

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

Franciele Zardo

**Uso da eletromiografia para análise
da ativação muscular em crianças e
adolescentes com Paralisia Cerebral
GMFCS IV e V submetidos ao Conceito
Bobath**

**Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre**

Porto Alegre

2020

Franciele Zardo

**Uso da eletromiografia para análise
da ativação muscular em crianças e
adolescentes com Paralisia Cerebral
GMFCS IV e V submetidos ao Conceito
Bobath**

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

Orientadora: Prof. Dra. Fernanda Cechetti

Porto Alegre

2020

Catálogo na Publicação

Zardo, Franciele

Uso da eletromiografia para análise da ativação muscular em crianças e adolescentes com Paralisia Cerebral GMFCS IV e V submetidos ao Conceito Bobath / Franciele Zardo. -- 2020.

84 p. : 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2020.

Orientador(a): Fernanda Cechetti.

1. Paralisia Cerebral. 2. Quadriparesia. 3. Músculos. 4. Eletromiografia. 5. Modalidades de Fisioterapia. I. Título.

Uso da eletromiografia para análise da ativação muscular em
crianças e adolescentes com Paralisia Cerebral GMFCS IV e V
submetidos ao Conceito Bobath

BANCA AVALIADORA

Prof. Dr. Alcyr Alves de Oliveira Júnior
Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Prof.^a Dr.^a. Raquel Sacconi
Departamento de Fisioterapia
Universidade de Caxias do Sul

Prof.^a Dr.^a. Alessandra Bombarda Müller
Departamento de Fisioterapia
Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS)

Porto Alegre
2020

AGRADECIMENTO

Agradeço a todas as famílias e pacientes que passaram pelas minhas mãos e me inspiraram na jornada até aqui. Desde o início do curso de Fisioterapia, tinha a certeza de que queria trabalhar com crianças e poder um dia, ensinar outros estudantes que assim como eu, querem fazer o bem e ajudar esse público tão especial.

Obrigada aos colegas do Mestrado, do Grupo de Pesquisa em Reabilitação Neurofuncional, do curso de Fisioterapia e a estatística da UFCSPA, pela ajuda nas coletas e no contato com essas crianças e adolescentes.

Aos locais que estive, às pessoas que acreditaram nesse trabalho e contribuíram de alguma forma, para que isso tomasse forma e chegasse até aqui.

Aos familiares e instituições, que prontamente aceitaram e abriram suas portas para o desenvolvimento desse projeto. Mas especialmente, às crianças e adolescentes que participaram desse estudo, a minha gratidão. Muitas histórias inspiradoras!

À minha família e meu namorado Fábio, pelo apoio e incentivo.

Aos mestres e professores, que sempre me inspiraram, mas em especial, à minha orientadora Fernanda, que sempre acreditou em mim e incentivou o meu sonho. Não tenho palavras para descrever o quanto você me inspira, um exemplo de pessoa, profissional e de como ser humilde, nos faz ir longe.

Os percalços do caminho só me fortaleceram e me tornei uma pessoa melhor, com mais entusiasmo e ânimo para seguir em frente com essa profissão linda que escolhi. Acredito que um dia, não muito longe, eu possa inspirar outras pessoas também.

RESUMO

A Paralisia Cerebral é considerada o tipo mais prevalente de incapacidade física em crianças. Descrita como um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento que afetam o movimento e a postura, causando limitação de atividade, atribuídas a distúrbios não progressivos que ocorreram no cérebro fetal ou infantil em desenvolvimento, sendo a base do quadro clínico um distúrbio motor, contudo distúrbios cognitivos, de comportamento e emocionais são juntamente afetados. Os quadriparéticos apresentam um pior desempenho, em diversas atividades e tarefas da rotina diária, como na postura sentada, na qual a maioria não consegue desempenhá-la de maneira adequada e, ainda, são escassos os estudos que abordem essa população mais gravemente acometida. Portanto, o objetivo desse estudo foi verificar a ativação dos músculos eretor da espinha, glúteo médio e glúteo máximo, através dos manuseios do Conceito Bobath e da postura mantida de joelhos, em indivíduos com diagnóstico de Paralisia Cerebral grave. Foi realizado um estudo transversal, com 38 crianças e adolescentes classificados pelo GMFCS em níveis IV e V, e um grupo de 20 participantes hígidos. Os mesmos foram submetidos aos manuseios de *side-sitting* e rolar, com algumas variações, e a postura mantida de joelhos, sendo avaliadas as musculaturas de eretor da espinha, glúteo médio e glúteo máximo. A variação da ativação muscular em relação ao repouso foi significativa durante o manuseio em *side-sitting*, com transferência de peso e sem auxílio de outro terapeuta, e durante a postura mantida de joelhos, para eretor da espinha e glúteo médio. O mesmo não ocorreu com o manuseio de rolar. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que para crianças quadriparéticas graves, com GMFCS IV e V, tanto o manuseio de *side-sitting* como a postura de joelhos provocam ativação muscular significativa em eretor da espinha e glúteo médio. Estes dados são de extrema relevância para todos os profissionais envolvidos com esta população mais gravemente acometida, frente à escassez de estudos e a necessidade de colocar em prática as evidências científicas, contribuindo para a melhora da qualidade de vida destas crianças e adolescentes.

Palavras-chave: Paralisia Cerebral. Quadriparesia. Músculos. Eletromiografia. Modalidades de Fisioterapia.

ABSTRACT

Cerebral palsy is considered the most prominent kind of physical disability amongst children. Described as a set of permanent developmental disorders that affect motion and posture, causing activity limitations due to non-progressive disorders occurring in the foetal or infant developing brain, being the basis of a wider clinical condition a motor disorder, however, cognitive, behavioural and emotional are equally affected. Quadriplegia patients present a poorer performance in several daily activities, such as seat-up postures, which most of them are not able to execute correctly. Academic research around this severely compromised population is yet scarce. Thus, the aim of this study was to investigate the activation of the erector muscles of the spine, gluteus medius and gluteus maximus, through the handling of the Bobath Concept and the maintained kneeling posture, in individuals diagnosed with severe Cerebral Palsy. A cross-sectional study was carried out with 38 children and adolescents classified by GMFCS at levels IV and V, and a group of 20 healthy participants. They were subjected to *side-sitting* and rolling handlings, with some variations, and their kneeling posture maintained, assessing spine erector muscles, gluteus medius and gluteus maximus. The variation in muscle activation in relation to rest was significant during handling in *side-sitting*, with weight transfer and without the aid of another therapist, and during the posture maintained on knees, for erector of the spine and gluteus medius. The same did not happen with the handling of rolling. From the results obtained, it is concluded that for severe quadriplegia children, with GMFCS IV and V, both the handling of *side-sitting* and the posture of the knees cause significant muscle activation in the erector of the spine and gluteus medius. This data is extremely relevant for all professionals involved with this population, given the scarcity of studies and in order to employ evidence-based practices, contributing to the improvement of the quality of life of these children and adolescents.

Key words: Cerebral Palsy. Quadriplegia. Muscles. Electromyography. Physical Therapy Modalities.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Complexidade e distribuição.....	20
Figura 2 – Sistema de Classificação GMFCS.....	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PC	Paralisia Cerebral
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
NDT	Neurodevelopmental Therapy
EMG	Eletromiografia
SNC	Sistema Nervoso Central
NMS	Neurônio Motor Superior
CIF	Classificação de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
GAS	Goal Attainment Scaling
PEDI	Pediatric Evaluation of Disability Inventory
MACS	Manual Ability Classification System
GMFM	Gross Motor Function Measure
ADM	Amplitude de movimento
ECM	Esternocleidomastoideo
LP	Low Pass
BP	Band Pass
BS	Band Stop
RMS	Root Mean Square
SENIAM	Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of
Muscles	
CMV	Contração Voluntária Máxima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO	14
2.1 DEFINIÇÃO E EPIDEMIOLOGIA.....	14
2.2 ETIOLOGIA E FISIOPATOLOGIA	16
2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E CLASSIFICAÇÃO.....	18
2.4 INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA.....	25
2.5 ELETROMIOGRAFIA	32
3 OBJETIVOS.....	36
3.1 OBJETIVO GERAL	36
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	36
4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA	37
5 ARTIGO	49
6 CONCLUSÃO GERAL.....	69
ANEXOS	70
ANEXO A.....	70
ANEXO B.....	74

1 INTRODUÇÃO

A Paralisia Cerebral (PC) refere-se aos distúrbios de movimento e postura da infância, cuja gravidade, padrões de envolvimento motor e os comprometimentos associados são muito variados (COLVER; FAIRHURST; PHAROAH, 2014). É considerada o tipo mais prevalente de incapacidade física em crianças, de acordo com revisões sistemáticas, onde sua prevalência geral é de 2,1 por 1000 nascidos vivos em países desenvolvidos e entre 2,0 e 2,8 em países em desenvolvimento (GLADSTONE, 2010; OSKOU et al., 2013). No Brasil, esse dado aumenta consideravelmente, sendo que a cada 1000 crianças nascidas, sete têm esse diagnóstico (FIRMINO et al., 2015).

Os pacientes acometidos, de um modo geral, apresentam como base do quadro clínico um distúrbio motor, contudo os distúrbios cognitivos, comportamentais e emocionais são juntamente afetados. A deficiência mental, transtornos de linguagem, transtornos auditivos, oculares e visuais e distúrbios do sono são encontrados com muita frequência. Esses efeitos pós-lesão podem afetar negativamente a qualidade de vida, daí a necessidade de uma atuação imediata e efetiva (ROTTA, 2002; NIZAMUTDINOV; SHAPIRO, 2017).

Existe um amplo espectro de gravidade para a PC, conforme definido pelo Gross Motor Function Classification System (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa - GMFCS), e cada nível está associado a um padrão único de comprometimentos físicos, do desenvolvimento e funcionamento ao longo da vida (HO et al., 2017). Muitas crianças com esse diagnóstico desempenham a maioria das atividades diárias na postura sentada, pois a mesma oferece maior estabilidade e menor grau de liberdade para ser controlado (BROGREN; HADDERS-ALGRA; FORSSBERG, 1998).

Estudos mostram que os quadriparéticos apresentam maior comprometimento referente à espasticidade e que crianças com maior comprometimento no controle motor seletivo apresentam pior desempenho na função motora ampla. As crianças com comprometimento moderado (nível III) apresentam mais atividades referentes à mobilidade que aquelas com limitações graves (OSTENSJØ; CARLBERG; VØLLESTAD, 2003, 2004). Bjornson et al. (2007), também encontraram que as crianças que apresentam grande espasticidade, como as quadriparéticas, por exemplo, apresentam um pior controle seletivo, fraqueza muscular, limitações na

amplitude de movimento no quadril e extensão de joelho, mostrando que o comprometimento da função motora é menos favorável, se comparado às crianças menos afetadas, principalmente no quesito mobilidade.

No estudo de Cunha et al. (2009), foi encontrado um pior alinhamento postural nas crianças classificadas nos níveis IV e V, provavelmente relacionado à diminuição da ativação muscular em extensores de tronco, mau posicionamento da pelve e falta de aquisição das reações de equilíbrio.

É notável um aumento da performance nos níveis mais baixos (I, II e III) e uma diminuição da capacidade nos níveis mais graves (IV e V). Por isso, proporcionar mais oportunidades para executar ou participar de atividades deve ser enfatizado nas terapias, como um complemento às intervenções destinadas a melhorar a capacidade motora dessa população acometida mais gravemente (HO et al., 2017).

Existe uma forte relação entre gravidade da condição de saúde e expectativas de desempenho funcional (MANCINI et al., 2004). Os dados do estudo de Mancini et al. (2004) comprovam a superioridade funcional apresentada pelas crianças leves, comparadas com as graves, em todas as áreas avaliadas. Os resultados confirmam evidências já disponibilizadas na literatura no que se refere às expectativas funcionais de crianças graves, quando comparadas às de comprometimento leve, apresentando desempenho bem inferior. Esses resultados apontam o impacto negativo que os maiores comprometimentos podem causar no desempenho de atividades e tarefas da rotina diária da criança com PC.

Especialmente os distúrbios do movimento em crianças com essa patologia têm sido tratados com diferentes intervenções de reabilitação. Dentre eles, o Neurodevelopmental Therapy (Tratamento Neuroevolutivo - NDT) / Conceito Bobath está entre as abordagens mais populares para intervenção motora na PC (NOVAK et al., 2013; MORGAN et al., 2016; MARCROFT et al., 2018). Desenvolvido entre 1943 e 1991 por Berta e Karel Bobath, introduziu no campo da reabilitação uma abordagem de tratamento que reconhecia o potencial de mudança funcional e aprendizado de habilidades em crianças com PC, bem como os riscos de agravamento do quadro se não houvesse um tratamento adequado (FARJOUN et al., 2020). Mesmo com o avanço no campo da neurociência nas últimas décadas, o Conceito Bobath ainda é um dos mais utilizados entre os fisioterapeutas da área (KOLLEN et al., 2009).

A reabilitação física faz parte do meio ambiente em que o paciente neurológico se encontra inserido. Dessa forma, faz-se necessário que o fisioterapeuta seja

conhecedor dos métodos fisioterapêuticos em uso para o tratamento da PC, aliado a maior evidência científica, sendo que ainda carecem de estudos nessa área. A seleção do tratamento apropriado, no entanto, é uma tarefa desafiadora, que nem sempre alcança o resultado desejado. As ativações de um grande número de músculos, geralmente coletadas usando a eletromiografia (EMG) de superfície, podem ser descritas com precisão, sendo uma maneira comum de resumir as características do controle motor de um sujeito (PITTO et al., 2020). A EMG é um método tradicional de registro de atividade muscular, amplamente utilizado e empregado na prática clínica (CHRISTIE et al., 2009)

Diante desse cenário de reabilitação, a fisioterapia atua diretamente na reabilitação dos pacientes com PC, e cabe aos profissionais um atendimento diferenciado, com base científica e comprovada. O uso de uma ferramenta como a eletromiografia, aliada aos manuseios do Conceito Bobath, vêm a contribuir na tomada de decisões, dentro do contexto, do que usar para cada paciente. Pode-se verificar as ativações musculares para determinadas ações, tornando o uso de nossas técnicas mais eficiente, durante as terapias. O ganho será para o paciente e para o profissional, que terá acesso a uma tomada de decisão mais rápida e efetiva, contribuindo ainda mais no papel de reabilitador e orientador de uma qualidade de vida melhor.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar a ativação dos músculos eretor da espinha, glúteo médio e glúteo máximo, através dos manuseios do Conceito Bobath e da postura mantida de joelhos, em crianças e adolescentes com diagnóstico de Paralisia Cerebral, classificados nos níveis IV e V do GMFCS.

2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 DEFINIÇÃO E EPIDEMIOLOGIA

A Paralisia Cerebral (PC) é o tipo mais prevalente de incapacidade física em crianças. Qualquer lesão do sistema nervoso central (SNC) não progressiva, que ocorre no período pré-natal, perinatal e pós-natal até os 2 anos de vida é considerado PC, sendo que a etiologia exata só pode ser identificada em 40% a 50% dos casos (ERKIN et al., 2008; BERKER; YALÇIN, 2008).

A definição de PC proposta por Rosebaum et al. (2007), descreve um grupo de desordens permanentes do desenvolvimento que afetam o movimento e a postura, causando limitação de atividade, atribuídas a distúrbios não progressivos que ocorreram no cérebro fetal ou infantil em desenvolvimento. Os distúrbios motores são geralmente acompanhados de distúrbios da sensação, percepção, cognição, comunicação, depressão, por epilepsia e por problema musculoesquelético secundário.

Historicamente, Little, em 1861, relatou pela primeira vez a paralisia cerebral, então chamada “paresia cerebral”. No final do século XIX, os pesquisadores Sigmund Freud e Sir William Osler contribuíram com novas e importantes informações sobre essa condição. Em 1984, Bax et al. descreveram que seria “uma desordem de movimento e posição devido a um defeito ou lesão do cérebro imaturo” e que “para fins práticos, é comum excluir da paralisia cerebral os distúrbios da postura e do movimento que são (1) de curta duração, (2) devido a doença progressiva ou (3) devido apenas à deficiência mental”. Nessa definição, as deficiências sensoriais, cognitivas, comportamentais e outras deficiências associadas não foram incluídas.

Devido à heterogeneidade desses distúrbios e para obter uma melhor compreensão de como ocorre o desenvolvimento em bebês que tiveram danos cerebrais precoces, em 1992, Mutch e cols, modificaram a definição de PC: “Um termo genérico que abrange um grupo de síndromes de comprometimento motor não progressivas, mas que geralmente mudam, secundárias a lesões ou anomalias do cérebro que surgem nos estágios iniciais de desenvolvimento” (ROSEMBAUM et al., 2007; AISEN et al., 2011). Em resposta à necessidade emergente de reavaliar a linguagem sobre a PC, em 2004, durante um evento internacional sobre *Definição e Classificação da Paralisia Cerebral*, ficou reconhecido que o comprometimento motor

do desenvolvimento está quase invariavelmente associado a uma série de outras deficiências; e foi relatado um maior entendimento sobre antecedentes associados e correlatos dessa patologia (BAX et al., 2005; ROSEMBAUM et al., 2007).

Associado ao distúrbio de base motor, ainda existem uma série de sintomas, em diferentes combinações, e que, às vezes, podem produzir uma limitação de atividade ainda maior do que as deficiências motoras. Essas deficiências podem ter resultado de processos fisiopatológicos iguais ou semelhantes que levaram ao distúrbio motor, mas, devem ser listadas e numeradas separadamente. Exemplos incluem distúrbios convulsivos (em 65% dos casos, as ditas crises convulsivas generalizadas), problemas auditivos e visuais, déficits cognitivos e atencionais, problemas emocionais e comportamentais e problemas osteomusculares que podem vir a se desenvolver mais tarde. Essas deficiências devem ser classificadas como presentes ou ausentes e, se presentes, descrever o quanto interferem na capacidade funcional e na participação das atividades desejadas pelo paciente (ROTTA, 2002; ROSEMBAUM et al., 2007).

De acordo com revisões sistemáticas, a prevalência geral de paralisia cerebral é de 2,11 por 1000 nascidos vivos em países com uma alta renda e entre 2,0 e 2,8 em países considerados de baixa e média renda (GLADSTONE, 2010; OSKOUI et al. 2013). No Brasil, esse dado aumenta consideravelmente, estima-se que a cada 1000 crianças nascidas, sete apresentam PC (FIRMINO et al, 2015). A incidência é estimada em cerca de 30 a 40 mil casos novos por ano (MANCINI et al., 2002). Esta condição pode ser atribuída às más condições de cuidados pré-natais e ao atendimento primário dispensado às gestantes em nosso país (BRASIL, 2013). Em países de alta renda, a incidência de casos graves diminuiu e os novos casos caíram para 30%, nos quais essa redução é provavelmente devido a uma combinação de intervenções e cuidados intensivos obstétricos e neonatais (GALEA et al., 2019).

A prevalência dessa patologia está inversamente associada à idade gestacional e ao peso ao nascer, variando de 90 casos por 1000 em neonatos nascidos com peso inferior a 1000 g e 1,5 casos por 1000, para os nascidos com peso igual ou superior a 2500 g. Cerca de 10% de todos os casos de Paralisia Cerebral são classificados como pós-neonatais, os quais são atribuídos a infecções no SNC, como meningoencefalite e traumatismos na cabeça (acidentais e não acidentais) (COLVER; FAIRHURST; PHAROAH, 2014).

2.2 ETIOLOGIA E FISIOPATOLOGIA

A etiologia dessa doença ainda é motivo de investigação, a fim de encontrar uma causa determinante para essa condição. Sugere-se que a PC seja uma doença multifatorial, com diversos fatores de risco associados e que interagem entre si, ainda sem nenhuma causa específica para ela (PATO et al., 2002).

Entre os fatores etiológicos no período pré-natal, existem as infecções e parasitoses (rubéola, toxoplasmose, citomegalovírus, HIV); intoxicações por drogas, álcool, cigarro; radiações; traumatismos e fatores maternos como doenças crônicas, anemia grave e desnutrição. No período perinatal, a principal causa é a injúria hipóxica-isquêmica e no período pós-natal, os distúrbios metabólicos, infecções (meningites), encefalites, traumatismos cranioencefálicos, intoxicações e a desnutrição (ROTTA, 2002). Mcintyre et al. (2013) em sua revisão sistemática, relataram dez fatores de risco em países desenvolvidos: anormalidades placentárias, defeitos congênitos, baixo peso ao nascer, aspiração de mecônio, cesariana de emergência, asfixia no nascimento, convulsões neonatais, síndrome do desconforto respiratório, hipoglicemia e infecções neonatais.

O fator prematuridade é estimado em 11,1% de todos os partos em todo o mundo, dos quais 10% são bebês muito prematuros (28-31 semanas de idade gestacional) e 5% extremamente prematuros (<28 semanas de idade gestacional). Isso representa quase 15 milhões de crianças anualmente e o número só aumenta (BLENCOWE et al., 2013; HARRISON; GOLDENBERG, 2016). Um número considerável de bebês nascidos antes das 25 semanas de idade gestacional sobrevive, no entanto menos da metade dessas crianças sobrevive sem algum comprometimento do neurodesenvolvimento que pode aparecer em torno de 2 anos de idade corrigida (YOUNGE et al., 2017).

Alguns fatores protetores, como o uso de sulfato de magnésio pré-natal, reduziu significativamente o risco dessa afecção (ODDIE; TUFFNEL; MCGUIRE, 2015) e os corticosteroides diminuem a hemorragia intracraniana (SHEPHERD et al., 2017). A monitorização fetal eletrônica tem sido difundida para a detecção precoce de hipóxia, isquemia ou outras condições de sofrimento fetal, a fim de desenvolver formas de prevenção da PC. No Brasil, a incidência de casos não está bem estabelecida, mas estima-se que seja alta por causa do cuidado precário dispensado às gestantes e aos recém-nascidos (PATO et al., 2002). Nos bebês prematuros, ventilados

mecanicamente, a cafeína profilática (metilxantinas) antes da extubação (SHEPHERD et al., 2017) têm sido utilizada e nos nascidos a termo com encefalopatia ou asfixia neonatal, a hipotermia terapêutica iniciada dentro de 6 horas após o parto é neuroprotetora e pode evitar 15% dos casos de PC (SHEPHERD et al., 2018).

Ainda não há um consenso sobre a fisiopatologia da PC, mas a maioria dos casos resulta de uma interferência no cérebro em desenvolvimento. Essas lesões provenientes antes mesmo de nascer, ocorrem no período pré-natal ou perinatal, vindas de uma injúria hipóxica-isquêmica do cérebro, sendo considerado o maior contribuidor para a morbidade e a mortalidade em crianças (VEXLER; FERRIERO, 2001; LEVISON et al. 2001). Em geral, os insultos cerebrais durante o primeiro trimestre estão associados a um desenvolvimento cerebral anormal, como na esquizencefalia; no segundo trimestre, associado a danos na substância branca periventricular; e, no terceiro trimestre, danos na substância cinzenta e cortical profunda (KRÄGELOH-MANN; CANS, 2009).

A PC é caracterizada principalmente por lesões cerebrais que podem ser identificadas por exame de ressonância magnética em cerca de 75% dos prematuros. As lesões periventriculares da substância branca foram encontradas com maior frequência (56%), seguidas pelas lesões corticais e profundas da substância cinzenta (18%). Já as más formações cerebrais foram bastante raras, descritos em 9% (KRÄGELOH-MANN, 2007).

A afecção pode decorrer de hemorragia e hipóxia-isquemia profunda do SNC, danos mecânicos na medula espinhal e no tronco encefálico, hipóxia no córtex cerebral e isquemia transitória ou irreversível, resultando em necrose celular secundária à formação de radicais livres ou morte celular metabólica relacionada à hipóxia. As manifestações clínicas das lesões neurológicas dependem da extensão e do tipo de dano, da localização do insulto irreversível e da capacidade do SNC de se adaptar ou reorganizar. As características de topografia, como diparesia, está associada à leucomalácia periventricular, enquanto a discinesia ocorre após hiperbilirrubinemia e lesão nos gânglios da base. A hemiparesia é mais comum em bebês nascidos a termo e, na maioria dos casos, está associada a lesões únicas no hemisfério. A quadriparesia está associada a insultos difusos do SNC (KOMAN; SMITH; SHILT, 2004).

Embora muitos mecanismos tenham sido propostos para explicar a causa, natureza e época do insulto cerebral definitivo, fatores adversos podem estar

presentes durante a gravidez. Para cada gestação e tipo de Paralisia Cerebral existe um peso ideal ao nascer. O risco de PC, como o risco de morte perinatal, é mais baixo em bebês com peso gestacional acima da média no nascimento, mas quando o bebê apresenta variações no peso, muito acima ou muito abaixo do considerado normal, a chance de lesão cerebral aumenta consideravelmente (JARVIS et al., 2013).

A asfixia neonatal é responsável por 10 a 20% dos casos, portanto, não é mais considerada uma das principais causas de danos cerebrais em bebês prematuros ou a termo, frequentemente se refere à necessidade de administração de oxigênio após o nascimento (COLVER; FAIRHURST; PHAROAH, 2014). A Academia Americana de Pediatria, em conjunto com o Colégio Americano de Ginecologia e Obstetrícia, definiram asfixia como acidose metabólica ($\text{pH} < 7,1$) verificada no sangue do cordão umbilical; índice de Apgar persistentemente baixo (0-3) no 1º e 5º minutos; sequelas neurológicas neonatais, tais como convulsões, coma e hipotonia; envolvimento de múltiplos órgãos (rins, pulmões, fígado, coração e intestinos). Quanto às manifestações físicas, são diretamente proporcionais à intensidade da hipóxia (DAMIANI et al., 2013).

Cerca de 85% das crianças têm uma ressonância magnética anormal. O exame pode fornecer uma estimativa do tempo da lesão e ajudar a determinar se a lesão é responsável pelo comprometimento motor (KRÄGELOH-MANN, 2007). Aliado ao exame físico, os resultados fornecem uma explicação mais completa da causa da Paralisia Cerebral, ajudando no entendimento das famílias, e ainda pode sugerir a necessidade de uma investigação mais detalhada de algumas condições genéticas a fim de distinguir das paraplegias espásticas hereditárias, distonias e distúrbios metabólicos que podem ser confundidas com a PC (COLVER; FAIRHURST; PHAROAH, 2014).

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E CLASSIFICAÇÃO

O principal critério de inclusão na PC é a identificação de um distúrbio de movimento ou postura. Tradicionalmente, são descritos dois grupos de distúrbios motores: o piramidal (espástico), também conhecido por lesão do neurônio motor superior (NMS) e o extrapiramidal (atáxico, atetóide e distônico) (PAKULA; BRAUN; YEARGIN-ALLSOPP, 2009). As lesões piramidais estão associadas à espasticidade, hipertonia e aumento dos reflexos tendinosos profundos. As lesões extrapiramidais

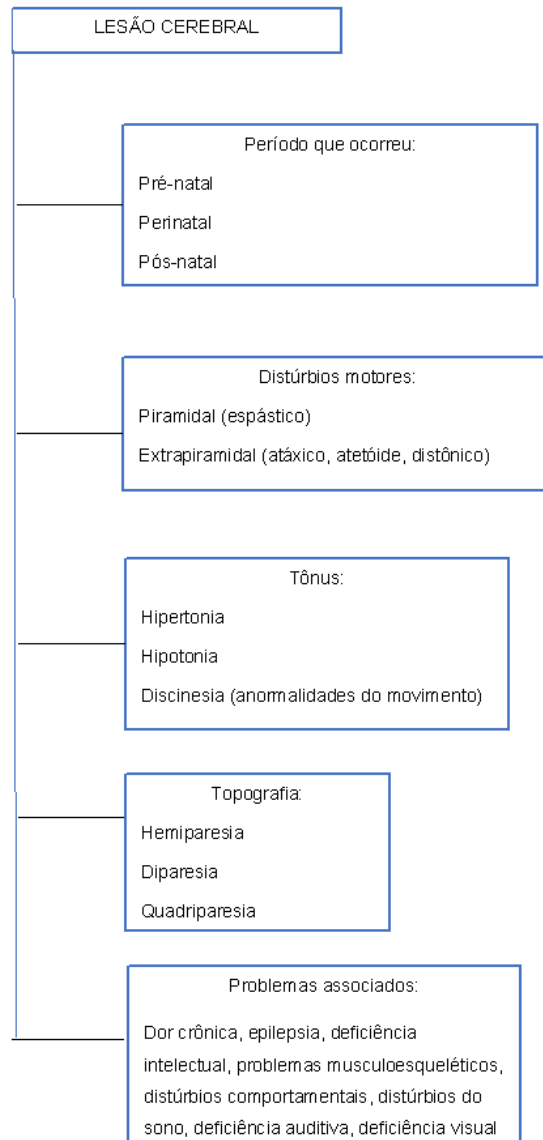
são associadas a coreoatetose e discinesias (e outras formas de regulação anormal do tônus), controle postural anormal e déficits de coordenação (AISEN et al., 2011).

Os distúrbios do movimento geralmente envolvem diferenças no tônus neurológico (hipertonia ou hipotonia) e / ou anormalidades do movimento (discinesia) (GRAHAM; PAGET; WIMALASUNDERA, 2019). As anormalidades de movimento são classificadas em atetóide, coreiforme ou distônica, isoladamente ou em várias combinações (GORTER et al., 2004; ROSEMBAUM et al., 2007). A desordem motora mais comum é a espástica, com prevalência de 85 - 91%, a discinesia varia de 4 - 7%, incluindo distonia e atetose, ataxia com 4 - 6% e hipotonia com 2%, onde esta última é pouco descrita e classificada (NOVAK et al., 2017). Reconhece-se que muitas crianças com PC terão sinais piramidais e extrapiramidais coexistentes que podem ser descritos como mistos ou de acordo com o distúrbio do movimento que venha a ser predominante (PAKULA; BRAUN; YEARGIN-ALLSOPP, 2009).

A paralisia cerebral é descrita principalmente pela topografia (partes do corpo afetadas) e distúrbio do movimento predominante. O envolvimento motor pode incluir predominantemente os membros inferiores (diparesia), o braço e a perna de um lado (hemiparesia) ou todo o corpo (quadriparesia). Também pode ser referida como unilateral ou bilateral, a fim de facilitar a descrição para a classificação (CANS, 2000; GRAHAM; PAGET; WIMALASUNDERA, 2019).

A caracterização dos prejuízos associados é fundamental para identificar a presença ou ausência de problemas sensoriais ou de sinais não motores do neurodesenvolvimento, como dor crônica (75%), epilepsia (35%), deficiência intelectual (49%), problemas musculoesqueléticos (por exemplo, deslocamento do quadril) (28%), distúrbios comportamentais (26%), distúrbios do sono (23%), deficiência auditiva (4%) e deficiência visual e até que ponto essas comorbidades interagem; se existe uma causa claramente definida, se existem malformações cerebrais e identificar o período durante o qual a lesão ocorreu (BAX et al., 2005; ROSEMBAUM et al., 2007; NOVAK et al., 2012) (Figura 1).

Figura 1. Complexidade e distribuição.



Fonte: (adaptado de ERKIN et al., 2008; PAKULA; BRAUN; YEARGIN-ALLSOPP, 2009; GRAHAM; PAGET; WIMALASUNDERA, 2019; CANS, 2000; ROSEMBAUM et al., 2007; BAX et al., 2005; NOVAK et al., 2012).

A despeito dos achados em exames de imagem, Korzeniewski et al. (2008) em sua revisão sistemática, concluíram que dos 20 estudos que apresentavam múltiplas formas de PC, 80% dos pacientes exibiram anormalidades na imagem, como lesões na substância branca, ventriculomegalia, anormalidades no espaço líquido cefalorraquidiano e atrofia. O dano à substância cinzenta pura foi o achado mais raro de imagem, relatado em apenas 6% dos pacientes. Em média, foram relatadas malformações em mais de 1 em cada 10 pacientes. Ainda, em todos os estudos (n = 42), 17% dos pacientes não apresentaram nenhuma alteração na imagem. Isso pode

ser resultado de dano cerebral microscópico que não pode ser visualizado por tomografia ou ressonância.

Na prática clínica, existem diversos sistemas de classificação funcional desenvolvidos para auxiliar na avaliação do prognóstico e na comunicação interdisciplinar, visto que a heterogeneidade da PC leva a variações nas necessidades das crianças e, conseqüentemente, nos serviços de reabilitação necessários. Essas crianças geralmente são classificadas em subgrupos com base na distribuição de deficiências motoras, no qual essa maneira de classificar é amplamente utilizada por clínicos e pesquisadores. No entanto, sua confiabilidade é questionável devido à falta de definições operacionais unificadas. Além disso, ela não pode ser usada para identificar limitações funcionais ou avaliar alterações na função da criança ao longo do tempo (SALEH et al., 2019).

A Organização Mundial da Saúde, em 2001, publicou um conjunto de ideias sobre como poderíamos pensar em saúde, refinadas à Classificação de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF). Ela pode fornecer uma classificação detalhada de aspectos da vida. Publicada há mais de uma década, a fim de promover uma linguagem internacional comum entre os diferentes profissionais da saúde e servir como parâmetro conceitual para descrever a saúde e os processos de funcionalidade e de incapacidade humana. A sua estrutura conecta várias ideias sobre saúde e condições de saúde entre si e, através da incorporação das 'F-words' (Fitness, Function, Friends, Family, Fun) nos componentes relevantes da estrutura, isso pode facilitar a compreensão da CIF e seu uso na prática clínica, descrevendo as habilidades funcionais de forma mais operacional e como trabalhar com as deficiências (ROSENBAUM; GORTER, 2012; BRASIL, 2013). Diversas são as suas aplicações para a pessoa com PC, pois inclui a descrição do perfil de funcionalidade e incapacidade e é um modelo para nortear a seleção de instrumentos de avaliação e desfechos de intervenção, pautar o raciocínio clínico de profissionais e de atuação da equipe (BRASIL, 2013). Para crianças com PC, a CIF pode ser uma boa estrutura na formulação de problemas dos diferentes domínios e facilitar as trocas entre profissionais e famílias. No processo de tomada de decisão do profissional que atende o público com lesão cerebral, a CIF pode fornecer um modelo para ajudar a planejar a intervenção que leva a objetivos funcionais específicos e à saúde, de uma forma mais didática (BECKUNG; HAGBERG, 2002).

Em função da diversidade dos quadros clínicos, outras ferramentas têm sido associadas às classificações de sinais clínicos e à distribuição anatômica (BRASIL, 2013). Alguns exemplos das mais utilizadas serão descritas a seguir. Mas, é evidente a necessidade de instrumentos confiáveis para avaliação e classificação da Paralisia Cerebral, visto que as alterações motoras ao longo do tempo devem ser mensuradas a fim de medir os efeitos dos diversos tratamentos disponíveis e sua eficácia.

A Goal Attainment Scaling (GAS), traduzida como escala de alcance de metas/objetivos, é um método para assimilar a conquista em várias metas definidas individualmente, traçado em conjunto com o próprio paciente. Originalmente descrita em 1960, por Kirusek e Sherman, esse método de pontuação é baseado em uma escala simétrica de 5 pontos. Se o paciente atingir o nível esperado de conquista, ele pontua 0; se alcança mais do que o esperado, com base em critérios pré-estabelecidos, é atribuída uma pontuação de +1 ou +2, dependendo do nível de realização; se o progresso for menor do que o esperado, é atribuída uma pontuação de -1 ou -2. Amplamente utilizada em artigos científicos, a pontuação em 5 pontos, na prática clínica é limitada (TURNER-STOKES; WILLIAMS, 2010). Novas versões vêm sendo construídas, como escalas com 6 pontos (STEENBEEK et al., 2005). Embora seja subjetiva, esta escala é útil para esclarecer, de maneira adequada, os objetivos prévios ao tratamento junto ao paciente e seus familiares. É um instrumento sensível às mudanças interventivas e um método válido para aferir mudanças clínicas importantes nos indivíduos (SPOSITO; RIBERTO, 2010).

O PEDI (Pediatric Evaluation of Disability Inventory) é um instrumento que utiliza as informações fornecidas pelos pais da criança, na forma de uma entrevista estruturada, para avaliar as habilidades funcionais em crianças. Os itens do PEDI são agrupados em três domínios: autocuidado, mobilidade e função social. Para cada domínio são calculados três escores independentes: 1) nível de habilidade funcional, 2) assistência do cuidador e 3) modificações ou equipamentos de adaptação. As pontuações totais também são calculadas para cada escala em cada domínio. Ele pode ser aplicado em crianças entre 6 meses e 7 anos de idade, no qual as pontuações mais altas para o nível de habilidades funcionais e ajuda do cuidador indicam melhor desempenho e independência. Maiores escores de modificações significam que mais adaptações são necessárias para a realização de atividades (FELDMAN; HALEY; CORYELL, 1990; SPOSITO; RIBERTO, 2010).

O Manual Ability Classification System (Sistema de Classificação da Habilidade Manual - MACS) consiste em um sistema de classificação da função manual de crianças e adolescentes com PC de 4 a 18 anos que descreve como as mesmas usam suas mãos para manipular objetos em atividades diárias. Os níveis são baseados na habilidade da criança em iniciar sozinha a manipulação de objetos e a necessidade de assistência ou adaptação para realizar atividades manuais na vida diária. A classificação se dá em cinco níveis, variando do I, que inclui os que manipulam objetos facilmente e com sucesso; nível II, manipula a maioria dos objetos, mas com a qualidade e/ou velocidade da realização um pouco reduzida; nível III, manipula objetos com dificuldade, necessita de ajuda para preparar e/ou modificar as atividades; nível IV, manipula uma variedade limitada de objetos em situações adaptadas; nível V, inclui as que não manipulam objetos e têm habilidade severamente limitada para desempenhar até mesmo ações simples. Esta classificação também já passou pelo processo de adaptação transcultural e está disponibilizada para a utilização da população brasileira (ELIASSON et al. 2006; SILVA; PFEIFER; FUNAYAMA, 2010).

Nos últimos 25 anos, o Gross Motor Function Measure (Medida da Função Motora Grossa - GMFM), uma escala avaliativa, e suas revisões subsequentes, tornou-se uma medida de resultado funcional muito comum usada na reabilitação em crianças com PC e outras condições, como a síndrome de Down e lesão cerebral traumática. A versão mais antiga do GMFM é a GMFM-88 e a variante mais recente é referida como GMFM-66 (RUSSELL et al., 2000; MICHAELIS, 2014). É um instrumento observacional padronizado para medir a função motora grossa. As crianças não podem usar auxiliares de locomoção ou órteses durante o teste. A versão mais recente consiste em 66 itens agrupados em quatro grupos para medir habilidades como deitar, rolar, andar, correr e pular. Na escala de pontos de 0 a 3, quanto maior o ponto, melhor a capacidade motora. Cada categoria avaliada terá uma pontuação, alcançada pela soma das pontuações de cada item. Ao final, um resumo das pontuações alcançadas é realizado para chegar ao resultado final. Escores variam de 0 (a função motora inferior) a 100 (a função motora mais alta) (HO et al., 2017).

Em seu estudo, Beckung e Hagberg (2000) concluíram que o QI e a função motora fina bimanual também eram preditores importantes para o grau de restrição à participação, conforme definido pela CIF. Eles confirmaram que o Sistema de classificação da função motora grossa (GMFCS) é uma ferramenta de fácil avaliação, excelente preditor de possíveis limitações futuras, a fim de antecipar o

desenvolvimento e planejar intervenções em crianças. Tendo em vista os objetivos desse estudo, o GMFCS, que determina o status funcional e a qualidade do desempenho da criança, já demonstrado como confiável e válido (PALISANO et al. 1997; WOOD; ROSENBAUM, 2000), foi o escolhido para nortear a classificação e escolha dos pacientes.

O GMFCS é um sistema de cinco níveis desenvolvido para classificar as habilidades funcionais de crianças com PC, sendo que os níveis mais altos indicam maior gravidade. Cada nível do GMFCS é determinado pelas limitações funcionais, pela necessidade de dispositivos de mobilidade assistida (por exemplo, andadores, muletas) ou mobilidade com rodas e, em menor grau, pela qualidade do movimento. São divididos em 5 níveis: I: andam sem limitações, II: andam com limitações, III: andam utilizando um dispositivo manual de mobilidade; IV: automobibilidade com limitações, podem utilizar mobilidade motorizada e V: transportados em uma cadeira de rodas manual (HO et al., 2017). Palisano et al. (1997) já acreditavam que essa classificação com base em habilidades e limitações na função motora grossa fosse compartilhada entre as famílias e os profissionais a fim de determinar as necessidades de cada criança e tomar decisões, criar um banco de dados descrevendo o desenvolvimento da criança, comparar e generalizar os resultados das avaliações de programas e pesquisas sobre os resultados do tratamento. Além disso, se o sistema de classificação tivesse validade preditiva, a classificação precoce de uma criança (por exemplo, aos 2 anos de idade) ajudaria os pais a antecipar a função motora posterior de seus filhos (Figura 2).

Figura 2 – Sistema de Classificação GMFCS (para faixa etária de 6 a 12 anos).



Fonte: www.canchild.ca/f-words Acesso em: 10 de abril de 2020.

Para a classificação dos distúrbios de movimento, caracterizados pela mudança no tônus, que são principalmente vistos na forma de espasticidade, a ferramenta mais amplamente utilizada é a escala de Ashworth modificada. A espasticidade foi definida por Jim Lance em 1980, como um aumento dependente da velocidade nos reflexos do alongamento muscular associado ao aumento do tônus muscular como componente da síndrome do neurônio motor superior. Em 1964, Bryan Ashworth publicou a Escala de Ashworth como um método de classificação da espasticidade. Originalmente era uma escala numérica de 5 pontos que classificava a espasticidade de 0 a 4, sendo 0 nenhuma resistência e 4 um membro rígido em flexão ou extensão. No ano de 1987, Bohannon e Smith modificaram a escala de Ashworth adicionando 1+ à escala para aumentar a sensibilidade (MESEGUER-HENAREJOS et al., 2018; HARB; KISHNER, 2020).

2.4 INTERVENÇÃO FISIOTERAPÊUTICA

A reabilitação visa a atuação na plasticidade cerebral e a possibilidade de que esse recurso possa ser aproveitado para ganhos terapêuticos (AISEN et al., 2011). Na presença de lesões, o SNC usa da plasticidade neural, conceituada como a capacidade em modificar algumas das suas propriedades morfológicas e funcionais em resposta às alterações do ambiente, para recuperar funções perdidas e/ou, fortalecer funções similares relacionadas às originais (KEMPERMANN; KUHN; GAGE, 1998; OLIVEIRA; SALINA; ANNUNCIATO, 2001).

Evidências apontam que quanto mais cedo a intervenção acontecer, é possível mudar a estrutura e função cerebral. Estudos que revisaram os efeitos de intervenções precoces para melhorar o desenvolvimento do cérebro, concluíram que a exposição a ambientes sensoriais enriquecidos está associada a melhores resultados cognitivos e aumento do crescimento cerebral de bebês com lesão cerebral perinatal (HOLT; MIKATI, 2011).

Como o desenvolvimento cerebral e o refinamento do sistema motor continuam no período pós-natal, impulsionados pela atividade do córtex motor, os movimentos ativos e a intervenção precoce são essenciais a fim de diminuir o risco da perda de conexões corticais. A intervenção precoce específica nessa população maximiza a neuroplasticidade e minimiza os comprometimentos durante o crescimento muscular e ósseo. Outras evidências apontam que o comportamento motor do bebê, através da

descoberta e interação com o ambiente, controla e gera o crescimento e desenvolvimento muscular, ligamentar e ósseo, bem como impulsiona o desenvolvimento contínuo do sistema neuromotor (NOVAK et al., 2017).

Dois fatores são fundamentais no manejo de indivíduos com Paralisia Cerebral: todas as intervenções devem ser planejadas e executadas por um serviço multidisciplinar, em discussão com a família e deixando-a no centro da tomada de decisão e pensar que as dificuldades desse paciente não se restringem ao distúrbio motor, mas à grande variedade de comorbidades existentes. Intervenções apropriadas são ditadas pela capacidade funcional do paciente, pela gravidade, padrão de desordem motora, dor e desconforto associados e idade. Na prática, deve-se pensar em reduzir a deformidade musculoesquelética secundária, em vez de tratar o déficit neurológico central primário. A maioria das terapias físicas é baseada nos princípios de neuroplasticidade, padronização, equilíbrio postural, fortalecimento muscular ou alongamento (COLVER; FAIRHURST; PHAROAH, 2014).

As crianças com maior função motora classificadas nos níveis I e II do GMFCS apresentam principalmente o tipo hemiparesia espástica; enquanto as crianças com quadriparesia são classificadas nos níveis IV e V. Essas últimas, por sua vez, apresentam maiores comprometimentos, como escoliose e marcha em tesoura, maiores limitações nas atividades de vida diária como transferência e mobilidade funcional; enquanto que as crianças com hemiparesia e diparesia são as menos severamente comprometidas e com poucas limitações funcionais. Ao planejar o tratamento para crianças com quadriparesia e que estão nos níveis IV e V, deve-se atentar ao maior risco de comprometimentos secundários, às maiores limitações funcionais, à restrição de participação e ao isolamento social. Os serviços devem ser abrangentes e direcionar as necessidades específicas dessas crianças, como aconselhamento familiar e recomendações para equipamentos adaptativos, dispositivos auxiliares e adaptações ambientais (SALEH et al., 2019).

Os problemas posturais desempenham um papel central na disfunção motora de crianças com PC, além da gravidade da incapacidade, restrições biomecânicas, como o tamanho da base de apoio, também influenciam no controle postural. Para desempenhar adequadamente as atividades de vida diária, muitas crianças passam a maior parte do tempo sentadas. As mais severas (nível V), que não conseguem se sentar de forma independente, demonstram uma total falta de ajustes posturais. Pode-se presumir que as que não possuem o componente postural básico nunca

aprenderão a sentar-se independentemente, mesmo com ampla prática (CARLBERG; HADDERS-ALGRA, 2005).

O controle postural pode ser definido como a capacidade de controlar a posição do corpo no espaço, para promover a estabilidade e orientação. A estabilidade, ou equilíbrio, por sua vez se refere à capacidade de manter e / ou recuperar o centro de massa na base de apoio onde a gravidade é o vetor chave. A orientação postural é a capacidade de atingir e manter uma relação funcional entre o corpo, uma tarefa e o ambiente (por exemplo, para escrever, alcançar ou olhar). Essa disfunção do controle postural, presente nesses pacientes, deriva de lesão cerebral primária, que causa déficits nas redes posturais motoras e perceptivas. As redes motoras (produtoras) são afetadas por espasticidade, contratura, produção reduzida de força isométrica e tempo anormal e amplitude reduzida de recrutamento muscular (DEWAR; LOVE; JOHNSTON, 2014).

Já nas redes perceptivas (orientadoras) os déficits, incluindo registro e / ou percepção inadequados nos sistemas visual, tátil, proprioceptivo e vestibular, podem ser observados. As intervenções devem visar o trabalho nessas dimensões do controle postural (DEWAR; LOVE; JOHNSTON, 2014). Embora existam inúmeras estruturas teóricas, em 2012, Shumway-Cook, Woollacott descreveram a Teoria de Controle de Sistemas, em que o controle postural passa por uma interação complexa entre sete componentes: sinergias neuromusculares; representações internas; mecanismos adaptativos (incluindo ajustes posturais reativos); mecanismos antecipatórios (incluindo ajustes posturais antecipatórios); estratégias sensoriais; sistemas sensoriais individuais e componentes musculoesqueléticos. Crianças com distúrbios motores podem apresentar déficits em um ou mais desses componentes. Da mesma forma, intervenções e resultados podem ter como alvo um ou mais componentes. Essa disfunção contribui para limitações nas habilidades motoras grosseiras que requerem equilíbrio. Essas limitações restringem a participação em muitos níveis durante o desenvolvimento, incluindo autocuidado, educação e recreação (DEWAR; LOVE; JOHNSTON, 2014).

A imobilização, o comprometimento motor e a lesão hipóxica associada são fatores de risco para o desenvolvimento e/ou piora da espasticidade (FLANAGAN et al., 2008). As metas para o tratamento da espasticidade devem ser para a melhora na amplitude de movimento, facilitar a capacidade de movimentação do paciente e deixá-lo o mais confortável possível (BRUNSTROM, 2001). A espasticidade afeta

principalmente flexores, adutores e rotadores internos do quadril e flexores plantares do tornozelo. Nas extremidades inferiores tem efeitos adversos na postura sentada e isso leva a um prejuízo na estabilização da coluna vertebral (SOLA; GRANT, 1995; AKBAYRAK et al., 2005).

Essa desordem provoca um padrão anormal na reciprocidade da inibição da musculatura antagonista, que gera uma coativação muscular excessiva e reforça o comprometimento funcional. A coativação muscular funciona como um dos principais meios pelo qual o sistema nervoso estabiliza a posição de um membro. Contudo, uma ativação inadequada prejudica o controle motor, que depende da relação entre agonista e antagonista. Os efeitos negativos de uma excessiva ativação muscular incluem grande ativação muscular total durante a produção da força e alterações na qualidade e quantidade de movimento devido ao acréscimo na rigidez articular. O aumento da coativação muscular, a espasticidade, o déficit na função motora ampla e nas habilidades funcionais são sintomas comuns na PC e parecem estar relacionados (ASSUMPÇÃO et al., 2011).

A espasticidade pode causar atraso no desenvolvimento motor durante as aquisições do sentar, engatinhar e andar, e a sua inibição, nos casos que pode vir a restringir o desenvolvimento da criança, é essencial na reabilitação (AKBAYRAK et al., 2005). Ao comparar as crianças com melhores níveis no GMFCS com as de pior nível, as mesmas exibem menos espasticidade, além de um melhor controle motor seletivo, força muscular e amplitude de movimento (ADM). No estudo de Ostensjø, Carlberg, Vøllestad (2004) as crianças que andam sem auxílio (níveis I e II) tiveram significativamente menos espasticidade em membros inferiores, menos desvios na ADM e melhor dorsiflexão seletiva do que crianças que necessitam de dispositivos auxiliares (níveis III e IV). As crianças do nível V apresentaram mais desvios na ADM e um pobre controle seletivo em comparação com os de nível III e IV (OSTENSJØ; CARLBERG; VØLLESTAD, 2004; CHEN et al., 2010).

A fraqueza muscular também está associada ao aumento da coativação e contribui para o déficit motor (POON; HUI-CHAN, 2009). Wiley e Damiano (1998) testaram oito músculos dos membros inferiores em crianças com PC, através da dinamometria, e os mesmos descobriram que os músculos mais fracos eram os extensores do quadril, dorsiflexores e plantiflexores do tornozelo. Quantificar a força na PC pode ser muito útil para relacionar as deficiências e funcionalidade e para uma avaliação objetiva da relação força-espasticidade nas extremidades inferiores em

indivíduos com PC (ROSS et al., 2001). Esses achados exigem a necessidade de considerar a espasticidade e a fraqueza muscular como deficiências separadas em crianças com PC, e, portanto, implica que diferentes estratégias de tratamento possam ser necessárias para combatê-las (POON; HUI-CHAN, 2009).

Muitos estudos enfatizam o reconhecimento e o gerenciamento de comorbidades na PC e a avaliação de seu impacto no prognóstico a longo prazo e na função do desenvolvimento (SHEVELL; DAGENAI; HALL, 2009). O estudo de Gabis et al. (2015) avaliou 90 crianças com diagnóstico de Paralisia Cerebral, mais da metade da coorte estudada estava nos níveis IV e V do GMFCS. Como esperado, um nível mais alto de habilidade motora foi associado a um nível mais alto de inteligência e 79% das crianças com o nível V tinham deficiência intelectual.

Himmelman et al. (2006) avaliaram 411 crianças com o mesmo diagnóstico, os autores verificaram que o nível de GMFCS se correlaciona fortemente com pelo menos três deficiências associadas (dificuldades de aprendizagem, deficiência visual e epilepsia). Nas crianças com desempenho no nível V, 48 de 54 (89%) tiveram duas ou mais deficiências associadas. No estudo de Shevell, Dagenais, Hall (2009), as comorbidades relacionadas às habilidades motoras, limitações auditivas e visuais, comunicação, alimentação e convulsões, foram superiores nos níveis IV e V.

O impacto das comorbidades é significativo e influencia a função e a participação de crianças com dificuldades motoras. Portanto, é essencial avaliar, abordar e acompanhar a presença de comorbidades, sendo que a avaliação de habilidades na população mais grave é extremamente desafiadora (GABIS et al., 2015).

A compreensão de evidências científicas para intervenções mais eficazes é muito importante. A necessidade do que é eficaz ou não para melhorar a funcionalidade dos pacientes é imprescindível e aumenta a confiabilidade nos métodos e tratamentos disponíveis, pois a Paralisia Cerebral é a deficiência física mais comum da infância, com um enorme impacto ao longo da vida (NOVAK et al., 2013).

Em uma revisão sistemática recente, Morgan et al. (2016) concluíram que as abordagens de intervenção que parecem promissoras são os movimentos iniciados pelas crianças, a especificação de tarefas e modificação ambiental. As recomendações para a prática clínica ainda são fracas, devido ao tamanho pequeno das amostras e a diversidade das abordagens de intervenção, duração das mesmas,

idades das avaliações e medidas de resultado nos estudos revisados. Ensaios clínicos randomizados ou de eficácia comparativa com descrições claras e replicáveis são essenciais e necessários para o cenário da reabilitação desses pacientes.

Novak et al. (2020), em outro estudo, resumiram as melhores evidências disponíveis e publicadas para o manejo da criança com PC, através de um sistema de evidência (Traffic Light), e as intervenções avaliadas têm alguns recursos em comum, como a prática de tarefas e atividades da vida real, usando movimentos ativos e autoiniciados, em alta intensidade, onde a prática visa diretamente à consecução de uma meta estabelecida pela família. O mecanismo de ação é a plasticidade dependente da experiência. A motivação e atenção são moduladores vitais da neuroplasticidade e a prática bem-sucedida de tarefas específicas é gratificante e agradável para as crianças (KLEIM; JONES, 2008). Em contraste, as intervenções passivas, genéricas e denominadas bottom-up são menos eficazes ou até ineficazes para melhorar a função e o movimento.

Aproximadamente 15% das crianças com quadriparesia têm potencial para deambulação, as demais serão usuárias de cadeira de rodas e, a maior parte, vai requerer cuidados diários para toda a vida (BERKER; YALÇIN, 2008). Quanto maior a gravidade do comprometimento neuromotor, maior será a restrição funcional dessas crianças. Além da limitação no desempenho de atividades de vida diária, essas crianças podem também encontrar dificuldades na participação social, como acesso às escolas e a formas de recreação. Os fisioterapeutas devem pensar em utilizar procedimentos terapêuticos que possam modificar as características intrínsecas dessa patologia e, ao mesmo tempo, promover o acesso e a participação ativa dessas crianças em ambientes relevantes (MANCINI et al., 2004).

As características clínicas da Paralisia cerebral são altamente heterogêneas. O manejo é complexo e requer uma abordagem multidisciplinar. Os distúrbios do movimento em crianças têm sido tratados com diferentes intervenções de reabilitação e mesmo com o avanço no campo das neurociências nas últimas décadas, o Conceito Bobath, publicado pela última vez por Bertha e Karl Bobath (1990), ainda é um dos mais utilizados entre os terapeutas, tornando-se um dos tratamentos mais populares para os pacientes neurológicos (KOLLEN et al., 2009). Existem diversas nomenclaturas que dizem respeito a esse tipo de tratamento; a forma adotada nessa dissertação, a fim de facilitar a compreensão, foi Conceito Bobath.

O Conceito Bobath é uma estratégia que visa melhorar a função motora grossa e o controle postural, facilitando a atividade muscular através de pontos-chave de controle assistidos pelo terapeuta (ZANON et al., 2019). Os elementos-chave desse conceito são a facilitação (usando entradas sensoriais para melhorar o desempenho motor), gerenciamento do comportamento motor compensatório e uma abordagem interdisciplinar (quando paciente, família e terapeuta atuam juntos para os mesmos objetivos) (VELICKOVIC'; PERAT, 2005; GRAHAM et al., 2016). De acordo com a definição da *Neuro-Developmental Treatment Association (NDTA) Instructors Group* (2016), o Conceito Bobath é um modelo de prática clínica holística e interdisciplinar, baseado em evidências, que enfatiza o manuseio terapêutico individualizado, com base na análise do movimento para habilitação e reabilitação de indivíduos com fisiopatologia neurológica.

Nos últimos anos, o Conceito Bobath caiu em favor do seu uso e isso pode estar relacionado à falta de evidências e comprovações científicas (NOVAK et al., 2013). Embora a acumulação de evidências tenha fracassado em apoiar abordagens tradicionais (NOVAK et al., 2013), essa e outras abordagens ainda são notavelmente proeminentes, especialmente nos países em desenvolvimento. A neuroreabilitação continuará sendo o tratamento central combinado com o gerenciamento do tônus, tratamento de problemas médicos, cirurgia ortopédica quando indicado e promoção da inclusão e melhora na qualidade de vida dessa população (GRAHAM et al., 2016).

Na literatura atual, poucos são os estudos que abordam quais os melhores manuseios ou posturas utilizadas para um melhor sucesso de tratamento com indivíduos lesados cerebrais. Pagnussat e colaboradores (2013) avaliaram uma criança quadriparética, nível GMFCS V, e verificaram a atividade eletromiográfica dos músculos extensores cervicais e torácicos e o esternocleidomastoideo (ECM), nos planos frontal, sagital e transversal, utilizando manuseios nas posturas de decúbito ventral sobre cunha e postura de decúbito lateral sobre o solo. Demonstraram resultados positivos para a transferência de peso, induzindo à facilitação do controle cervical.

No estudo de Simon et al. (2014), com trinta e uma crianças, classificadas em quadriparéticas e nos níveis IV e V, também avaliaram os músculos envolvidos no controle cervical (paraespinal e ECM), durante manuseios nas posturas decúbito lateral e ventral no chão e decúbito ventral sobre a cunha. Foi demonstrado que os

manuseios escolhidos facilitaram o controle da cervical nessa população que apresenta acometimentos mais graves.

Por sua vez, Grazziotin Dos Santos e colaboradores (2015) investigaram a ativação dos músculos extensores de cervical e tronco em quarenta crianças diparéticas, classificadas em todos os níveis do GMFCS, durante duas manipulações, na posição sentada realizando a rotação interna e rotação externa do ombro. Como resultado, também obtiveram aumento da ativação muscular na facilitação do controle cervical e dos extensores do tronco.

Diante do exposto, torna-se urgente e necessário maiores estudos que abordem quais as melhores intervenções utilizadas para o sucesso de tratamento nos pacientes com PC. Neste contexto, considerar uma ferramenta não-invasiva para a avaliação do sistema neuromuscular que permita verificar diretamente no músculo a sua ação, medir o seu desempenho muscular e ajudar os pacientes a sentir e treinar seus músculos, facilitando a intervenção antes, durante e após as intervenções fisioterapêuticas deve ser utilizada (KONRAD, 2005).

2.5 ELETROMIOGRAFIA

A eletromiografia lida com a detecção, análise e uso do sinal elétrico que provem da contração muscular (DE LUCA et al., 2006). Com a sua evolução, nos últimos 50 anos, esse método de análise da função muscular pode ser utilizado em várias aplicações clínicas. Seu alto potencial como uma ferramenta não invasiva para a avaliação do sistema neuromuscular deve ser explorado (SODERBERG; KNUTSON, 2000; HERMENS et al., 2000).

O sinal eletromiográfico é composto pelos potenciais de ação de grupos de fibras musculares organizadas em unidades funcionais, chamadas unidades motoras (MUs). É um sinal complexo que pode ser afetado por diversas situações, como as próprias propriedades anatômicas e fisiológicas dos músculos e pelo controle do sistema nervoso. Ele é detectado com sensores colocados na superfície da pele, para obter informações superficiais ou com sensores de agulha ou fio, introduzidos no tecido muscular, projetados para discriminar e estudar o controle das unidades motoras dos músculos profundos do corpo (SODERBERG; KNUTSON, 2000; DE LUCA et al., 2006).

São considerados três grupos de aplicações: aqueles que abrangem o tempo de ativação muscular, a relação de força/sinal EMG e uso do sinal EMG para verificar o índice de fadiga. Os mesmos proporcionam acesso aos processos fisiológicos, a fim de verificar a produção de força muscular, tanto em músculos individuais, bem como em grupos de músculos, o movimento e as inúmeras funções que nos permitem interagir com o mundo que nos rodeia, além de fornecer a sequência de temporização, de um ou mais músculos executando uma tarefa, como, por exemplo, durante a marcha ou na manutenção da postura ereta (DE LUCA, 1997).

No caminho entre o músculo escolhido e os eletrodos, o sinal EMG pode ser influenciado por vários fatores externos que alteram sua forma e características, como as propriedades do tecido, ruído externo e como são os eletrodos e amplificadores (estes, por último, atuam como amplificadores diferenciais e seu principal item é detectar as diferenças de potencial entre os eletrodos e cancelar interferências externas) (KONRAD, 2005). Os fatores intrínsecos, como tipo de fibra muscular, diâmetro, profundidade e localização em relação aos eletrodos e a quantidade de tecido entre o músculo e o eletrodo não podem ser controlados (BURDEN; BARTLLET, 1999).

O formato do eletrodo é que vai definir a área condutora, os retangulares e circulares são os citados na literatura. O SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles) (2020) recomenda que os eletrodos circulares, com um diâmetro de 10 mm sejam utilizados, pois são os melhores e que a aplicação dos eletrodos bipolares seja com uma distância de 20 mm entre eles. O material do eletrodo também é importante para um melhor contato com a pele. Estudos mostram que são usados diferentes tipos de material: Ag / AgCl, AgCl, Ag, Au, etc., porém os eletrodos Ag / AgCl são os mais utilizados.

Após a seleção do sensor, a pele do paciente precisa ser preparada para obter um bom contato eletrodo-pele. Diferentes combinações entre a tricotomia, limpar e esfregar a área com álcool 70% devem ser aplicadas. Os eletrodos devem ser posicionados no sentido longitudinal às fibras musculares, de preferência na linha média do ventre muscular entre o ponto motor e a junção miotendínea. Um eletrodo de referência deve ser utilizado em alguma proeminência óssea, conforme as localizações recomendadas (DE LUCA, 1997).

Na EMG, quando a frequência do ruído difere da frequência do sinal de interesse, o uso de um filtro possibilita a limpeza do sinal. Como exemplo, pode-se

citar o Butterworth, Chebyshev, Low Pass (LP), Band Pass (BP) e Band Stop (BS). Outra questão diz respeito ao processamento do sinal, no domínio do tempo, quando dois parâmetros são comumente usados: o *Root Mean Square* (RMS) e o valor médio retificado. Ambos são apropriados e fornecem medições úteis da amplitude do sinal. Para sinais EMG detectados durante contrações voluntariamente induzidas, o valor RMS pode ser mais apropriado porque representa a potência do sinal e, portanto, possui um significado físico claro. Por outro lado, o valor retificado médio é uma medida da área sob o sinal e, portanto, não possui um significado físico específico (DE LUCA, 1997). Nas investigações em que a força / torque está correlacionada com o EMG, é comum fazer a normalização do sinal, em relação aos valores da contração voluntária máxima (CVM) (MERLETTI, 1999).

Durante a busca bibliográfica, poucos estudos abordaram o uso dessa ferramenta aliada à manuseios do Conceito Bobath, em crianças e adolescentes (CHOI; LEE; RO, 2011; PAGNUSSAT et al., 2013; SIMON et al., 2014; GRAZZIOTIN DOS SANTOS et al., 2015), e especificamente, que avaliassem as musculaturas glúteo médio e glúteo máximo. Diversas musculaturas foram avaliadas, como por exemplo, paraespinais e ECM (SIMON et al., 2014), trapézio, paravertebral, multifído e reto abdominal (ESPÍNDULA et al., 2012), eretor da espinha (ALÍ-MORELL et al., 2018), ECM, extensores de cervical, reto abdominal, extensor torácico, extensor lombar, deltóide, peitoral maior, bíceps e tríceps braquial (ANGSUPAISAL et al., 2019), quadríceps e reto femoral (FOWLER et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2014), adutor longo e magno (KIM et al., 2019), músculo pronador (SARCHER et al., 2019). Já, o estudo de Daly et al. (2019), avaliou as musculaturas glúteo médio e máximo, mas com os níveis I e II do GMFCS.

Em relação aos movimentos descritos, os estudos encontrados avaliaram o movimento de sentar/levantar (ANGSUPAISAL et al., 2019), teste de alcance (ZAINO; MCCOY, 2008), a postura sentada (CHOI; LEE; RO, 2011), as atividades de vida diária (MICHELSEN et al., 2020) e marcha (PITTO et al., 2020).

Além disso, a maioria dos artigos encontrados deu-se com crianças dos níveis do GMFCS I, II e III, sendo que poucos estudos relatam com crianças graves, como quadriparesia e nível IV e V (SIMON et al., 2014; KIM et al., 2019) e nível V (PAGNUSSAT et al., 2013; ALÍ-MORELL et al., 2018).

Os fisioterapeutas estão entre os usuários mais comuns da eletromiografia, com o propósito de compreender a função e disfunção do sistema neuromuscular.

Através de seu uso, podemos avaliar a atividade muscular para função, controle e aprendizado, verificar a função muscular durante alguma atividade ou como resultado de exercícios terapêuticos, além de fornecer biofeedback para os pacientes. Essa ferramenta convidativa deve ser explorada pelos profissionais que atuam na reabilitação neurológica, a fim de incrementar e potencializar nossas técnicas e resultados (SODERBERG; KNUTSON, 2000).

Portanto, devido à a) carência de estudos com a população que se encontra nos níveis IV e V, classificadas pelo GMFCS, b) escassez de estudos que comprovem a eficácia da ativação muscular em diversos manuseios e posturas e c) disponibilidade de um recurso confiável e de boa reprodução como a eletromiografia, o objetivo principal deste estudo foi verificar a ativação dos músculos eretor da espinha, glúteo médio e glúteo máximo, através dos manuseios do Conceito Bobath e da postura de joelhos, em crianças e adolescentes graves, com diagnóstico de Paralisia Cerebral. O método de escolha de manuseios deu-se pela sua popularidade entre os terapeutas da área, mas que carece de comprovação científica e a postura mantida de joelhos, além de poder ser utilizada como transição durante os manuseios, pelo seu uso na prática fisioterapêutica.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Verificar a ativação dos músculos eretor da espinha, glúteo médio e glúteo máximo, através dos manuseios do Conceito Bobath e da postura mantida de joelhos, em crianças e adolescentes com diagnóstico de Paralisia Cerebral e classificadas nos níveis IV e V do GMFCS.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Correlacionar os seguintes manuseios do Conceito Bobath: *side-sitting* com e sem transferência de peso em membros superiores na cunha, rolar de decúbito ventral (DV) para decúbito lateral (DL) e a postura mantida de joelhos, disponível na prática clínica.

- Avaliar a ativação muscular de eretor da espinha, glúteo médio e glúteo máximo, durante os manuseios do Conceito Bobath e na postura de joelhos, conforme citado acima.

- Identificar se existe diferença entre o repouso e o manuseio, durante os manuseios do Conceito Bobath avaliados, nas crianças com diagnóstico de PC nos níveis IV e V do GMFCS.

- Comparar os manuseios de *side-sitting* com e sem transferência de peso e o rolar de DV para DL, a fim de identificar qual provoca maior ativação nos músculos escolhidos.

- Verificar se com auxílio de outro terapeuta ocorre maior ou menor ativação muscular de eretor da espinha, glúteo médio e glúteo máximo, durante os manuseios de *side-sitting* com e sem transferência de peso e o rolar de DV para DL.

- Comparar a média da ativação muscular de eretor da espinha, glúteo médio e glúteo máximo do grupo de indivíduos com paralisia cerebral níveis IV e V do GMFCS com o grupo controle composto por crianças e adolescentes hígidos.

4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

AISEN, Mindy Lipson et al. Cerebral palsy: clinical care and neurological rehabilitation. **The Lancet Neurology**, v. 10, n. 9, p. 844-852, Sept. 2011.

AKBAYRAK, Turkan et al. Assessment of the short-term effect of antispastic positioning on spasticity. **Pediatrics International**, v. 47, n. 4, p. 440-445, Aug. 2005.

ALÍ-MORELL, Osama J et al. Erector spinae and scoliosis in a population with cerebral palsy: a preliminary study. **Coluna/columna**, v. 17, n. 1, p. 14-18, Mar. 2018.

ANGSUPAISAL, Mattana et al. Effects of forward tilted seating and foot-support on postural adjustments in children with spastic cerebral palsy: An EMG-study. **European Journal of Paediatric Neurology**, v. 23, n. 5, p. 723-732, Sept. 2019.

ASSUMPÇÃO, Maíra Seabra de et al. Coativação, espasticidade, desempenho motor e funcional na paralisia cerebral. **Motriz**, v. 17 n. 4, p. 650-659, 2011.

BAX, Martin et al. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 47, n. 8, p. 571-576, July. 2005.

BECKUNG, Eva; HAGBERG, Gudrun. Correlation between ICDH handicap code and Gross Motor Function Classification System in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, n.10, p. 669-73, Oct. 2000.

BECKUNG, Eva; HAGBERG, Gudrun. Neuroimpairments, activity limitations, and participation restrictions in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 44, n. 5, p. 309-16, May. 2002.

BERKER, A. Nadire; YALÇIN, M. Selim. Cerebral Palsy: Orthopedic Aspects and Rehabilitation. **Pediatric Clinics of North America**, v. 55, n. 5, p. 1209-1225, Oct. 2008.

BJORNSON, Kristie F et al. Ambulatory physical activity performance in youth with cerebral palsy and youth who are developing typically. **Physical Therapy**, v.

87, n. 3, p. 248-60, 2007.

BLENCOWE, Hannah et al. Born too soon: the global epidemiology of 15 million preterm births. **Reproductive Health**, v. 10, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretrizes de atenção à pessoa com paralisia cerebral/** Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Brasília: Ministério da Saúde, 2013.

BROGREN, Eva; HADDERS-ALGRA, Mijna; FORSSBERG, Hans. Postural control in sitting children with cerebral palsy. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 22, n. 4, p. 591-6, July. 1998.

BRUNSTROM, Janice E. Clinical Considerations in Cerebral Palsy and Spasticity. **Journal of Child Neurology**, v. 16, n. 1, p. 10-15, Jan. 2001.

BURDEN, Adrian; BARTLETT, Roger. Normalisation of EMG amplitude: an evaluation and comparison of old and new methods. **Medical Engineering & Physics**, v. 2, p. 247–257, 1999.

CANS, Christine. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 42, n. 12, p. 816-824, Feb. 2000.

CARLBERG, Eva Brogren; HADDERS-ALGRA, Mijna. Postural Dysfunction in Children with Cerebral Palsy: Some Implications for Therapeutic Guidance. **Neural Plasticity**, v. 12, n. 2-3, p. 221-228, 2005.

CHEN, Chia-ling et al. Relationships between developmental profiles and ambulatory ability in A follow-up study of preschool children with spastic quadriplegic cerebral palsy. **Chang Gung medical journal**, v. 33, p. 524-31, 2010.

CHOI, Munhee; LEE, Daehee; RO, Hyolyun. Effect of Task-oriented Training and Neurodevelopmental Treatment on the Sitting Posture in Children with Cerebral Palsy. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 23, n.2, p. 323–325, Oct. 2011.

CHRISTIE, Anita et al. Relationships between surface EMG variables and motor unit firing rates. **European Journal of Applied Physiology**, v. 107, p.177-185,

June. 2009.

COLVER, Allan; FAIRHURST, Charles; PHAROAH, Peter OD. Cerebral palsy. **The Lancet**, v. 383, n. 9924, p.1240-1249, Apr. 2014.

CUNHA, Andréa Baraldi et al. Relação entre alinhamento postural e desempenho motor em crianças com paralisia cerebral. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 16, n. 1, p. 22-7, jan./mar. 2009.

DALY, Colm et al. Determining the most effective exercise for gluteal muscle activation in children with cerebral palsy using surface electromyography. **Gait & Posture**, v. 70, p. 270-274, May. 2019.

DAMIANI, Daniel et al. Encefalopatias: etiologia, fisiopatologia e manuseio clínico de algumas das principais formas de apresentação da doença. **Revista da Sociedade Brasileira de Clínica Médica**. v. 1, n. 1, p. 67-74, 2013.

DE LUCA Carlo J et al. Decomposition of Surface EMG Signals. **Journal of Neurophysiology**, v. 96, p. 1646–1657, 2006.

DE LUCA, Carlo J. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **JOURNAL OF APPLIED BIOMECHANICS**, v. 13, p. 35-163,1997.

DEWAR, Rosalee; LOVE, Sarah; JOHNSTON, Leanne Marie. Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review: a systematic review. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 57, n. 6, p. 504-520, Dec. 2014.

ELIASSON, Ann-Christin et al. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 48, n. 7, p. 549-54, July. 2006.

ERKIN, Gulden et al. Risk factors and clinical profiles in Turkish children with cerebral palsy: analysis of 625 cases. **International Journal of Rehabilitation Research**, v. 31, n. 1, p. 89-91, Mar. 2008.

ESPINDULA, Ana Paula et al. Análise eletromiográfica durante sessões de equoterapia em praticantes com paralisia cerebral. **Conscientiae Saúde**, v. 11,

n. 4, p. 668-676, jan. 2012.

FARJOUN, Naama et al. Essence of the Bobath concept in the treatment of children with cerebral palsy. A qualitative study of the experience of Spanish therapists. **Physiotherapy Theory and Practice**, Feb. 2020.

FELDMAN, Amy B.; HALEY, Stephen M.; CORYELL, Jane. Concurrent and Construct Validity of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory. **Physical Therapy**, v. 70, n. 10, p. 602-610, Oct. 1990.

FIRMINO, Raíne et al. Influence of Bobath's Concept on muscle function of the spastic tetraplegia cerebral palsy. **Revista Neurociências**, v. 23, n. 04, p. 595-602, dez. 2015.

FLANAGAN, Steven R et al. Congenital and Acquired Brain Injury. 2. Medical Rehabilitation in Acute and Subacute Settings. **Archives of Physical and Medicine Rehabilitation**, v. 89, n. 3, p. S9-S14, Mar. 2008.

FOWLER, Eileen G et al. The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. **Physical Therapy**, v. 81, n. 6, p. 1215-23, June. 2001.

GABIS, Lidia V. et al. Assessment of Abilities and Comorbidities in Children with Cerebral Palsy. **Journal of Child Neurology**, v. 30, n. 12, p. 1640-1645, Apr. 2015.

GALEA, Claire et al. Cerebral palsy trends in Australia (1995-2009): a population-based observational study. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 61, n. 2, p. 186-193, Sept. 2019.

GLADSTONE, M. A review of the incidence and prevalence, types and aetiology of childhood cerebral palsy in resource-poor settings. **Annals of Tropical Paediatrics**, v. 30, n. 3, p.181-196, Sept. 2010.

GORTER, Jan Willem et al. Limb distribution, motor impairment, and functional classification of cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 46, p. 461-467, 2004.

GRAHAM, David; PAGET, Simon P; WIMALASUNDERA, Neil. Current thinking in

the health care management of children with cerebral palsy. **Medical Journal of Australia**, v. 210, n. 3, p. 129-135, Feb. 2019.

GRAHAM, H. Kerr et al. Cerebral palsy. **NATURE REVIEWS DISEASE PRIMERS**, v. 2, n. 15083, Jan. 2016.

GRAZZIOTIN DOS SANTOS, Camila et al. Humeral external rotation handling by using the Bobath concept approach affects trunk extensor muscles electromyography in children with cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v. 36, p. 134–141, 2015.

HARB, Andrew; KISHNER, Stephen. Modified Ashworth Scale. [Updated 2020 Feb 28]. StatPearls [periódico na Internet]. 2020 Jan [acesso em 16 abr 2020]; [aproximadamente 3 p.]. Disponível em:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554572/>

HARRISON, Margo S; GOLDENBERG, Robert L. Global burden of prematurity. **Seminars in Fetal and Neonatal Medicine**, v. 21, n. 2, p. 74-79, Apr. 2016.

HERMENS, Hermie J et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361-374, Oct. 2000.

HIMMELMANN, Kate et al. Gross and fine motor function and accompanying impairments in cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 48, n. 6, p. 417-423, 2006.

HO, Pei-chi et al. The Relationships Between Capacity and Performance in Youths with Cerebral Palsy Differ for GMFCS Levels. **Pediatric Physical Therapy**, v. 29, n. 1, p. 23-29, Jan. 2017.

HOLT, Rebecca L.; MIKATI, Mohamad A. Care for Child Development: basic science rationale and effects of interventions: Basic Science Rationale and Effects of Interventions. **Pediatric Neurology**, v. 44, n. 4, p. 239-253, Apr. 2011.

Instructors Group of NDTA. **The NDT/Bobath (Neuro-Developmental Treatment/Bobath) Definition**. Califórnia, 2016. Disponível em:
<<https://www.ndta.org/>>. Acesso em: 14 ago. 2020.

- JARVIS, Stephen et al. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE) collaboration of European Cerebral Palsy Registers. Cerebral palsy and intrauterine growth in single births: European collaborative study. **The Lancet**, v. 362, n. 9390, p. 1106-11, Oct. 2003.
- KEMPERMANN, Gerd; KUHN, H. Georg; GAGE, Fred H. Experience-Induced Neurogenesis in the Senescent Dentate Gyrus. **The Journal of Neuroscience**, v. 18, n. 9, p. 3206-3212, May. 1998.
- KIM, Sangyoung et al. The Mechanism of Hip Dislocation Related to the Use of Abduction Bar and Hip Compression Bandage in Patients with Spastic Cerebral Palsy. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 98, n. 12, p. 1125-1132, Dec. 2019.
- KLEIM, Jeffrey A.; JONES, Theresa A. Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 51, n. 1, p. S225–39, 2008.
- KOLLEN, Boudewijn J et al. The Effectiveness of the Bobath Concept in Stroke Rehabilitation What is the Evidence? **Stroke**, v. 40, p. 89-97, 2009.
- KOMAN, Andrew L.; SMITH, Beth Paterson; SHILT, Jeffrey S. Cerebral palsy. **The Lancet**, v. 363, n. 9421, p. 1619-1631, May. 2004.
- KONRAD, Peter. **The ABC of EMG: A practical introduction to kinesiological electromyography**. Version 1.0. Arizona: Noraxon USA Inc., Apr. 2005.
- KORZENIEWSKI, Steven J et al. A Systematic Review of Neuroimaging for Cerebral Palsy. **Journal of Child Neurology**, v. 23, n. 2, p. 216-227, Dec. 2008.
- KRÄGELOH-MANN, Ingeborg. The role of magnetic resonance imaging in elucidating the pathogenesis of cerebral palsy: a systematic review. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 49, p. 144–151, 2007.
- KRÄGELOH-MANN, Ingeborg; CANS, Christine. Cerebral palsy update. **Brain and Development**, v. 31, p. 537-544, Mar. 2009.
- LEVISON, Steven W et al. Hypoxia/Ischemia Depletes the Rat Perinatal Subventricular Zone of Oligodendrocyte Progenitors and Neural Stem Cells.

Developmental Neuroscience, v. 23, n. 3, p. 234-247, 2001.

MANCINI, Marisa C. et al. Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral.

Arquivos de Neuro-psiquiatria, v. 60, n. 2, p. 446-452, jun. 2002.

MANCINI, Marisa Cotta et al. Gravidade da paralisia cerebral e desempenho funcional. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, vol. 8, n. 3, p. 253-260, 2004.

MARCROFT, Claire et al. Current therapeutic management of perinatal stroke with a focus on the upper limb: A cross-sectional survey of UK physiotherapists and occupational therapists. **Physical and Occupational Therapy in Pediatrics**, v. 39, p. 151–167, 2018.

MCINTYRE, Sarah et al. A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countries. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 55, n. 6, p. 499-508, Nov. 2013.

MERLETTI, Roberto. Standards for reporting EMG data. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 9, n. 1, p. 3-4, Feb. 1999.

MESEGUER-HENAREJOS, Ana-Belén et al. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 54, n. 4, p. 576-590, Aug. 2018.

MICHAELIS, Ulla. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 & GMFM 88) User's Manual 2nd Edition. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 57, n. 12, p. 1188-1188, July. 2014.

MICHELTSEN, Josephine S et al. Wearable electromyography recordings during daily life activities in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, Jan. 2020.

MORGAN, Catherine et al. Effectiveness of motor interventions in infants with cerebral palsy: a systematic review. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 58, n. 9, p. 900-909, Mar. 2016.

NIZAMUTDINOV, Damir; SHAPIRO, Lee A. Overview of Traumatic Brain Injury:

An Immunological Context. **Brain Sciences**, v. 7, n. 11, 2017.

NOVAK, Iona et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: State of the evidence. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v. 55, p. 885–910, 2013.

NOVAK, Iona et al. Clinical prognostic messages from a systematic review on cerebral palsy. **Pediatrics**, v. 130, n. 5, p. 1285-312, Nov. 2012.

NOVAK, Iona et al. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. **JAMA Pediatrics**, v. 171, n. 9, p. 897-907, Sept. 2017.

NOVAK, Iona et al. State of the Evidence Traffic Lights 2019: Systematic Review of Interventions for Preventing and Treating Children with Cerebral Palsy. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, v. 20, n. 3, 2020.

ODDIE, Sam; TUFFNELI, DJ; MCGUIRE, W. Antenatal magnesium sulfate: neuro- protection for preterm infants. **Archives of Disease in Childhood - Fetal and Neonatal Edition**, v. 100, p. F553–F557, 2015.

OLIVEIRA, Claudia Eunice Neves de; SALINA, Maria Elisabete; ANNUNCIATO, Nelson Francisco. Fatores ambientais que influenciam a plasticidade do SNC. **Acta Fisiátrica**, v. 8, n. 1, p.6-13, 2001.

OLIVEIRA, Lays Cardoso et al. Electromyographic analysis of rectus femoris activity during seated to standing position and walking in water and on dry land in healthy children and children with cerebral palsy. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 24, n. 6, p. 855-859, Dec. 2014.

OSKOUI, Maryam et al. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 55, n. 6, p. 509-519, Jan. 2013.

OSTENSJØ, Sigrid; CARLBERG, Eva Brogren; VØLLESTAD, Nina K. Everyday functioning in young children with cerebral palsy: functional skills, caregiver assistance, and modifications of the environment. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 45, n. 9, p. 603-12, Sept. 2003.

- OSTENSJØ, Sigrid; CARLBERG, Eva Brogren; VØLLESTAD, Nina K. Motor impairments in young children with cerebral palsy: relationship to gross motor function and everyday activities. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 46, n. 9, p. 580-9, Sept. 2004.
- PAGNUSSAT, Aline de Souza et al. Electromyographic activity of trunk muscles during therapy using the Concept Bobath. **Fisioterapia em Movimento**, v. 26, n. 4, p. 855-62, Dez. 2013.
- PAKULA, Amy Thornhill; BRAUN, Kim van Naarden; YEARGIN-ALLSOPP, Marshalyn. Cerebral Palsy: Classification and Epidemiology. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 20, n. 3, p. 425-452, Aug. 2009.
- PALISANO, Robert et al. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 39, p. 214-223, 1997.
- PATO, Tamara R et al. Epidemiologia da paralisia cerebral. **Acta Fisiátrica**, v.9, n.2, p. 71-76, 2002.
- PITTO, Lorenzo et al. Pre-treatment EMG can be used to model post-treatment muscle coordination during walking in children with cerebral palsy. **PLoS One**, v. 15, n. 2, Feb. 2020.
- POON, Dora My; HUI-CHAN, Christina W y. Hyperactive stretch reflexes, co-contraction, and muscle weakness in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 51, n. 2, p. 128-135, Feb. 2009.
- ROSENBAUM, Peter et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 109, p. 8-14, Feb. 2007.
- ROSENBAUM, Peter; GORTER, Jan Willem. The 'F-words' in childhood disability: I swear this is how we should think! **Child: Care, Health and Development**, v. 38, n. 4, p. 457-463, July. 2012.
- ROSS, Sandy A et al. Quadriceps and Hamstring Strength Changes as a Function of Selective Dorsal Rhizotomy Surgery and Rehabilitation. **Pediatric**

Physical Therapy, v. 13, p. 2–9, 2001.

ROTTA, Newra T. Paralisia cerebral, novas perspectivas terapêuticas. **Jornal de Pediatria**, v. 78, p. S48-S54, 2002.

RUSSELL, Dianne J et al. Improved Scaling of the Gross Motor Function Measure for Children with Cerebral Palsy: Evidence of Reliability and Validity. **Physical Therapy**, v. 80, n. 9, Sept. 2000.

SALEH, Maysoun et al. Associations between impairments and activity limitations components of the international classification of functioning and the gross motor function and subtypes of children with cerebral palsy. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 31, n. 4, p. 299-305, 2019.

SARCHER, Aurélie et al. Detection of pronator muscle overactivity in children with unilateral spastic cerebral palsy: Development of a semi-automatic method using EMG data. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 62, n. 6, p. 409-417, Nov. 2019.

SENIAM project (Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of Muscles). **Recommendations for EMG data**. Europa. Disponível em: <<http://www.seniam.org/>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

SHEPHERD, Emily et al. Antenatal and intrapartum interventions for preventing cerebral palsy: an overview of Cochrane systematic reviews. **The Cochrane database of systematic reviews**, v. 8, Aug. 2017.

SHEPHERD, Emily et al. Neonatal interventions for preventing cerebral palsy: an overview of Cochrane systematic reviews. **The Cochrane database of systematic reviews**, v. 6, June. 2018.

SHEVELL, Michael I.; DAGENAIS, Lynn; HALL, Nicholas. Comorbidities in cerebral palsy and their relationship to neurologic subtype and GMFCS level. **Neurology**, v. 72, n. 24, p. 2090-2096, June. 2009.

SILVA, Daniela BR.; PFEIFER, Luzia Iara; FUNAYAMA, Carolina AR. Manual Ability Classification System: Sistema de Classificação da Habilidade Manual para crianças com paralisia cerebral 4-18 anos. 2010a. Disponível em:

<https://www.macs.nu/files/MACS_Portuguese-Brazil_2010.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2020.

SIMON, Anelise S et al. Facilitation handlings induce increase in electromyographic activity of muscles involved in head control of Cerebral Palsy children. **Research in Developmental Disabilities**, v. 35, p. 2547–2557, 2014.

SODERBERG, Gary L.; KNUTSON, Loretta M. A Guide for Use and Interpretation of Kinesiologic Electromyographic Data. **Physical Therapy**, v.80, n.5, May. 2000.

SOLA, Debra A.; GRANT, Alfred D. PROGNOSIS FOR AMBULATION IN CEREBRAL PALSY. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 37, p. 1020-1026, 1995.

SPOSITO, Maria MM.; RIBERTO, Marcelo. Avaliação da funcionalidade da criança com paralisia cerebral espástica. **ACTA FISIÁTRICA**, v. 17, n. 2, p. 50 – 61, 2010.

STEENBEEK, Duco et al. The effect of botulinum toxin type A treatment of the lower extremity on the level of functional abilities in children with cerebral palsy: evaluation with goal attainment scaling. **Clinical Rehabilitation**, v. 19, p. 274-282, 2005.

TURNER-STOKES, Lynne; WILLIAMS, Heather. Goal attainment scaling: a direct comparison of alternative rating methods. **Clinical Rehabilitation**, v. 24, n. 1, p. 66-73, Jan. 2010.

VELICKOVIC', Tatjana Dolenc; PERAT, Milivoj Velickovic'. Basic principles of the neurodevelopmental treatment. **Medicina**, v. 42, n. 41, p. 112-120, 2005.

VEXLER, Zinaida S.; FERRIERO, Donna M. Molecular and biochemical mechanisms of perinatal brain injury. **Seminars in Neonatology**, v. 6, n. 2, p. 99-108, Apr. 2001.

WILEY, Mary Elizabeth; DAMIANO, Diane L. Lower -extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. **Developmental Medicine & Child Neurology**, v. 40, p. 100-107, 1998.

WOOD, Ellen; ROSENBAUM, Peter. The Gross Motor Function Classification

System for Cerebral Palsy: a study of reliability and stability over time.

Developmental Medicine & Child Neurology, v. 42, n. 5, p.292-296, May. 2000.

YOUNGE, Noelle et al. Survival and Neurodevelopmental Outcomes among Periviable Infants. **New England Journal of Medicine**, v. 376, n. 7, p. 617-628, Feb. 2017.

ZAINO, Christopher A.; MCCOY, Sarah Westcott. Reliability and comparison of electromyographic and kinetic measurements during a standing reach task in children with and without cerebral palsy. **Gait & Posture**, v. 27, n. 1, p. 128-137, Jan. 2008.

ZANON, Márcia Andréa et al. Neurodevelopmental Treatment (Bobath) for Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. **Journal of Child Neurology**, v. 34, n. 11, p. 679-686, Jun. 2019.

5 ARTIGO

ANALYSIS OF MUSCLE ACTIVATION IN CHILDREN AND ADOLESCENTS WITH SEVERE CEREBRAL PALSY SUBJECTED TO THE BOBATH CONCEPT AND THE MAINTAINED KNEELING POSTURE

(A ser submetido ao periódico European Journal of Paediatric Neurology)

(Fator de impacto 2.510 e Qualis A2)

Franciele Zardo¹, Tatiane Paludo¹, Brenda Tubelo Pereira¹, Bruna Frata², Chen Chai Ling³, Fernanda Cechetti⁴

1 Master's student at the Graduate Program in Rehabilitation Sciences, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil

2 Graduate Program in Rehabilitation Sciences, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil

3 Department of Physical Therapy, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, Brazil

4 Full Professor by the Department of Physiotherapy and Researcher for the Graduate Program in Rehabilitation Sciences, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), RS, Brasil.

Correspondence author:

Fernanda Cechetti Ph.D

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

245 Sarmiento Leite Street

Zip code 90050-170

Porto Alegre, Brazil

Phone + 55 51 3303 8776

E-mail: fernandacec@ufcspa.edu.br

ABSTRACT

Aim: Evaluate spine erector muscles activation, gluteus medius and gluteus maximus, through the handling of the Bobath Concept and the maintained kneeling posture, in subjects with diagnosis of severe Cerebral Palsy. In addition to comparing muscle activation with a control group, composed of healthy individuals, in order to increase the reliability of this study.

Methods: Cross-sectional study, with thirty-eight children and adolescents with Cerebral Palsy, classified by GMFCS at levels IV and V and twenty healthy participants, aged between 3 and 18 years. They were submitted to the handling of the Bobath Concept and to the maintained kneeling posture, with muscle activation obtained by electromyography.

Results: It was observed significant muscle activation during handling in *side-sitting*, with weight transfer and without the help of another therapist, and in the maintained kneeling posture, for the erector of the spine and gluteus medius.

Conclusion: Children and adolescents with spastic quadriparesis present a poorer selective motor control and poorer performance in daily activities, such as sitting. From the results obtained, it is concluded that for severe quadriparesis subjects, GMFCS IV and V, both the handling in *side-sitting* and the maintained kneeling posture cause significant muscle activation in the erector of the spine and gluteus medius. This data is extremely relevant for all professionals involved with this population, given the scarcity of studies and in order to employ evidence-based practices, contributing to the improvement of the quality of life of these children and adolescents.

Key words: Cerebral Palsy. Quadriparesis. Muscles. Electromyography. Physical Therapy Modalities.

1 INTRODUCTION

Cerebral Palsy (CP), is the most prevalent type of non-progressive physical disability amongst children, resulted from injury in a developing brain. Such disability may vary in terms of timeframe, place, clinical implications and severity of the brain damage^{1,2}. Its general prevalence is 2.1 per 1000 live births in developed countries and between 2.0 and 2.8 in developing countries^{3,4}. In highly developed countries, the occurrence of severe cases has reduced and new cases have dropped to 30%, probably due to a combination of interventions and intensive neonatal and obstetric care⁵.

In order to perform daily activities properly, many children spent the majority of their time sitting. The more severe (levels IV and V), classified by the Gross Motor Function Classification System (GMFCS)^{6,7}, demonstrate a total lack of postural adjustment, not being able to sit independently. Therefore, it is possible to presume that children who lack a basic postural component will never learn to sit independently, even with extensive practice⁸, drastically limiting their functional mobility and daily life activities⁹.

In literature, evidence around physiotherapeutic approach employed in children with spastic quadriplegia CP type is very restricted¹⁰. The majority of studies focus on children in I, II and III GMFCS levels, since these have a higher capacity in having selective motor control. Given that the focus in services related to secondary disabilities increases over time, more information from therapists would be useful to determine more efficient interventions, especially for children with reduced functional capacity¹¹.

The Bobath concept, also known as Neurodevelopmental Therapy (NDT), is placed among the most commonly used approaches for motor intervention in CP^{12,13,14}. A strategy that aims to improve gross motor function and postural control, facilitating muscle activity through key control points assisted by the therapist¹⁵. Over the last few years, NDT use has decreased and this may be related to lack of scientific evidence¹².

Clinical research that assesses muscular activation after the Bobath Concept's handlings facilitations in children and adolescents more severely affected¹⁶ and that quantify the effects that such therapy model may offer to this select public^{16,17,18,19} are still scarce. Using the electromyography (EMG)²⁰, may be of great value in the neurorehabilitation field.

Therefore, aim of this study was to verify the activation of the erector muscles of the spine, gluteus medius and gluteus maximus, through the handling of the Bobath Concept and the kneeling posture in children and adolescents with diagnosis of severe Cerebral Palsy. The method for choosing the handlings was due to its popularity among therapists in the area, but it lacks scientific proof and the maintained kneeling posture, in addition to being able to be used as a transition during handling, due to its use in physical therapy practice. The hypothesis of this study was that the handling and postures to which participants with cerebral palsy would be submitted differ in relation to muscle activation.

2 MATERIAL AND METHODS

This is a cross-sectional study. The STROBE checklist was strictly followed for scientific writing.

2.1 Participants

Two groups of children and adolescents participated in this study, being a sample for convenience. One group composed of thirty-eight individuals diagnosed with Cerebral Palsy (CP GMFCS IV and V) and the other, composed of twenty healthy individuals. A state work was conducted between august 2019 and march 2020 in Rehabilitation Centres, in Rio Grande do Sul, Brazil. The data collections were conducted in a single moment, always by the same therapists, and participants were assessed through the following instruments: initial assessment form, Gross Motor Function Classification System (GMFCS) and the Modified Ashworth Scale (MAS). The assessment form was developed by the researcher herself, where the patient's identification data and other relevant research information are recorded. The GMFCS is a tool that classifies children with CP's functional abilities in five levels, considering that higher levels indicate higher severity²¹. MAS is a classification method for spasticity, ranging between 0 and 4, being 0 no tonus increase and 4 the affected parts presenting flexing or extension rigidity²².

Participants were required to attend to the following inclusion criteria: (a) CP diagnosis and topographic distribution of tonus alteration in spastic quadriparesis^{23,24}, (b) age between 3 and 18 years, (c) classified between IV and V GMFCS levels⁶. Exclusion criteria were: (a) children with other CP types, (b) motor I, II and III, (c) that

have applied botulinum toxin 6 months prior to the intervention and (d) that present physical abnormalities, genetic or severe syndromes. Written consent was obtained from the responsible institutional coordinators, parents and legally responsible for the children ahead of the start of this study.

2.2 Protocols of intervention

For clinical research, participants were positioned, on the floor, on a mat. The protocol for intervention was:

- 1- *Side-sitting* with trunk rotation and without weight transfer (Fig. 1A). *Side-sitting* with trunk rotation and weight transfer in upper limbs in a wedge (Fig. 1B), being the key-point in the hip and elbow. *Side-sitting* with trunk rotation and weight transfers in upper limbs in the wedge, with the help of another therapist (Fig. 1C), being the key-point in hip and bilateral fist.
- 2- On the prone position (DV) rolling, to lateral decubitus (DL) (Fig. 1D-1E), being the key-point in bilateral knee. On a DV to DL rolling, with the help of another therapist, being the key point the knee and bilateral elbow (Fig. 1F).
- 3- Maintained kneeling posture with rolling support, with a key-point in bilateral hip (Fig. 1G).

The assessment was undertaken by three trained researchers, one being responsible for the collection of the EMG signal and the other two for the handling of the subjects. All the individuals were subjected to the same handling standards, always by the same researchers. When collaboration or understanding support was required for any of the subject, verbal and visual stimulus was used. The acquisition of the EMG signal was undertaken during the resting and handling of the children during 10 seconds. A one-minute rest and change of posture interval was applied in order to return to baseline levels^{16,19,25}.

The sequence of handlings was randomized, at every three participants. The randomization was undertaken by an independent researcher who was not involved in the selection process and did not have access to the children's clinical information.

- Insert figure 1 here -

2.3 Analysis

2.3.1 Data collection and processing

The EMG signal was collected following the guidelines of the ISEK (International Society of Electrophysiology and Kinesiology) and the SENIAM project (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles). The signal was captured using self-adhesive Ag / AgCl electrodes with a bipolar configuration and diameter 2.2 cm (from the 3M brand). The center-to-center distance between the electrodes was 20 mm, as recommended by SENIAM²⁶. To obtain data, the skin impedance was reduced through asepsis and mild abrasion with cotton soaked in 70% alcohol. The electrodes were positioned longitudinally to the muscle fibres^{27,28}, on the right side of the body in erector of the spine, gluteus medius and gluteus maximus. The reference electrode was placed in the tibial tuberosity, on the right side²⁷.

For the collection of the electromyographic signal, the Miotool 400 (Miotec / Brasil) device was used, with 14-bit resolution, 5000-volt electrical isolation, with 2000 Hz / channel sampling frequency common mode bounce rate 110 db, USB port for connection, with four channels and connection to a laptop with Miographs software installed (Miotec, Brazil). The signal was treated using a Butterworth filter of fourth order and bandpass cutoff frequency between 20-450 Hz. The signals were cut to exclude delay between the start of the recording and execution of the handling, being the first and the last 2 s (in a total of 10 s) were excluded^{16,19}, and the root mean square (RMS) of the three muscles of interest, it was calculated based on the 6 s of total.

Normalization using a maximum voluntary contraction (CMV), is commonly used for analysis of the EMG signal²⁸, but in the target audience of this study, most patients are unable to perform this type of contraction^{29,30}. Therefore, the RMS was used, which assesses the level of EMG signal activity²⁷. For each record, in all postures and muscles, the mean of the obtained EMG values was used²⁸.

2.3.2 Sample calculation and statistical analysis

To detect an average effect size (Cohen's $d = 0.5$ or $f = 0.25$) for the difference between the 3 musculatures, with a power of 90% and significance level $\alpha = 0.05$, the calculated sample was 36 patients. The software used for the calculation was GPower 3.1.9.

The results were obtained through a characterization of the sample, median and the 25th and 75th percentiles. The relative variation in handling defined as the difference between handling and rest divided by rest and was compared between types of aid, through tests for paired data, Wilcoxon test when there was two types of aid and Friedman with Dunn's test for multiple comparisons, in the case of three types and in the comparison between the muscles. At kneeling posture, values at rest were also compared between the muscles by the Friedman test. The analyses were performed using the SPSS software version 25 and were considered obtained when $p < 0.05$.

3 RESULTS

The general characteristics of the two participating groups are described in Table 1, the data reinforces the severity of children and adolescents diagnosed with CP in this study. Regarding Tables 2 and 3, it should be noted that the results presented through the median, indicate the value of how much more the muscle activation varied during handling, or during posture maintenance (Table 4), in comparison to resting.

- Insert Table 1 here -

3.1 *Side-sitting* handling

During handling in *side-sitting*, Table 2 shows a positive variation in muscle activation in relation to greater resting for the erector and gluteus medius in the CP group. For this same group, handling without the help of another therapist and with weight transfer was statistically significant.

In the healthy group, there was significance in the variation of muscle activation for the gluteus medius and the gluteus maximum. In order for the healthy group to be a reference, and for comparison purposes, during the handling in *side-sitting* there was a significant difference for the healthy group in relation to the CP, with the exception of the handling without the aid of another therapist and with weight transfer where there was no statistically significant difference between the groups.

- Insert Table 2 here -

3.2 Handling of rolling from prone to lateral decubitus position

During this handling, there was no statistically significant variation in muscle activation in relation to rest for any muscle in the CP group (Table 3). Only in the healthy group there was a significant difference for the erector muscle. Regarding variations in handling, for both groups, there was also no significant difference. In the handling of rolling, the superiority of the variation of muscle activation for the healthy group is confirmed in relation to the CP group, in all handling situations.

- Insert Table 3 here -

3.3 Maintained Kneeling posture

During the maintained kneeling posture, muscle activation was statistically significant for the erector and gluteus medius, but with greater variation for the erector muscle, in the CP group (Table 4). In the healthy group, statistical difference only for the erector muscle. As for the intergroup comparison, there was a significant difference in muscle activation for both erector and gluteus medius.

- Insert Table 4 here -

4 DISCUSSION

The main objective of this study was to verify the activation of the erector muscles of the spine, gluteus medius and gluteus maximus, during the handling of the Bobath Concept and the maintained kneeling posture, in children and adolescents with severe quadriplegia. The data show that muscle activation occurs for the erector and gluteus medius, during handling in side-sitting with weight transfer and without the aid of another therapist, and greater activation for the erector, during the kneeling posture.

It is important to note that severe quadriplegia CP children are able to perform, even if with great difficulty, most daily activities in the sitting posture, as it offers greater stability and less degree of freedom to be controlled³¹, being of extreme importance the activation of trunk muscles for providing a better postural alignment and maintenance of the seated posture^{17,32}, justifying the choice of the erector spine muscle in this study. The same can be applied to the gluteus medius and gluteus

maximus muscles, which have the joint function of extending and abducting the hip³⁰, movements so precarious in this population contributing to altered patterns of movement over the lumbar spine, pelvic and hip region^{30,33,34,35}. In relation to the chosen facilitation operations, they directly influence muscle tone through mobilization, stretching and activation of muscles, through specific key points, facilitating postural control¹⁰. The maintained kneeling posture was chosen because it is widely used as a transition between handling in clinical practice.

To promote muscle activation, the Bobath Concept was the treatment choice, as it is the most used for individuals with CP¹⁷. It is a model of holistic and interdisciplinary clinical practice, which emphasizes individualized therapeutic handling, based on movement analysis³⁶. It is based on key control points, such as elbow, wrist, hip and knee. Facilitation through these key points allows the conduction of movements, influences muscle tone, improves alignment and self-organization of postural control³⁷. The use of the hip joint, as the main control point, can facilitate the necessary muscle torque³⁸, so it was used during facilitation handling and in maintaining kneeling posture in this study.

One of the most common clinical symptoms in this population is severe spasticity, which can cause limitations in the performance of voluntary movements and result in inappropriate postures³⁹. In the results presented, it is noteworthy that the majority of the research subjects were GMFCS V and the most spastic muscles were the hamstrings and hip adductors, corroborating with some previous studies, such as Kim et al. (2019)⁴⁰, who evaluated the adductor and abductor muscles through electromyography. They managed to confirm that in the presence of spasticity, the tone of the adductor muscle becomes greater than that of the abductor, resulting in an inadequate position, where the lower limb is in adduction and internal rotation (posture in "scissors"), interfering in postural control maintenance.

In order to directly imply in the improvement of postural control, specific muscles need to be activated and, for that, there are some strategies that can assist in this process. The transfer of body weight is one of them, serving as a basis to facilitate postural reactions and allowing patients better control by increasing muscle activity and developing motor skills^{41,42}. It can also provide a plurality of sensory stimuli³⁸. The positive effects of this facilitation can be found in the results of the present study, where the variation in muscle activity was greater during weight transfers, in upper limbs in the wedge, with significant value during handling in *side-sitting*, for the erector and

gluteus medius. In the study by Daly et al (2019)³⁰, also obtained positive results in the activation of the gluteus medius, in a cross-sectional study with 10 children diagnosed with CP, through specific strengthening exercises.

Yet, another important data found in the results was in relation to the assistance provided by a second therapist during the handling of *side-sitting*. It seems that, without this assistance, the participants in the CP group tend to activate the analysed muscles more. Studies analyzing this fact are very scarce in the literature. Morgan et al. (2016)¹³, emphasize that when movements are initiated by the children themselves along with task specification, the approaches are very promising. Therefore, it can be suggested that this information can also be transferred to children even at the highest levels of the GMFCS and with the greatest constraints, thinking about what really needs to be facilitated for the patient, always trying to encourage him to reach his goal. maximum level of activity within its limitations.

The muscle activation of the spine erector, verified in our study, was significantly greater in the maintained kneeling posture. In the study by Choi, Lee, Ro (2011)¹⁷, with ten diplegic children there was also an increase in muscle activity of the erector, both in the group that received Bobath therapy and in the group that received the task-oriented approach in order to improve the sitting posture. For the maintained kneeling posture, the CP group had a greater variation than the healthy group, where a possible explanation for this would be that the CP group does not present adequate postural control, in addition to the lack of selective motor control and, therefore, oscillated during the maintained posture, even with the help of the therapist. In addition, during posture maintenance, it was observed several times that children entered an extensor pattern, due to increased tone. It is suggested that the maintained kneeling posture is used for postural changes in therapies or associated to a functional task when the patient collaborates or understands.

Regarding the handling of rolling, it seems that this was not enough to activate the analysed muscles in a significant way, despite the values showing that muscle activation happened. It is believed that perhaps this handling can activate other muscles that were not evaluated in this study, such as the obliques, which contribute to the control of muscle activity and trunk stabilization⁴³. In addition to this handling be performed in a horizontal plane and antigravity way.

A confounding factor that can be found in this study, and therefore can be considered as a limitation is attributed to spasticity, in terms of EMG values for some

muscles. Spastic muscles exhibit exaggerated stretching reflexes, which contribute to the observed signal, however, this contribution depends on the state of the muscle (stretching, strength and / or its derivatives)⁴⁴ and can be managed by the treatment administered previously in participants. In our study, participants displayed elevated degrees in spasticity classification and an increase in tone during the execution of some movements. In the study by Pitto et al. (2020)⁴⁵, they suggest removing these interferences from the spasticity of EMG signals, but that future studies should investigate this hypothesis. The pre-existing deformities in some participants along with the increased tonus, was also a limiting factor when performing some movements since muscle shortening is secondary to hypertonia, but over time, fixed contractures and deformities may develop⁴⁶, contributing to the difficult handling of the most severe patients. In addition, regarding the profile of the sample of this study, even though they were classified according to the most severe levels of GMFCS, children and adolescents were very heterogeneous and presented varying degrees of motor impairments and complications secondary to the disease, determining their better or worse performance.

The collected signals are not immune to interference and the interindividual variability of muscle volume and architecture, distribution, behaviour and numbers of motor units, within the range captured by the sensors, which may lead to variation in results³⁰. In the results presented, the proper preparation of the skin, the use of filters for cleaning the signal, the adequacy of the environment and the smoothing of data by the RMS, were used to reduce external interferences.

5 CONCLUSION

Significant muscular activation, of erector and gluteus medius, was found when comparing rest and handling, through the use of the Bobath Concept - through handling in *side-sitting* with weight transfer and without the aid of another therapist and in the maintained kneeling posture. The use of EMG was of great value for the evaluation of muscle activation in this study, being an easy to use and access tool. The results presented can contribute to the improvement of postural control and decision-making in physical therapy practice, for the choice of an adequate and effective treatment, in children and adolescents with severe spastic quadriplegia cerebral palsy. We

encourage evidence-based practice, with the treatments available and most used in the rehabilitation scenario, taking as an example the results of our article.

ETHICAL APPROVAL

Approved by the Ethics Committee on Research in Human Beings of Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) (CAAE: 79560317.8.0000.5345).

CONFLICT OF INTERESTS

None.

ACKNOWLEDGEMENTS

To CNPq / CAPES for linking the scholarship and promoting research.

FUNDING

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

REFERÊNCIAS

1. Erkin G, Delialioglu SU, Ozel S, Culha C, Sirzai H. Risk factors and clinical profiles in Turkish children with cerebral palsy: analysis of 625 cases. *Int J Rehabil Res.* 2008; 31(1): 89-91.
2. Colver A, Fairhurst C, Pharoah POD. Cerebral palsy. *The Lancet* 2014; 383(9924): 1240-1249. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)61835-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(13)61835-8).
3. Gladstone M. A review of the incidence and prevalence, types and aetiology of childhood cerebral palsy in resource-poor settings. *Ann Trop Paediatr.* 2010; 30(3): 181-96.
4. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol.* 2013; 55(6): 509-19.
5. Galea C, McIntyre S, Smithers-Sheedy H, Reid S.M, Gibson C, Delacy M et al. Cerebral palsy trends in Australia (1995-2009): a population-based observational study. *Dev Med Child Neurol.* 2019; 61(2),186-193. <https://doi.org/10.1111/dmcn.14011>.
6. Palisano R, Rosebaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 1997; 39: 214-223.
7. Wood E, Rosenbaum P. The Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy: a study of reliability and stability over time. *Dev Med Child Neurol.* 2000; 42(5): 292-296. <http://dx.doi.org/10.1017/s0012162200000529>.
8. Carlberg EB, Hadders-Algra M. Postural Dysfunction in Children with Cerebral Palsy: Some Implications for Therapeutic Guidance. *Neural Plast.* 2005; 12(2-3): 221-228. <http://dx.doi.org/10.1155/np.2005.221>.
9. Saleh M, Almasri NA, Malkawi SH, Abu-Dahab S. Associations between impairments and activity limitations components of the international classification of functioning and the gross motor function and subtypes of children with cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2019; 31(4): 299-305. <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.31.299>.
10. Gomes C, Golin M. Tratamento Fisioterapêutico Na Paralisia Cerebral Tetraparesia Espástica, Segundo Conceito Bobath. *Rev Neurocienc.* 2013; 21: 278-285.
11. Jeffries LM, Fiss AL, McCoy SW, Avery LB. Longitudinal Change in Common Impairments in Children with Cerebral Palsy from Age 1.5 to 11 Years. *Pediatr Phys Ther.* 2020; 32(Issue 1): 45-50.
12. Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N. et al. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol.* 2013; 55(10), 885-910. <http://dx.doi.org/10.1111/dmcn.12246>.
13. Morgan C, Darrach J, Gordon AM, Harbourne R, Spittle A, Johnson R et al. Effectiveness of motor interventions in infants with cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol.* 2016; 58(9): 900-909. <http://dx.doi.org/10.1111/dmcn.13105>.
14. Marcroft C, Tsutsumi A, Pearse J, Dulson P, Embleton N.D, Basu A.P. (2018). Current therapeutic management of perinatal stroke with a focus on the upper limb: A cross-sectional survey of UK physiotherapists and occupational therapists. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics* 2018; 39(2): 151–167.

15. Zanon MA, Pacheco RL, Latorraca C de OC, Martimbianco ALC, Pachito DV, Riera R. Neurodevelopmental Treatment (Bobath) for Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *J Child Neurol.* 2019;34(11):679-686. <http://dx.doi.org/10.1177/0883073819852237>.
16. Simon AS, Pinho AS, Santos CG, Pagnussat AS. Facilitation handlings induce increase in electromyographic activity of muscles involved in head control of Cerebral Palsy children. *Res Dev Disabil.* 2014; 35: 2547–2557. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.06.018>.
17. Choi M, Lee D, Ro H. Effect of Task-oriented Training and Neurodevelopmental Treatment on the Sitting Posture in Children with Cerebral Palsy. *J Phys Ther Sci* 2011; 23(2): 323–325.
18. Pagnussat AS, Simon AS, Graziotin Dos Santos C, Postal M, Manacero S, Ramos RR. Atividade eletromiográfica dos extensores de tronco durante manuseio pelo Método Neuroevolutivo Bobath. *Fisioter Mov.* [Internet]. 2013; 26(4): 855-862. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01035150201300040014&lng=en. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-51502013000400014>.
19. Graziotin Dos Santos C, Pagnussat AS, Simon AS, Py R, Pinho AS, Wagner MB. Humeral external rotation handling by using the Bobath concept approach affects trunk extensor muscles electromyography in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil.* 2015; 36:134-141.
20. Konrad P. The ABC of EMG: A practical introduction to kinesiological electromyography. Version 1.0. Arizona: Noraxon USA Inc; 2005.
21. Ho PC, Chang CH, Granlund M, Hwang AW. The Relationships Between Capacity and Performance in Youths with Cerebral Palsy Differ for GMFCS Levels. *Pediatr Phys Ther.* 2017; 29(1):23-29.
22. Harb A, Kishner S. Modified Ashworth Scale. [Updated 2020 May 31]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan. [access in 16 abr 2020]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554572/>.
23. Cans C. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Dev Med Child Neurol.* 2000; 42(12): 816-824.
24. Graham D, Paget S.P, Wimalasundera N. Current thinking in the health care management of children with cerebral palsy. *Med J Aust.* 2019; 210(3): 129-135.
25. Bakhtiary A.C, Fatemy E. Does electrical stimulation reduce spasticity after stroke? A randomized controlled study. *Clin Rehabil.* 2008; 22: 418–425.
26. Surface Electromyography for the Non-invasive Assessment of Muscles (SENIAM). Recommendations for EMG data. Available in: <http://www.seniam.org/>. Access in: 16 abr. 2020.
27. De Luca C.J. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *J Appl Biomech.* 1997; 13: 35-163.
28. Merletti R. Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999; 9(1): 3-4.
29. Stackhouse SK, Binder-Macleod SA, Lee SCK. Voluntary muscle activation, contractile properties, and fatigability in children with and without cerebral palsy. *Muscle Nerve* 2005; 31(5): 594-601. <http://dx.doi.org/10.1002/mus.20302>.

30. Daly C, Lafferty E, Joyce M, Malone A. Determining the most effective exercise for gluteal muscle activation in children with cerebral palsy using surface electromyography. *Gait posture*. 2019; 70: 270-274.
31. Brogren E, Hadders-Algra M, Forssberg H. Postural control in sitting children with cerebral palsy. *Neurosci Biobehav Rev*. 1998; 22(4): 591-6.
32. Espindula AP, Simões M, Assis ISA, Fernandes M, Ferreira AA, Ferraz PF et al. Análise eletromiográfica durante sessões de equoterapia em praticantes com paralisia cerebral. *Conscientiae Saúde* 2012; 11(4): 668-676.
33. Metaxiotis D, Accles W, Siebel A, Doederlei L. Hip deformities in walking patients with cerebral palsy. *Gait posture*. 2000; 11(2): 86–91.
34. Krautwurst BK, Wolf SI, Heitzmann DWW, Gantz S, Braatz F, Dreher T. The influence of hip abductor weakness on frontal plane motion of the trunk and pelvis in patients with cerebral palsy. *Res. Dev. Disabil*. 2013; 34(4): 1198–1203.
35. Kiernan D, O’Sullivan R, Malone A, O’Brien T, Simms CK. Pathological movements of the pelvis and trunk during gait in children with cerebral palsy: a cross-sectional study with 3-dimensional kinematics and lower lumbar spinal loading. *Phys. Ther*. 2018; 98(2): 86–94.
36. Farjoun N, Mayston M, Florencio LL, Fernández-De-Las-Peñas C, Palacios-Ceña D. Essence of the Bobath concept in the treatment of children with cerebral palsy. A qualitative study of the experience of Spanish therapists. *Physiother Theory Pract*. 2020; 1-13.
37. Knox V, Evans AL. Evaluation of the functional effects of a course of Bobath therapy in children with cerebral palsy: A preliminary study. *Dev Med Child Neurol*. 2002; 44: 447–460.
38. Graham JV, Eustace C, Brock K, Swain E, Irwin-Carruthers S. The Bobath Concept in Contemporary Clinical Practice. *Top Stroke Rehabil*. 2009; 16(1): 57–68.
39. Damiano D. Activity, activity, activity: rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. *Phys. Ther*. 2006; 86(Issue 11): 1534-40. <http://dx.doi.org/10.2522/ptj.20050397>.
40. Kim S, Lee D, Ko JY, Park Y, Yoon YH, Suh HJ et al. The Mechanism of Hip Dislocation Related to the Use of Abduction Bar and Hip Compression Bandage in Patients with Spastic Cerebral Palsy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2019; 98(12):1125-1132.
41. Zafeiriou DI. Primitive reflexes and postural reactions in the neurodevelopmental examination. *Pediatr Neurol*. 2004; 31: 1–8.
42. Kollen BJ et al. The Effectiveness of the Bobath Concept in Stroke Rehabilitation What is the Evidence? *Stroke* 2009; 40: 89-97.
43. Arokoski JP, Valta T, Alraksinen O, Kankaanpää M. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 2001; 82(8): 1089-1098. <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2001.23819>.
44. Falisse A, Bar-On L, Desloovere K, Jonkers I, De Groote F. A spasticity model based on feedback from muscle force explains muscle activity during passive stretches and gait in children with cerebral palsy. *PLoS One* 2018; 13(12): e0208811.
45. Pitto L, Rossom SV, Desloovere K, Molenaers G, Huenaerts C, De Groote F et al. Pre-treatment EMG can be used to model post-treatment muscle coordination during walking in children with cerebral palsy. *PLoS One* 2020; 15(2).

46. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, Dan B, Lin JP, Damiano DL et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers*. 2016; 2(15083).

Figure 1. Handling of Bobath Concept and maintained kneeling posture

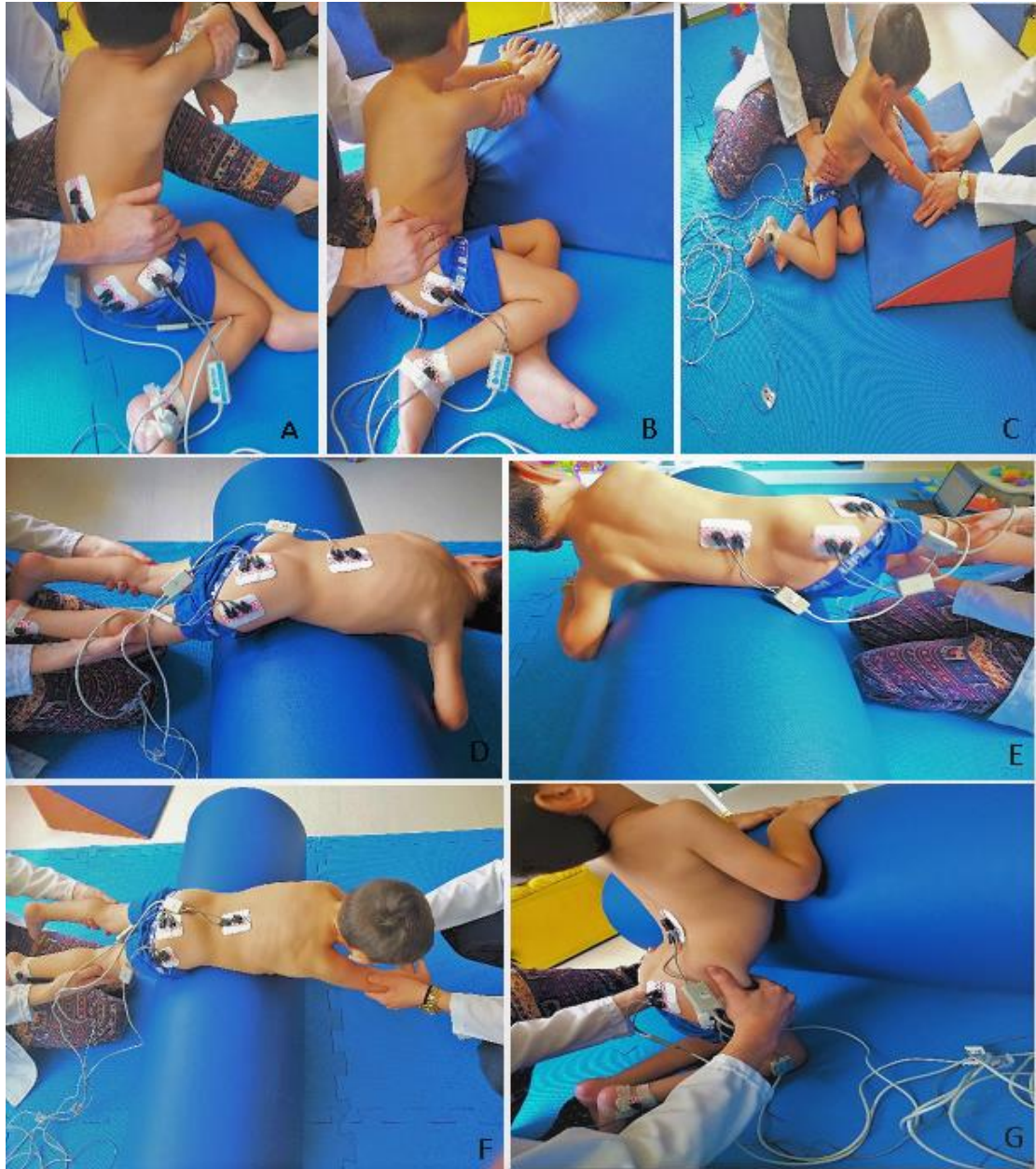


Fig. 1. A. *Side-sitting* with trunk rotation and without weight transfer. B. *Side-sitting* with trunk rotation and weight transfer in upper limbs in a wedge. Key point: hip and elbow. C. *Side-sitting* with trunk rotation and weight transfer in upper limbs in the wedge, with the help of another therapist. Key point: hip and bilateral fist. D and E. Rolling from DV to DL. Key point: bilateral knee. F. Rolling from DV to DL, with the help of another therapist. Key point: bilateral knee and elbow. G. Maintained kneeling posture. Key point: bilateral hip.

Table 1. Sample characterization

Variables	CP (n=38)	HEALTHY (n=20)
Age (median \pm SD)	10,07 \pm 4,4	10 \pm 4,3
Gender		
F	17 (44,7%)	11 (55%)
M	21 (55,3%)	9 (45%)
GMFCS IV/V		
Level IV	15 (39,5%)	
Level V	23 (60,5%)	
Modified Ashworth Scale		
Degree 2	8 (21,1%)	
Degree 3	24 (63,2%)	
Degree 4	6 (15,8%)	
Understand of commands	14 (36,8%)	
Spastic muscles		
Harmstrings	18 (47,4%)	
Adductor	15 (39,5%)	
Quadriceps	3 (7,9%)	
Others	6 (21,4%)	
Use of gastrostomy and probe		
Gastrostomy	14 (36,8%)	
Tracheostomy	1 (2,6%)	

SD: standard deviation; GMFCS: Gross Motor Function Classification Scale

Table 2. Side-sitting handling and variations

	HEALTHY			CP			p-value (intergroup)
	P25	MEDIAN	P75	P25	MEDIAN	P75	
ERECTOR							
With aid	40,39	73,61	160,38	-13,53	18,46	55,88	*0,002
Unaided and weight transfer	35,90	91,01	184,23	7,52	51,97	88,77	0,067
No weight transfer	19,21	55,88	233,51	-6,64	20,83	73,92	*0,036
p-value (variation between handlings)	0,638			#0,034			
GMED							
With aid	119,92	244,91	498,33	9,23	34,02	86,57	*0,000
Unaided and weight transfer	124,48	197,23	378,15	25,29	73,42	122,25	*0,000
No weight transfer	135,29	282,17	361,24	15,25	35,74	103,28	*0,000
p-value (variation between handlings)	0,287			0,191			
GMAX							
With aid	128,62	188,70	397,51	-0,06	24,22	54,15	*0,000
Unaided and weight transfer	154,59	217,55	388,60	9,25	45,95	124,97	*0,000
No weight transfer	79,96	147,78	232,66	10,54	49,00	111,70	*0,002
p-value (variation between handlings)	0,086			0,314			
p-value (muscle variation during handling with aid)	0,002			0,060			
p-value (muscle variation during unaided handling and with transfer)	0,060			\$0,034			
p-value (muscle variation during handling without transfer)	0,015			0,006			

Variation of muscle activation in relation to rest. Median values (P25-P75). *p-value between HEALTHY X CP groups. #p-value difference between higher handling for no aid and weight transfer, with significant activation for the erector muscle. \$p-value variation of muscle activation to gluteus medius during unaided handling and weight transfer. Friedman with Dunn's test for multiple comparisons.

Table 3. Rolling handling and variations

	HEALTHY			CP			p-value (intergroup)
	P25	MEDIAN	P75	P25	MEDIAN	P75	
ERECTOR							
With aid	15,00	101,01	377,01	5,39	36,27	78,34	*0,043
Without aid	109,42	202,42	444,02	-22,26	33,91	374,54	*0,025
p-value (variation between handlings)	0,100			0,157			
GMED							
With aid	58,34	162,72	352,95	11,10	60,53	165,93	*0,020
Without aid	84,40	189,28	416,92	10,91	48,66	191,81	*0,015
p-value (variation between handlings)	0,852			0,587			
GMAX							
With aid	51,56	147,41	259,96	0,99	46,64	146,83	*0,027
Without aid	41,22	83,24	259,74	-0,83	43,20	102,45	*0,050
p-value (variation between handlings)	0,765			0,365			
p-value (muscle variation during handling with aid)	0,449			0,607			
p-value (muscle variation during unaided handling)	0,043			0,710			

Variation of muscle activation in relation to rest. Median values (P25-P75). *p-value between HEALTHY X CP groups. Wilcoxon test when there was two types of aid.

Table 4. Maintained kneeling posture

	HEALTHY			CP			p-value (intergroup)
	P25	MEDIAN	P75	P25	MEDIAN	P75	
ERECTOR	5,97	7,53	12,15	8,67	12,12	19,20	*0,019
GMED	3,00	3,65	5,63	4,76	8,29	15,13	*0,001
GMAX	2,83	3,85	6,27	2,99	5,91	9,48	0,202
p-value (muscle activation)	**0,000			**0,000			

Muscle activation. *p-value between HEALTHY X CP groups. **p-value muscle activation for erector and gluteus medius CP group and erector group healthy. Friedman with Dunn's test for multiple comparisons.

6 CONCLUSÃO GERAL

Com a realização dessa pesquisa, verificou-se os efeitos dos manuseios baseados no Conceito Bobath e da postura de joelhos, utilizados em nossa prática fisioterapêutica. Foi encontrado uma ativação muscular significativa, dos músculos eretor e glúteo médio, ao comparar o repouso e manuseio, pelo uso do Conceito Bobath – através do manuseio em *side-sitting* com transferência de peso e sem auxílio de outro terapeuta e na postura mantida de joelhos. O uso da eletromiografia permitiu analisar as variáveis, sendo uma ferramenta de fácil manuseio e que deve ser explorada pelos profissionais da área neurofuncional.

Desta forma, a hipótese deste estudo era de que os manuseios e as posturas aos quais os participantes com Paralisia Cerebral seriam submetidos diferem em relação a ativação muscular. Nossos resultados comprovaram em parte esta hipótese, pois foi observada diferença significativa na ativação muscular para o manuseio em *side-sitting* com transferência de peso e sem auxílio de outro terapeuta, e na postura mantida de joelhos. Cabe ressaltar que os manuseios proporcionam maiores variações de ativação, se comparado à uma postura estática. Além disso, a avaliação de um grupo referência foi importante para analisarmos como os músculos de uma população grave diferem na sua ativação muscular em relação às musculaturas saudáveis.

Essa pesquisa foi desenvolvida pela grande vontade da mestrandia deste estudo em proporcionar uma intervenção adequada, visto que essas crianças e adolescentes possuem muitas limitações e por vezes, não estão sendo trabalhadas de forma adequada, justamente por seu perfil mais grave. Os indivíduos dos níveis mais altos do GMFCS, passam a maior parte do tempo em uma única postura, causando muitas limitações em suas atividades de vida diária e possuem um controle postural inadequado. A prática baseada em evidências deve ser utilizada, mas ainda, muitas intervenções neurofuncionais não dispõem de comprovação científica.

Com os resultados apresentados, espera-se que os terapeutas tenham uma ferramenta valiosa em suas mãos, onde estes resultados possam ser utilizados na prática clínica, estabelecendo uma frequência, intensidade, duração e o objetivo, centrados na família e no paciente, podendo assim contribuir na melhora da qualidade de vida dessa população mais gravemente acometida.

ANEXOS

ANEXO A

Carta de aprovação do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: USO DA ELETROMIOGRAFIA PARA ANÁLISE DA ATIVAÇÃO MUSCULAR NA REABILITAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA DE PACIENTES PÓS-LESÃO CEREBRAL

Pesquisador: Fernanda Cechetti

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 79560317.8.0000.5345

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

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.464.114

Apresentação do Projeto:

Lesão cerebral pode ser definida como um insulto ao cérebro que afeta sua estrutura ou função, resultando em deficiências de cognição, comunicação, função física ou comportamento psicossocial. Ela acomete a população mundial, independente da idade, gerando múltiplas deficiências significativas. A reabilitação física favorece o aprendizado ou reaprendizado motor, o papel do fisioterapeuta é utilizar das mais variadas técnicas no cenário de reabilitação e escolher a mais adequada para cada paciente, desde técnicas cinesioterápicas tradicionais até métodos de tratamento mais elaborados. Na literatura atual, poucos são os estudos que abordam quais os melhores manuseios ou posturas utilizadas para um melhor sucesso de tratamento com indivíduos lesados cerebrais. Portanto, o objetivo principal deste projeto é verificar a ativação muscular em diferentes posturas e manuseios da fisioterapia, em pacientes lesados cerebrais, através do uso da eletromiografia, uma ferramenta não-invasiva para a avaliação do sistema

Endereço: Rua Sarmento Leite ,245

Bairro: Sarmento

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3303-8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 2.464.114

neuromuscular.

Este projeto será realizado no laboratório 814 (prédio 2, 8º andar) da Universidade Federal de Ciências da Saúde (UFCSA), Porto Alegre – RS em um período de dois anos. Participarão pacientes lesados cerebrais oriundos dos locais de prática do estágio do Curso de Fisioterapia e por indicação de médicos neurologistas conhecidos das pesquisadoras. Os mesmos serão submetidos há 3 instrumentos de avaliação antes da realização da análise eletromiográfica: ficha de avaliação, Escala GMFCS (Sistema de Classificação da Função Motora Grossa) e Escala de Ashworth Modificada (Classificação da Espasticidade). Após, serão submetidos a análise eletromiográfica em musculaturas específicas conforme postura previamente selecionada. O tempo de intervalo entre cada postura ou manuseio será de 1 minuto.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL

Verificar a ativação muscular de pacientes com lesão cerebral durante posturas e manuseios fisioterapêuticos através da eletromiografia.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Correlacionar as diversas posturas e manuseios disponíveis na prática fisioterapêutica;
- Identificar as ativações musculares em cada postura e manuseio escolhido, a fim de identificar qual provoca maior ativação muscular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

No projeto ainda está que a pesquisa não acarretará riscos ou danos aos pacientes, visto que os mesmos já são familiarizados com os manuseios e posturas fisioterapêuticas. No TCLE, a pesquisadora coloca que pode vir a ocorrer algum desconforto em determinada posição pelo paciente, sendo que o mesmo será retirado e reposicionado. Se persistir este desconforto, as pesquisadoras realizarão atendimento fisioterapêutico no próprio local com o objetivo de amenização do processo.

Como principal benefício ao final da pesquisa, os resultados encontrados servirão como subsídio

Endereço: Rua Sarmento Leite ,245
Bairro: Sarmento CEP: 90.050-170
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3303-8804 E-mail: cep@ufcsa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 2.464.114

para a
escolha da forma de tratamento que trará melhores benefícios à atividade muscular dos pacientes lesados cerebrais.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Foi explicado os riscos e quais providências caso da sua ocorrência.
TCLE reformulado e está de acordo com a resolução.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE nos termos da legislação.
Folha de rosto assinada e carimbada.
Termo de anuência assinado e carimbado.
Termo de entrega de relatório 1º parcial (outubro/2018) e final em 2019.

Recomendações:

Recomenda-se acrescentar também o endereço do CEP no TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as reformulações estão de acordo com o solicitado.
Aprovar.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o parecer do Relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1017397.pdf	21/11/2017 16:06:30		Aceito
Outros	Anexo5.doc	21/11/2017 16:06:00	Fernanda Cechetti	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoFinalreformulado.doc	21/11/2017 16:05:35	Fernanda Cechetti	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tclereformulado.docx	21/11/2017 16:05:10	Fernanda Cechetti	Aceito
Folha de Rosto	Folharostoassinada.pdf	31/10/2017 14:38:32	Fernanda Cechetti	Aceito

Endereço: Rua Sarmento Leite ,245
Bairro: Sarmento CEP: 90.050-170
UF: RS Município: PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3303-8804 E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 2.464.114

Outros	Termoanueciafinal.pdf	26/10/2017 15:49:33	Fernanda Cechetti	Aceito
Outros	Formularioencaminhamento.pdf	26/10/2017 15:49:11	Fernanda Cechetti	Aceito
Outros	CurriculoFrancieleZardo.pdf	26/10/2017 15:48:41	Fernanda Cechetti	Aceito
Outros	CurriculoFernandaCechetti.doc	26/10/2017 15:47:37	Fernanda Cechetti	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 10 de Janeiro de 2018

Assinado por:
ELIANE DALLEGRAVE
(Coordenador)

Endereço: Rua Sarmiento Leite ,245
Bairro: Sarmiento **CEP:** 90.050-170
UF: RS **Município:** PORTO ALEGRE
Telefone: (51)3303-8804 **E-mail:** cep@ufcspa.edu.br

ANEXO B

Normas da revista

DESCRIPTION

The *European Journal of Paediatric Neurology* is the Official Journal of the European Paediatric Neurology Society, successor to the long-established European Federation of **Child Neurology** Societies. Under the guidance of a prestigious International editorial board, this multi-disciplinary journal publishes exciting clinical and experimental research in this rapidly expanding field. High quality papers written by leading experts encompass all the major diseases including **epilepsy, movement disorders, neuromuscular disorders, neurodegenerative disorders** and **intellectual disability**. Other exciting highlights include articles on **brain imaging** and **neonatal neurology**, and the publication of regularly updated tables relating to the main groups of disorders.

IMPACT FACTOR

2019: 2.510 © Clarivate Analytics Journal Citation Reports 2020

GUIDE FOR AUTHORS

Your Paper Your Way

We now differentiate between the requirements for new and revised submissions. You may choose to submit your manuscript as a single Word or PDF file to be used in the refereeing process. Only when your paper is at the revision stage, will you be requested to put your paper in to a 'correct format' for acceptance and provide the items required for the publication of your article. **To find out more, please visit the Preparation section below.**

The European Journal of Paediatric Neurology is the official journal of the European Paediatric Neurology Society. It aims at rapid publication of high quality, original, clinical and experimental work in and relating to all aspects of paediatric neurology and paediatric neurosciences, including molecular and genetic research, and studies of animal models of relevance to human disease.

The following articles will be considered for publication: original research papers, reviews, case studies and letters to the Editor.

Original articles: The main text of original articles should generally be in the format of: Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results and Discussion. Authors are reminded that articles should be clear and concise and non-standard abbreviations avoided. Please provide a brief abstract and up to six keywords separately.

Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the journal for review.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

Manuscript:

- Include keywords
- All figures (include relevant captions)
- All tables (including titles, description, footnotes)
- Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
- Indicate clearly if color should be used for any figures in print

Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)

Supplemental files (where applicable)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interest's statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare

- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

BEFORE YOU BEGIN

Studies in humans and animals

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans. The manuscript should be in line with the Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing and Publication of Scholarly Work in Medical Journals and aim for the inclusion of representative human populations (sex, age and ethnicity) as per those recommendations. The terms sex and gender should be used correctly.

Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

The journal publishes all material relating to human investigation and animal experiments on the understanding that the design of the work has been approved by the local Ethical Committees or that it conforms to guidelines on animal care and use currently applied in the country of origin.

Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places:

1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted.

2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches.

Informed consent and patient details

Studies on patients or volunteers require ethics committee approval and informed consent, which should be documented in the paper. Appropriate consents, permissions and releases must be obtained where an author wishes to include case details or other personal information or images of patients and any other individuals in an Elsevier publication. Written consents must be retained by the author but copies should not be provided to the journal. Only if specifically requested by the journal in exceptional circumstances (for example if a legal issue arises) the author must provide copies of the consents or evidence that such consents have been obtained.

PREPARATION

NEW SUBMISSIONS

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts your files to a single PDF file, which is used in the peer-review process. As part of the Your Paper Your Way service, you may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission. Please note that individual figure files larger than 10 MB must be uploaded separately.

References

There are no strict requirements on reference formatting at submission. References can be in any style or format as long as the style is consistent. Where applicable, author(s) name(s), journal title/ book title, chapter title/article title, year of publication, volume number/book chapter and the article number or pagination must be present. Use of DOI is highly encouraged. The reference style used by the journal will be applied to the accepted article by Elsevier at the proof stage. Note that missing data will be highlighted at proof stage for the author to correct.

Formatting requirements

There are no strict formatting requirements but all manuscripts must contain the essential elements needed to convey your manuscript, for example Abstract, Keywords, Introduction, Materials and Methods, Results, Conclusions, Artwork and Tables with Captions. If your article includes any Videos and/or other Supplementary material, this should be included in your initial submission for peer review purposes. Divide the article into clearly defined sections.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

Theory/calculation

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly, for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- ***Title.*** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- ***Author names and affiliations.*** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lowercase superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- ***Corresponding author.*** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- ***Present/permanent address.*** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent

address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal as they help increase the discoverability of your article via search engines. They consist of a short collection of bullet points that capture the novel results of your research as well as new methods that were used during the study (if any). Highlights should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point).

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself. The abstract should not exceed 250 words.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y . In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Preferred fonts: Arial (or Helvetica), Times New Roman (or Times), Symbol, Courier.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Indicate per figure if it is a single, 1.5 or 2-column fitting image.
- For Word submissions only, you may still provide figures and their captions, and tables within a single file at the revision stage.
- Please note that individual figure files larger than 10 MB must be provided in separate source files.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalized, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF (or JPG): Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPG): Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in

the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high-quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

Unpublished communications should be cited in the text in parentheses. In the text, references should be numbered consecutively as bold superscripts if possible but in parentheses if this is not possible. They should appear in the order in which they are first cited in the text and listed in numerical order at the end of the article. The sequence for a journal article should be author(s), title of paper, journal name abbreviated as in Index Medicus (written in full if no abbreviation quoted), year of publication, volume number, first and last pages. Include all authors up to five names; if there are six or more, include the first three and then et al. The sequence for a book is: chapter author(s), chapter title, editor(s) or compiler(s), book title, edition number, place of publication, publishers' name, year of publication, first and last pages (if relevant).

Example 1:

23. Siddenvall R, Forsgren L, Heijbel J. Prevalence and characteristics of epilepsy in children in Northern Sweden. *Seizure* 1996; 5: 139-146.

Example 2:

24. Wallace SJ. Neurology. In: Addy, DP (ed) Investigations in Paediatrics. London: WB Saunders Company Limited, 1994: 135-147.

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the List of Title Word Abbreviations.