dependendo da sua localização, essas cobranças podem estar sujeitas a impostos locais.

Opções de direitos autorais

Os direitos autorais permitem que você proteja seu material original e impeça que outras pessoas usem seu trabalho sem sua permissão. A Taylor & Francis oferece várias opções diferentes de licença e reutilização, incluindo licenças Creative Commons ao publicar acesso aberto. [Leia mais sobre contratos de publicação.](#)

Conformidade com agências de financiamento

Depositaremos todos os artigos financiados pelo National Institutes of Health ou WellcomeTrust no PubMed Central em nome dos autores, atendendo aos requisitos de suas respectivas políticas de acesso aberto. Se isso se aplica a você, informe nossa equipe de produção quando receber suas provas de artigo, para que possamos fazer isso por você. Verifique os mandatos da política de acesso aberto dos financiadores [aqui](#). Saiba mais sobre como [compartilhar seu trabalho](#).

Minhas obras de autoria

Na publicação, você poderá visualizar, baixar e verificar as métricas do seu artigo (downloads, citações e dados Altmetric) através de [My Authored Works](#) on Taylor & Francis Online. É aqui que você pode acessar todos os artigos que publicou conosco, bem como o [link de eprints gratuitos](#), para compartilhar seu trabalho de maneira rápida e fácil com amigos e colegas.

Estamos empenhados em promover e aumentar a visibilidade do seu artigo. Aqui estão algumas dicas e idéias sobre como você pode trabalhar conosco para [promover sua pesquisa](#).

References Section

References should be cited parenthetically in the text by author surname(s) and year (see examples below).

1 author	(Smith, 2010)
2 authors	(Smith and Jones, 2010)
3 authors	(Smith, Jones, and Adams, 2010)
4 authors	(Smith, Jones, Adams, and Branch, 2010)
5 or more authors	(Smith et al, 2010)

For more than one citation these should be listed alphabetically within the parentheses (see an example below).

(Adams, 2010; Branch and Jones; 2008; Smith et al, 2012)

If authors are cited beginning a sentence the following formats should be followed:

1 author	Smith (2010) reported...
2 authors	Smith and Jones (2010) reported...
3 authors	Smith, Jones, and Adams (2010) reported...
4 authors	Smith, Jones, Adams, and Branch (2010)
5 or more authors	Smith et al. (2010) reported...

References should be listed in a separate section at the end of the main text. All references in the list should be ordered alphabetically by the first author's surname (last name). If more than 10 individuals authored a resource, the reference entry documenting the resource should list the first 10 authors followed by "et al." (e.g., Smith A, Jones B, Smythe c, Jonesy D, Smitty E, Jonesi F, Smithe G, Janes H, Smithee I, Junes J, et al.). Journal titles need to be in full (no abbreviations). Examples of common reference types appear below. Do not include doi number unless the article does not have page numbers from the journal as when [In Press]. In addition, do not include issues numbers; include only volume numbers unless a journal is not paginated continuously throughout the volume (see examples below).

Journal article

Taylor J, Ogilvie BC. 1994. A conceptual model of adaptation to retirement among athletes: A meta-analysis. *Journal of Applied Sport Psychology* 6: 7–20.

Bjorbæko W, Stendal Robinson H, Engebretsen E. 2018. Which knowledge? An examination of the knowledge at play in physiotherapy with children. *Physiotherapy Theory and Practice* [In Press] <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1423654>.

Book

Bandura A. 1997. *Self-Efficacy. The Exercise of Control*. New York: Freeman and Company.

Edited book chapter

Gordon S, Lavalley D. 2004. Career transitions in competitive sport. In: Morris T, Summers J (Eds) *Sport Psychology: Theory, Applications and Issues*, pp. 584–610. Brisbane, Australia: Wiley.

Edited book chapter with edition

Remael A. 2012. Audiovisual translation. In: Gambier Y, van Dooslaer L (Eds) *Handbook of Translation Studies* (2nd ed), p. 12–17. Durham, NC: Duke University Press.

Online/Website

Norwegian Directorate of Health. 2010. Forebygging, utredning og behandling av overvekt og fedme hos barn og unge: Nasjonale faglige retningslinjer for forebygging, utredning og behandling av overvekt og fedme hos barn og unge [Prevention and treatment of children's and adolescents' obesity]. Norwegian Directorate of Health. Oslo, Norway. <https://helsedirektoratet.no/retningslinjer/nasjonal-faglig-retningslinje-for-forebygging-utredning-og-behandling-av-overvekt-og-fedme-hos-barn-og-unge>.

Dissertation/Thesis

Turley CL. 2002. *Radiation Therapy Program Directors: A Frames Analysis of Leadership in Higher Education*. Doctoral dissertation, George Washington University.

Conference presentation

Alfermann D, Gross A. 1997. Coping with Career Termination: It all Depends on Freedom of Choice. Paper presented at: 9th Annual World Congress on Sport Psychology, Netanya, Israel.

Paper/Report

World Health Organization. 2010. *Measuring Health and Disability: Manual for WHO Disability Assessment Schedule (WHODAS 2.0)*. <http://www.who.int/en/>.