



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA
NÚCLEO DE ESTUDOS EM NEUROPEDIATRIA E MOTRICIDADE



LUIZA RIBEIRO MACHADO

PADRÃO MOTOR DA FUNÇÃO MANUAL DE BEBER LÍQUIDO EM
INDIVÍDUOS COM PARALISIA CEREBRAL E DESENVOLVIMENTO MOTOR
TÍPICO

São Carlos

2018

LUIZA RIBEIRO MACHADO

**PADRÃO MOTOR DA FUNÇÃO MANUAL DE BEBER LÍQUIDO EM
INDIVÍDUOS COM PARALISIA CEREBRAL E DESENVOLVIMENTO MOTOR
TÍPICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia - *Strictu Sensu*, ofertado pelo Departamento de Fisioterapia, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia, área de concentração “Fisioterapia e Desempenho Funcional”.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Eloisa Tudella

São Carlos

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Luiza Ribeiro Machado, realizada em 30/01/2018:

Eloisa Tudella

Profa. Dra. Eloisa Tudella
UFSCar

Anna Carolina Lepesteur Gianlorenço

Profa. Dra. Anna Carolyn Lepesteur Gianlorenço
UFSCar

Cristina dos S. C. de Sá

Profa. Dra. Cristina dos Santos Cardoso de Sá
UNIFESP

Aos meus pais que sempre me incentivaram e apoiaram a seguir meus sonhos independente da escolha que eu tomasse. A minha família pelo apoio, compreensão e amor durante todo o período de ausência.

“A segurança de poder voar atrás dos nossos sonhos e saber que temos para onde voltar”

“O primeiro passo para ser grande é ser grato”

Autor desconhecido

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Como dito há muito pelo poeta inglês John Donne “Nenhum homem é uma ilha, completo em si próprio; cada ser humano é uma parte do continente, uma parte de um todo”.

Conheci a Profa. Dra. Eloisa Tudella no ano de 2015 no Congresso da Associação Brasileira de Neurologia e Psiquiatria Infantil e Profissões Afins (ABENEPI), onde, acompanhada pela professora Jadiane Dionísio, apresentei meu trabalho de Iniciação Científica, apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) em Campos de Jordão/SP. Aquela pessoa jovial, simpática e disponível, se apresentou a mim de forma diversa da que eu imaginava a alguém com um currículo tão vasto, considerada referência nacional na neuropediatria em fisioterapia, o que fez crescer em mim a vontade cada vez maior de trilhar o mesmo caminho que ela.

Recém-graduada, me enchi de coragem e me inscrevi e fui monitora do XV Curso de Especialização em Intervenção em Neuropediatria e no V Curso de Aperfeiçoamento em Intervenção Precoce, nos quais aprendi a lidar com os lactentes e seus familiares, instrumentos de avaliação, técnicas de intervenção dentre outros, e a experiência foi tão importante para mim, que continuei como voluntária na turma seguinte e parcialmente na turma subsequente. Naquele mesmo ano, tive a honra de trabalhar com ela na elaboração de um capítulo de livro, uma experiência intensa, onde pude aprender muito sobre leitura de artigos com visão crítica de materiais científicos e escrita científica. Cada vez mais implicada e apaixonada pela desafiadora busca do conhecimento, antes mesmo de concluir a especialização, já tinha sido aprovada no processo seletivo do Mestrado. Decisivo foi o incentivo e a confiança da querida Elô (como carinhosamente a chamo) para que eu desse mais esse passo.

Finalizando o mestrado e já aprovada no processo seletivo do Doutorado, percebo o quanto sou privilegiada por ter tido a honra de trabalhar ao lado de uma das maiores profissionais do mundo em nossa área. Sim, agora posso dizer nossa

área, querida Elô, pois você, na sua grandeza, também me fez ser grande, me fez sentir parte deste grande continente, me mostrou que a alegria, o bom humor, a bondade, a humildade o cuidado e a preocupação com nossos pequenos pacientes são mais importantes que o nosso currículo.

Elô, nunca terão palavras capazes de expressar o quanto você foi, é, e continuará sendo minha inspiração como profissional e como pessoa. Você esteve comigo em momentos difíceis dos dois últimos anos da minha vida, me apoiou (apóia), me incentivou (incentiva) e me faz acreditar cada vez mais nos outros, em nosso amor pela profissão e sobretudo, em mim mesma. Serei eternamente grata minha mestra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Rosangela Ribeiro Silva Machado da Silveira e Ricardo Wagner Machado da Silveira, pois sem eles nada disso seria possível. Mesmo sabendo da distância a qual estaria, da minha ausência em momentos importantes de tristezas e alegrias, tiveram a capacidade de me empurrar em direção ao meu sonho e me oferecer todo o suporte emocional e financeiro para hoje estar concluindo esta etapa. Sempre me ensinaram o valor do conhecimento e da educação, que estes seriam os bens mais preciosos pelos quais posso lutar e que ninguém nunca será capaz de tirá-los de mim. Me ensinaram os valores da honestidade, lealdade, perseverança, do amor ao trabalho, família e amigos. Graças a eles me tornei a pessoa que acredito ser hoje.

Agradeço a minha caçulinha, Beatriz Ribeiro Machado, por estar sempre ao meu lado e por sua torcida eterna. Sei que mesmo com todos os desentendimentos de irmãs você sempre estará comigo me apoiando, assim como eu sempre estarei por você.

Aos meus familiares, meu amor e gratidão pela torcida amorosa de todos. Precisei me ausentar em momentos importantes e que sei que não voltarão, acredito que isso possa ter doído neles o mesmo que para mim.

Gostaria de agradecer especialmente ao meu avô Victor Hugo Machado da Silveira, o qual me incentivou a seguir este caminho, e que com tanto carinho falava sobre a neta que mudou para ir atrás do sonho de estudar para ser professora. O senhor foi uma das pessoas mais incríveis e fortes que já conheci, agradeço a honra que tive em ser sua neta e peço desculpas por não ter estado junto a ti quando mais precisou.

Ao Bruno Luiz Turci e sua família, meu anjo da guarda, amigo e companheiro de todas as horas, minha família e meu Porto Seguro em São Carlos, serei eternamente grata. Sem vocês em todos os momentos de tristeza, alegrias, angústias e correria nesses últimos dois anos, acredito que não conseguiria.

Aos meus amigos os quais por diversas vezes tive que cancelar compromissos, faltei a aniversários, festas e confraternizações. Me apoiaram quando pensei em desistir e incentivaram a continuar. O meu muito obrigada, estarão sempre em meus corações. Devo salientar a importância das minhas amigas em São Carlos Daniela Fornaciari e Natália Buchwieser que, mesmo após anos de distância, nossa amizade permaneceu inalterada e participaram de momentos de felicidade intensa e tristeza também, tornando-os sempre mais alegres e leves. Aos meus amigos em Uberlândia que me apoiaram nessa mudança e que mesmo com a distância estamos sempre juntos, Juliana Heilbuth, Priscila Honorato, Jéssica Freitas, Maisa Paula, Cecília Nascimento, Samantha Hipólito, Tarciana Freitas, Priscilla Schneider, Jennifer Faria, Aécio Dantas, Danilo Taveira, Mayhumi Kitagawa e todos os outros que compreenderam a minha mudança, ausência em festas, comemorações e momentos difíceis que ocorreram durante esses anos.

Ao José Leonardo da Silva Mello, que me ofereceu apoio e incentivo nos últimos meses, sendo imprescindível para a finalização deste trabalho em tempo hábil.

As professoras Dra. Célia Regina Lopes e Dra. Jadiane Dionísio que desde minha graduação me incentivaram a seguir meu sonho na área acadêmica e me inspiraram a tentar me tornar sempre uma profissional mais capacitada, me ensinaram um pouco sobre o que é o amor em ensinar.

Aos meus colegas de laboratório da UFSCar que sempre apoiaram com ideias, comentários, correções para que este trabalho pudesse ser concluído. Em especial ao Josimar Tasso, Ana Paula Vadico, Carolina Fioroni e Amanda Ferreira pelo auxílio especial na coleta e análise dos dados.

As crianças, adolescentes e pais que se disponibilizaram a vir até a UFSCar para que esta pesquisa fosse realizada e finalizada em tempo hábil.

Aos professores e servidores da UFSCar pela oportunidade de aprendizado, inspiração, parceria, paciência, e por todos os cuidados que tiveram comigo. Em especial as professoras Dra. Eloisa Tudella, Dra. Tânia Salvini, Dra.

Anna Carolyna Gianlorenço, Dra. Roberta, Dr. Fábio Serrão, a Iolanda Vilela, Maria e Fernanda.

Agradeço ainda à Profa. Dra. Jill C. Heathcock que ao acreditar em mim e na Profa. Dra. Eloisa Tudella me ofereceu a oportunidade em realizar este trabalho e contribuir na finalização do mesmo.

Thanks to Profa. Dr. Jill C. Heathcock who by believing in me and in Prof. Dr. Eloisa Tudella offered the opportunity to perform this work and contribute to the finalization of it.

Agradeço as Profa. Dra. Raquel de Paula Carvalho e Natália Duarte pela participação como banca de qualificação deste trabalho, pelas valiosas contribuições e pelo aceite em participar como co-autoras deste trabalho.

Agradeço ainda à banca, Profa. Dra. Cristina dos Santos Cardoso de Sá e Profa. Dra. Anna Carolyna Lepesteur Gianlorenço pela disponibilidade e por terem aceitado contribuir para o presente trabalho.

RESUMO

Contextualização: Indivíduos com paralisia cerebral usualmente apresentam comprometimento do movimento e da postura, os quais geram dificuldade nas atividades e participação de indivíduos, especialmente quando estas envolvem o uso dos membros superiores. Entretanto, não é bem definido o controle do tronco e de cada segmento do membro superior de indivíduos com paralisia cerebral em relação a sua posição no espaço durante uma tarefa funcional. **Objetivo:** Identificar a coordenação do tronco e membros superiores de indivíduos com paralisia cerebral em comparação aos típicos na tarefa de beber líquido de um copo. **Metodologia:** Foram avaliados nove indivíduos com paralisia cerebral, média de 9 anos (± 3 anos) de idade, tipo espástica, topografia hemiparética e diparética, *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS) níveis I a IV, *Manual Ability Classification System* (MACS) I ou II, e nove indivíduos típicos para o grupo comparação, idade média de 9 anos (± 3 anos). Os indivíduos foram sentados em uma cadeira com altura ajustável e orientados a beber suco de um copo que estava sobre a mesa, posicionado a 75% do comprimento do membro superior. A tarefa deveria ser realizada com o membro superior preferencial para aqueles indivíduos típicos e com paralisia cerebral diparética, e membro superior não preferencial (afetado) para aqueles com paralisia cerebral hemiparética. A tarefa de beber suco de um copo foi dividida em três fases: alcance, transporte do copo até a boca, e transporte do copo até a mesa. Foram utilizadas quatro câmeras *Qualysis Motion System* para captura e análise da tarefa. **Resultados:** Indivíduos com paralisia cerebral apresentaram menor velocidade média ($p < 0,01$) e pico de velocidade ($p < 0,01$) nas fases 2 e 3. Apresentaram movimento menos retilíneo ($p < 0,01$), o qual exigiu mais tempo ($p = 0,01$) e unidades de movimento ($p < 0,01$) em comparação aos indivíduos típicos em todas as fases. Além disso, os indivíduos com paralisia cerebral apresentaram maior deslocamento do tronco ($p = 0,02$) que os indivíduos típicos na fase 1. **Conclusão:** Indivíduos com paralisia

cerebral apresentaram coordenação motora inferior quando comparados aos típicos, o que pode ser evidenciado por movimentos mais lentos e menos retilíneos mesmo quando utilizaram de compensações biomecânicas como o deslocamento anterior do tronco.

Palavras chave: Transtornos Motores. Alcance. Força da mão. Cinemática. Pediatria. Avaliação.

ABSTRACT

Background: Individuals with cerebral palsy usually presents impairment of movement and posture, which causes difficulty in activities and participation of individuals, mainly when these involve the use of upper limbs. However, the control of the trunk and each segment of the upper limbs of individuals with cerebral palsy in relation to their position in space during a functional task is not well defined.

Aim: To identify the coordination of the trunk and upper limbs of individuals with cerebral palsy compared to the typical ones in the task of drinking liquid from a glass.

Methods: We evaluated nine individuals with cerebral palsy, mean age 9 years (± 3 years), spastic type, hemiparetic and diparetic topography, Gross Motor Function Classification System (GMFCS) levels I to IV, Manual Ability Classification System (MACS) I and II, and nine typical individuals for the comparison group, mean age 9 years (± 3 years). The individuals were seated in a chair with adjustable height and oriented to drink juice from a cup that was on the table, positioned at 75% of the length of the upper limb. The task should be performed with the preferred upper limb preferred for those typical individuals and with diparetic cerebral palsy, and non-preferred upper limb (affected) for those with hemiparetic cerebral palsy. The task of drinking juice from a cup was divided into three phases: reach, transport the cup to the mouth, and transport the cup to the table. Four Qualys Motion System cameras were used for task capture and analysis.

Results: Individuals with cerebral palsy presented lower mean velocity ($p < 0.01$) and peak velocity ($p < 0.01$) in phases 2 and 3. They presented less rectilinear movement ($p < 0.01$), which required more time ($p = 0.01$) and units of motion ($p < 0.01$) compared to typical individuals at all phases. In addition, individuals with cerebral palsy had higher trunk displacement ($p = 0.02$) than individuals with typical motor development.

Conclusion: Individuals with cerebral palsy presented lower motor coordination when compared to typical ones, which can be evidenced by slower and less rectilinear movements even when they used biomechanical compensations such as anterior trunk displacement.

Key words: Motor Disorders. Reach. Gripping Strength. Kinematics. Pediatrics. Evaluation.

CONTEXTUALIZAÇÃO

A habilidade de alcançar e apreender objetos é precursora na aquisição de funções manuais mais complexas (COLUCCINI et al., 2007) como o beber, o comer, o vestir, o contato físico com outras pessoas, a escrita, entre outros, o que possibilita maior participação do indivíduo na sociedade e influencia o desenvolvimento cognitivo (ROSENGREN; SAVELSBERGH; VAN DER KAMP, 2003; CORBETTA; SNAPP-CHILDS, 2009; VON HOFSTEN, 2009). O alcance manual é considerado como uma habilidade motora complexa, e requer cooperação dos sistemas osteomioarticular (músculos, tendões e articulações envolvidos) com os sistemas de feedback e feedforward com o intuito de posicionar a mão em local desejado no espaço para que o indivíduo possa interagir com o ambiente (EDWARDS, HUMPHREYS, 1999; ABOELNASR, HEGAZY, ALTALWAY, 2016).

No desenvolvimento típico, o alcance inicia-se por volta dos três a quatro meses de idade (THELEN et al., 1993; CUNHA et al., 2013). Neste período o lactente é capaz de direcionar um ou ambos os membros superiores a um alvo de interesse a fim de tocá-lo, sem a necessidade de apreendê-lo (THELEN et al., 1993), que é definida como a habilidade de alcance manual. Inicialmente o alcance apresenta-se sinuoso, desalinhado e com maior número de unidades de movimento, ou seja, várias fases de acelerações e desacelerações ao longo do movimento. O alcance manual sofre influência e da experiência motora por meio da prática espontânea e repetitiva (CARVALHO et al., 2008), por exemplo, o ganho de força contra a gravidade (KONCZAK, DICHGANS, 1997), controle da oscilação de membros superiores (OUT et al., 1997), ajuste da abertura e posicionamento da mão que beneficia o toque com o objeto (FAGARD, 2000; TOLEDO, SOARES, TUDELLA, 2011). Progressivamente, portanto, o alcance imaturo é substituído por um padrão de movimento mais retilíneo e fluente (VON HOFSTEN; LINDHAGEN, 1979; VON HOFSTEN, 1991; THELEN et al., 1993; CUNHA et al., 2013).

A preensão pode ou não estar associada a habilidade de alcance manual. Essa consiste na habilidade de apreender um objeto possibilitando a sua exploração (SOARES et al., 2013). A preensão de um objeto pode ocorrer com uma ou ambas

as mãos após um alcance efetivo (SOARES et al., 2013). Pode também ser realizada a preensão de força ou a preensão de precisão (NAPIER, 1956). A primeira é caracterizada pela transmissão de força entre os dedos e a palma da mão, podendo ser subclassificada como cilíndrica, esférica ou em gancho (NAPIER, 1956). A segunda é caracterizada pela preensão em que há transferência de forças entre o polegar com os outros dedos, podendo ser subclassificada como ponta-a-ponta dos dedos, polpa digital-polpa digital, ou ainda polpa digital-lateral do dedo (NAPIER, 1956). A decisão por qual tipo de preensão será realizada ocorre devido ao feedforward da tarefa, por exemplo, a distância, altura e o formato do objeto (NAPIER, 1956). O desenvolvimento da habilidade de alcance e preensão estará presente em todas as suas variações e de forma madura em torno da primeira década de vida nas crianças típicas (KUHTZ-BUSCHBECK et al., 1998; PARE; DUGAS, 1999).

Durante o desenvolvimento infantil, podem ocorrer alterações no sistema neurosensoriomotor e nas características físicas do corpo, as quais podem influenciar no desempenho das habilidades manuais (KING et al., 2012). A idade, por exemplo, pode influenciar positivamente na força de preensão máxima de crianças e adolescentes (HÄGER-ROSS; RÖSBLAD, 2002; EEK; KROKSMARK; BECKUNG, 2006; MOURA; MOUREIRA; CAIXETA, 2008; SILVA; OLIVEIRA, 2010; MOLENAAR et al., 2011), pois, com o decorrer dos anos ocorrem alterações fisiológicas no sistema musculoesquelético, as quais resultam em mudanças na massa e no tamanho da fibra muscular (RAUCH et al., 2002; ESTEVES et al., 2005).

A presença de déficits motores e/ou sensoriais, decorrentes de fatores de risco biológicos e/ou físicos, pode retardar, alterar ou interromper o desenvolvimento infantil. A paralisia cerebral é uma condição decorrente à distúrbios não progressivos no encéfalo, que ocorreram durante o período de desenvolvimento fetal ou infantil (ROSENBAUM et al., 2007). Pode resultar no comprometimento do movimento e da postura (ROSENBAUM et al., 2007) que tem como consequência limitações nas atividades e participações do indivíduo na sociedade. É uma das causas mais prevalentes de incapacidade física na infância (REDDIHOUGH;

COLLINS, 2003), com prevalência global em torno de 2,1 crianças a cada 1.000 nascidas vivas (OSKOUI et al., 2013). O Brasil não apresenta estimativas epidemiológicas bem estabelecidas, mas pode apresentar taxas superiores à prevalência global, pois está entre os dez países com maior incidência de nascimentos prematuros, o que aumenta as chances de ocorrência da paralisia cerebral (MANCINI et al., 2002; BLENCOWE et al., 2013).

É comum a presença de distúrbios sensitivos, proprioceptivos, cognitivos e de problemas musculoesqueléticos secundários na paralisia cerebral (ROSENBAUM et al., 2007; HEATHCOCK; NICHOLS-LARSEN, 2016). Esta é classificada de acordo com o tipo de tônus (espástica, hipotônica, atáxica, discinética e mista) e a topografia de acometimento do corpo (hemiparética, diparética, triparética ou quadriparética) (ROSENBAUM et al., 2007; RICHARDS; MALOUIN, 2013; HEATHCOCK; NICHOLS-LARSEN, 2016). Além disso, pode-se classificar a função motora grossa e a função manual por meio dos instrumentos Gross Motor Function Classification System (GMFCS) (PALISANO et al., 2007) e Manual Ability Classification System (MACS) (ELIASSON et al., 2007), respectivamente.

Na paralisia cerebral há prevalência do tipo de tônus espástico (TOLEDO et al. 2015). A espasticidade é definida como uma desordem do sistema sensório-motor decorrente de uma lesão do neurônio motor superior (PANDIAN et al., 2005), caracterizada por hipertonia elástica, hiperreflexia e clônus. A hipertonia elástica ocorre devido a hiperativação dos neurônios motores espinhais (NIELSEN, CRONE, HULTBORN, 2007); a hiperreflexia se deve a um baixo limiar dos neurônios motores (BURKE et al., 1972; NIELSEN, CRONE, HULTBORN, 2007); e o clônus são contrações rítmicas involuntárias que ocorrem após estiramento repentino do músculo (KHEDER, NAIR, 2012). A espasticidade pode gerar comprometimentos secundários como espasmos (KHEDER, NAIR, 2012), alterações viscoelásticas dos músculos, contraturas e deformidades musculoesqueléticas (NIELSEN, CRONE, HULTBORN, 2007), dor e desconforto (KHEDER, NAIR, 2012), paresia, falta de destreza e fatigabilidade (YOUNG, 1989).

Quando analisada a topografia encontramos prevalência da paralisia cerebral diparética e hemiparética (EMBIRUÇU et al., 2015). De acordo com Embiruçu e colaboradores (2015) os indivíduos com paralisia cerebral diparética apresentam comprometimento em todos os membros, entretanto, este ocorre com proporções diferentes sendo maior em membros inferiores do que superiores. Nos primeiros anos de vida é evidente o comprometimento dos membros inferiores, enquanto que o comprometimento de membros superiores é sutil, sendo necessário solicitar tarefas que requerem coordenação motora fina a fim de se realizar a identificação precoce (EMBIRUÇU et al., 2015). A paralisia cerebral diparética está associada ao comprometimento das vias piramidais das regiões mediais do encéfalo, como na substância branca periventricular (EMBIRUÇU et al., 2015). Por outro lado, a paralisia cerebral hemiparética é caracterizada pelo comprometimento de um hemicorpo (EMBIRUÇU et al., 2015). Nesta há o comprometimento do trato córtico espinal de apenas um dos lados, este será sempre contralateral as principais manifestações clínicas (EMBIRUÇU et al., 2015).

Observa-se com frequência em indivíduos em paralisia cerebral um comprometimento mais severo dos membros superiores do que dos membros inferiores (SHUMWAY-COOK; WOOLLACOTT, 2003; JASPERS et al., 2009), com exceção dos indivíduos com paralisia cerebral diparética. Tem sido demonstrado que indivíduos com paralisia cerebral apresentam déficits para coordenar a trajetória dos membros superiores na habilidade de alcance, para ativação muscular, e modular a força muscular necessária para a preensão e liberação de objetos (ELIASSON; GORDON; FORSSBERG, 1991; STEENBERGEN et al., 1998; BUTLER et al., 2010a). Isso pode ficar mais evidente na fase pré-escolar e escolar, pois sabe-se que as exigências para as habilidades manipulativas são incrementadas neste período, devido à requisição de atividades que exigem adequado controle neuromuscular, tanto nas que ocorrem ao decorrer do dia (alimentar-se, vestir-se, brincar) quanto nas escolares (escrever, pintar e recortar), influenciando assim, nas atividades e participações do indivíduo em relação a sociedade.

O prejuízo do controle antecipatório do alcance e preensão nos indivíduos com paralisia cerebral, isto é, dos ajustes prévios da mão e dos dedos necessários à preensão de objetos com sucesso, ocorre por uma inabilidade para integrar a informação sensorial ascendente ao comando motor descendente (GORDON; CHARLES; DUFF, 1999; GORDON; CHARLES; STEENBERGEN, 2006). Desse modo, os indivíduos com paralisia cerebral têm de ajustar diversas vezes a mão antes de conseguir apreender um objeto (GORDON; DUFF, 1999). Assim, as tentativas sem sucesso de completar tarefas implicam em frustração e desistência de continuar tentando realizá-las. Por conseguinte, gera-se o fenômeno do não uso aprendido do membro, o que impede o desenvolvimento de sua representação cortical, inibindo ainda mais o seu uso (LIEPERT et al., 2000; TAUB et al., 2006).

Uma série de instrumentos validados encontra-se disponível para avaliar habilidades manuais e para mensurar efeitos de intervenções a partir do desempenho diretamente observado em tarefas funcionais, como o Quality of Upper Extremity Skills Test – QUEST (DEMATTEO et al., 1993), entre outros. No entanto, estes são subjetivos, sendo necessário algum instrumento padronizado de avaliação que garanta boa reprodutibilidade entre as medidas (COLUCCINI et al., 2007; JASPERS et al., 2011a; JASPERS et al., 2011b). A análise tridimensional do movimento (cinemática) é tida como uma ferramenta validada e sensível para avaliar diversas habilidades e, ainda, medir a efetividade de uma intervenção. É um instrumento considerado padrão ouro para a avaliação quantitativa do movimento, pois analisa as estratégias motoras associadas às tarefas direcionadas ao objetivo (CHANG et al., 2005; JASPERS et al., 2009; ABOELNASR, HEGAZY, ALTALWAY, 2016).

Estudos prévios demonstraram que a organização cinemática do alcance e da preensão está afetada em indivíduos com paralisia cerebral, não apenas no membro acometido, no caso das sequelas unilaterais. Segundo Butler e colaboradores (2010a), a tarefa de beber água possibilita uma avaliação padronizada no pré e pós-intervenção. Os autores analisaram a tarefa de levar o copo à boca, para simular a tarefa de ingerir líquido, em crianças e adolescentes

típicos e com paralisia cerebral hemiparética entre 5 e 18 anos, dividindo a tarefa em seis fases, sendo o alcance, preensão do copo, transporte para si mesmo, transporte de volta a mesa, soltar o copo, e retorno a posição inicial. Foi identificado por meio da análise tridimensional do movimento a redução das velocidades média e pico de velocidade, o aumento na duração total do ciclo de alcance e preensão e das unidades de movimento em adolescentes com paralisia cerebral hemiparética em relação a crianças e adolescentes típicos. Em outro estudo, Butler e colaboradores (2010b), avaliaram a cinemática articular por meio da análise tridimensional do movimento durante a tarefa de beber água de dois adolescentes com paralisia cerebral hemiparética com 14 e 15 anos de idade em comparação a 25 crianças e adolescentes típicos entre com idades entre 5 e 18 anos. A tarefa, assim como no estudo anterior, foi decomposta nas mesmas seis fases, o alcance, preensão do copo, transporte para si mesmo, transporte de volta a mesa, soltar o copo, e retorno a posição inicial. Cada fase englobou componentes de movimentos variados do membro superior, abrangendo suas principais articulações e, assim, apresentando o potencial de identificar e diferenciar desordens motoras. Os autores identificaram padrões típicos de sinergias espásticas que incluíam rotação interna de ombro, flexão de cotovelo, pronação de antebraço e flexão de punho com desvio ulnar na fase de transporte para si mesmo em comparação as crianças e adolescentes típicos.

Ronnqvist e Rosblad (2007) analisaram a performance de indivíduos com paralisia cerebral hemiparética leve e moderada e indivíduos típicos entre 5 e 12 anos de idade, durante uma tarefa de alcance e preensão. Para isto, foi utilizada uma bola (3,7 cm de diâmetros) posicionada sobre uma estrutura cilíndrica que servia como base. Por meio da análise tridimensional na fase de alcance e de preensão, os autores identificaram que indivíduos com paralisia cerebral hemiparética moderada apresentam na mão afetada maior fragmentação nos movimentos de alcance, maior duração de alcance e preensão, e ausência de conformação antecipatória dos dedos quando o alcance, quando comparados a mão não afetada e aos indivíduos típicos. Os autores concluíram que a limitação

do alcance e preensão apresenta correlação positiva com limitações da função manual nos indivíduos com paralisia cerebral hemiparética.

Pudemos observar que nos estudos de Butler e colaboradores (2010a) e Butler e colaboradores (2010b) foram realizadas tarefas nas quais o indivíduo deveria levar um objeto a boca, entretanto, a tarefa não foi tão fiel a realidade. Em nosso estudo, apesar da tarefa ser semelhante, consideramos que incluir o objetivo de beber líquido de um copo aumentaria a realidade da tarefa de alimentação. A fim de se realizar uma avaliação fiel e detalhada acerca da forma com que o indivíduo realiza a tarefa de beber líquido de um copo, consideramos importante a inclusão do líquido, comandos verbais, a divisão da tarefa em fases, e uma avaliação por meio do sistema de análise tridimensional do movimento. A união da análise tridimensional do movimento em relação as variáveis espaço-temporais e angulares, com a divisão da tarefa em fases facilitaria o conhecimento de qual movimento indivíduos com paralisia cerebral podem apresentar maior dificuldade no uso de membros superiores. Outro ponto que devemos ressaltar é que, não foi encontrado estudo prévio o qual avaliou o desempenho de indivíduos com paralisia cerebral diparética, além do fato de que, a amostra presente nos estudos que encontramos, se apresentaram de forma heterogênea quanto a classificação do tipo de tônus, o que pode limitar a interpretação dos resultados. A partir do entendimento das limitações nas funções e estruturas do corpo específicas a cada grupo de indivíduos com paralisia cerebral, será possível adotar estratégias para um tratamento individualizado e direcionado ao objetivo, proporcionando melhora na qualidade de vida e potencializando as atividades e participações dos indivíduos com paralisia cerebral na sociedade.

CONCLUSÃO

Todos os indivíduos apresentaram padrão funcional para a tarefa de beber suco de um copo, entretanto, o padrão motor dos indivíduos com paralisia cerebral apresentou-se mais imaturo. Esses apresentaram menor velocidades, duração do movimento, trajetórias mais tortuosas em relação aos indivíduos típicos, mesmo quando utilizaram de compensações biomecânicas como o deslocamento de tronco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEP - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE PESQUISA. Critério de classificação econômica Brasil. São Paulo: **Associação Nacional de Empresas de Pesquisa**, 2003.

ABOELNASR, E. A.; HEGAZY, F. A.; ALTALWAY, H. A. Kinematic characteristics of reaching in children with hemiplegic cerebral palsy: a comparative study. **Brain Injury**, v. 11, n. 24, p. 1-7, 2016.

BLENCOWE, H. et. al. Born Too Soon: The global epidemiology of 15 million preterm births. **Reproductive Health**, v. 10, n. Suppl 1, p. S2-S2, 2013.

BURKE, D., et. al. Spasticity decrebrate rigidity in the clasp knife phenomenon: an experimental study in the cat. **Brain**, v. 95, p. 31–48, 1972.

BUTLER, E. E. et. al. Three-dimensional kinematics of the upper limb during a Reach and Grasp Cycle for children. **Gait Posture**, v. 32, n. 1, p. 72-7, Maio 2010a.

BUTLER, E. E. et. al. Temporal-spatial parameters of the upper limb during a Reach & Grasp Cycle for children. **Gait Posture**, v. 32, n. 3, p. 301-6, Jul 2010b.

CARVALHO, R. P. et. al. Early control of reaching: Effects of experience and body orientation. **Infant Behavior and Development**, v. 31, n. 1, p. 23-33, Jul 2008.

CHANG, J. J. et. al. Kinematical measure for spastic reaching in children with cerebral palsy. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 20, n. 4, p. 381-8, Maio 2005.

COLUCCINI, M. et. al. Kinematic characterization of functional reach to grasp in normal and in motor disabled children. **Gait Posture**, v. 25, n. 4, p. 493-501, Abr 2007.

CORBETTA, D.; THELEN, E.; JOHNSON, K. Motor constraints on the development of perception-action matching in infant reaching. **Infant Behavior and Development**, v.23, p.351-74, 2000.

CORBETTA, D.; SNAPP-CHILDS, W. Seeing and touching: the role of sensory-motor experience on the development of infant reaching. **Infant Behav Dev**, v. 32, n. 1, p. 44-58, Jan 2009.

CUNHA, A. B. et. al. Effect of training at different body positions on proximal and distal reaching adjustments at the onset of goal-directed reaching: a controlled clinical trial. **Motor Control**, v. 17, n. 2, p. 123-44, Abr 2013.

DEMATTEO, C. et. al. The Reliability and Validity of the Quality of Upper Extremity Skills Test. **Physical & Occupational Therapy In Pediatrics**, v. 13, n. 2, p. 1-18, 1993.

EDWARDS, M.G.; HUMPHREYS, G.W. Pointing and grasping in unilateral visual neglect: effect of on-line visual feedback in grasping. **Neuropsychologia**, v.37, p.959–973, 1999.

EEK, M.N.; KROKSMARK, A.; BECKUNG, E. Isometric muscle torque in children 5 to 15 years of age: normative data. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 87, p. 1091-1099, 2006.

ELIASSON, A. C.; GORDON, A. M.; FORSSBERG, H. Basic co-ordination of manipulative forces of children with cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol**, v. 33, n. 8, p. 661-70, Ago 1991.

ELIASSON, A. C. et. al. The manual ability classification system (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. **Dev Med Child Neurol**, v.48, p. 549-554, 2006.

EMBIRUÇU, E. K. et al. Paralisia cerebral. In: MONTEIRO, C. B. M.; ABREU, L. C.; VALENTI, V. E. **Paralisia cerebral: teoria e prática**. Ed. Plêiade: São Paulo, p.31-56, 2015.

ESTEVES, A.C. et. al. Força de apreensão, lateralidade, sexo e características antropométricas da mão de crianças em idade escolar. **Rev Bras Cineantropom Desemp Hum**, v. 7, n.2, p. 69-75, 2006.

FAGARD, J. Linked proximal and distal changes in the reaching behavior of 5- to 12 month-old human infants grasping objects of different sizes. **Infant Behavior and Development**, v. 23, n. 3–4, p. 317-329, 2000.

FAGARD, J.; LOCKMAN. J. The effect of task constraints on infants' (bi)manual strategy for grasping and exploring objects. **Infant Behavior and Development**, v. 28, p.305-315, 2005.

GORDON, A. M.; DUFF, S. V. Fingertip forces during object manipulation in children with hemiplegic cerebral palsy. I: anticipatory scaling. **Dev Med Child Neurol**, v. 41, n. 3, p. 166-75, Mar 1999.

GORDON, A. M.; CHARLES, J.; DUFF, S. V. Fingertip forces during object manipulation in children with hemiplegic cerebral palsy. II: bilateral coordination. **Dev Med Child Neurol**, v. 41, n. 3, p. 176-85, Mar 1999.

GORDON, A. M.; CHARLES, J.; STEENBERGEN, B. Fingertip force planning during grasp is disrupted by impaired sensorimotor integration in children with hemiplegic cerebral palsy. **Pediatr Res**, v. 60, n. 5, p. 587-91, Nov 2006.

HÄGER-ROSS, C.; RÖSBLAD, B. Norms for grip strenght in children aged 4-16 years. **Acta Paediatr**, v.91, p. 617-625, 2002.

HEATHCOCK, J. C. et. al. **Neurologic rehabilitation: neuroscience and neuroplasticity in physical therapy practice**. 1 edition. Edited by: McGraw-Hill Education; p.463-484, 2016.

JASPERS, E. et. al. Review of quantitative measurements of upper limb movements in hemiplegic cerebral palsy. **Gait Posture**, v. 30, n. 4, p. 395-404, Nov 2009.

JASPERS, E. et. al. The reliability of upper limb kinematics in children with hemiplegic cerebral palsy. **Gait Posture**, v. 33, n. 4, p. 568-75, Abr 2011a.

JASPERS, E. et. al. Upper limb kinematics: development and reliability of a clinical protocol for children. **Gait Posture**, v. 33, n. 2, p. 279-85, Fev 2011b.

JU, Y. H.; YOU, J. Y.; CHERNG, R. J. Effect of task constraint on reaching performance in children with spastic diplegic cerebral palsy. **Research in Developmental Disabilities**, v. 31, p. 1076-1082, 2010.

KHEDER, A.; NAIR, K. P. S. Spasticity: pathophysiology, evaluation and management. **Practical Neurology**, v.12 p.289-92, 2012.

KING, B.R. et. al. Development of state estimation explains improvements in sensorimotor performance across childhood. **J Neurophysiol**, v. 107, p. 3040-3049, 2002.

KONCZAK, J.; DICHGANS, J. The development toward stereotypic arm kinematics during reaching in the first 3 years of life. **Experimental Brain Research**, v. 117, p. 346-354, 1997.

KUHTZ-BUSCHBECK, J. P. et. al. Development of prehension movements in children: a kinematic study. **Exp Brain Res**, v. 122, n. 4, p. 424-32, Out 1998.

LANCE, J. W. Symposium. In: FELDMAN, R.G., YOUNG, R.R., KOELLA, W.P. **Spasticity: Disordered Motor Control**. Chicago: Year Book Medical Pubs, 485–495, 1980.

LIEPERT, J. et. al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. **Stroke**, v. 31, n. 6, p. 1210-6, Jun 2000.

MANCINI, M. C. et. al. Comparação do desempenho de atividades funcionais em crianças com desenvolvimento normal e crianças com paralisia cerebral. **Arq de Neuro-Psiquiat**, v. 60, p. 446-452, 2002.

MOLENAAR, H.M. et. al. Growth diagrams for individual finger strength in children measured with the RIHM. **Clin Orthop Relat Res**, v. 469, p. 868-876, 2011.

MOURA, P.M.L.S.; MOUREIRA, D.; CAIXETA, A.P.L. Força de preensão palmar em crianças e adolescentes saudáveis. **Rev Paul Pediatr**, v. 26, n.3, p.290-294, 2008.

NAPIER, J.R. The prehensile movement of the human hand. **J Bone Joint Surg**, v.38, p.902-13, 1956.

NIELSEN, J. B.; CRONE, C.; HULTBORN H. The spinal pathophysiology of spasticity—from a basic science point of view. **Acta Physiol Scand**, v. 189, p.171–80, 2007.

OSKOUI, M. et. al. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. **Dev Med Child Neurol**, v. 55, n. 6, p. 509-19, Jun 2013.

OUT, L. et. al. Influence of mechanical factors on movement units in infant reaching. **Human Movement Sciences**, v.16, n.6, p.733-48, Nov 1997.

PALISANO, R. et. al. GMFCS – E & R – Sistema de classificação da função motora grossa – Ampliado e revisto. **CanChild**, p. 1-6, 2007.

PANDYAN, A. D., et al. Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. **Disabil Rehabil**, v.27, p.02-06, 2005.

PARE, M.; DUGAS, C. Developmental changes in prehension during childhood. **Exp Brain Res**, v. 125, n. 3, p. 239-47, Apr 1999.

RAUCH, F. et. al. Muscle analysis by measurement of maximal isometric grip force: new reference data and clinical applications in pediatrics. **Pediatric Research**, v.51, n.4, p. 505-51, 2002.

REDDIHOUGH, D. S.; COLLINS, K. J. The epidemiology and causes of cerebral palsy. **Aust J Physiother**, v. 49, n. 1, p. 7-12, 2003.

RICHARDS, C. L.; MALOUIN, F. Cerebral palsy: definition, assessment and rehabilitation. **Handb Clin Neurol**, v. 111, p. 183-95, 2013.

RONNQVIST, L.; ROSBLAD, B. Kinematic analysis of unimanual reaching and grasping movements in children with hemiplegic cerebral palsy. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 22, n. 2, p. 165-75, Fev 2007.

ROSENBAUM, P. et. al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. **Dev Med Child Neurol**, Suppl, v. 109, p. 8-14, Fev 2007.

ROSENGREN, K. S.; SAVELSBERGH, G. J. P.; VAN DER KAMP, J. Development and learning: a TASC-based perspective of the acquisition of perceptual-motor behaviors. **Inf Behav and Dev**, v. 26, n. 4, p. 473-494, 2003.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Controle motor: teoria e aplicações práticas**. Manole, 3ª edição. 2010.

SILVA, D.A.S.; OLIVEIRA, A.C.C. Impacto da maturação sexual na força de membros superiores e inferiores em adolescentes. **Rev Bras Cineantropom Desemp Hum**, v. 12, n. 3, p. 144-150, 2010.

SOARES, D. A. et. al. The effect of a short bout of practice on reaching behavior in late preterm infants at the onset of reaching: A randomized controlled trial. **Rev in Dev Disab**. v.34, p. 4546–4558, 2013.

STEENBERGEN, B. et. al. The timing of prehensile movements in subjects with cerebral palsy. **Dev Med Child Neurol**, v. 40, n. 2, p. 108-14, Fev 1998.

TAUB, E. et. al. The learned nonuse phenomenon: implications for rehabilitation. **Eur. Medicophys**, v. 42, n. 3, p. 241-56, Set 2006.

THELEN, E. et. al. The transition to reaching: mapping intention and intrinsic dynamics. **Child Dev**, v. 64, n. 4, p. 1058-98, Ago 1993.

THELEN, E.; CORBETTA, D.; SPENCER, J. P. Development of reaching during the first year: role of movement speed. **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, v. 22, n. 5, p. 1059-76, Out 1996.

TOLEDO, A. M.; SOARES, D. A.; TUDELLA, E. Proximal and Distal Adjustments of Reaching Behavior in Preterm Infants. **J Mot Behav**, v. 43, n. 2, p. 137-145, 2011.

TOLEDO, C.A.W.; PEREIRA, C.H.C.M.; VINHAES, M.M.; LOPES, M.I.R.; NOGUEIRA, M.A.R.J. Perfil epidemiológico de crianças diagnosticadas com paralisia cerebral atendidas no centro de reabilitação Lucy Montoro de São José dos Campos. **Acta. Fisiatr.**, v.22, n.3, p.118-22, 2015.

VON HOFSTEN, C. Structuring of early reaching movements: a longitudinal study. **J Mot Behav**, v. 23, n. 4, p. 280-92, Dez 1991.

VON HOFSTEN, C. Action, the foundation for cognitive development. **Scand J Psychol**, v. 50, n. 6, p. 617-23, Dez 2009.

VON HOFSTEN, C.; LINDHAGEN, K. Observations on the development of reaching for moving objects. **J Exp Child Psychol**, v. 28, n. 1, p. 158-73, Ago 1979.

YELNIK, A. P., et al. How to clinically assess and treat muscle overactivity in spastic paresis. **J Rehabil Med**, v.42, p.801–7, 2010.

YOUNG, R. R. Treatment of spastic patients. **N. Engl. J. Med.** v. 320, p. 1553–1555, 1989.