

Utilização de rampa de acesso na marcha da diparesia espástica assimétrica: relato de caso

Use of access ramp in gait of asymmetric spastic diparesia: a case report

Tainá Ribas Mélo¹, Elis Tamiris Bichman², Vera Lúcia Israel³

¹Fisioterapeuta, Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Paraná, Docente da Universidade Campos Andrade UNIANDRADE, e no Instituto Brasileiro de Therapias e Ensino – IBRATE. Curitiba-PR - Brasil.

²Professora de Educação Física do Colégio Bom Jesus. Curitiba-PR - Brasil.

³Fisioterapeuta, Doutora em Educação Especial, Professora de Educação Física e Professora do Curso e Fisioterapia e do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná - Brasil.

Endereço para Correspondência:

Tainá Ribas Mélo
Endereço Postal: Coração de Maria Street, 92 - Campus Jardim Botânico
80210-132 – Curitiba – PR [Brasil]
ribasmelo@gmail.com

Resumo

Introdução: A diparesia ou diplegia espástica caracteriza o tipo de Paralisia Cerebral (PC) com acometimento predominante de membros inferiores e da função locomotora, sendo rampas utilizadas como forma de acessibilidade. **Objetivo:** caracterizar as variáveis cinemáticas de membros inferiores de uma criança com diparesia assimétrica e suas implicações funcionais pela perspectiva da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde-Crianças e Jovens (CIF-CJ). **Metodologia:** foi realizada análise tridimensional da marcha de uma criança com diparesia assimétrica de 10 anos e de uma com desenvolvimento típico de 12 anos. **Resultados:** as variáveis lineares foram pouco influenciadas pelo padrão assimétrico. Para as angulares o padrão assimétrico dificultou a progressão do corpo durante a marcha; o membro inferior esquerdo (MIE) com hiperextensão de joelho se aproximou mais do padrão de marcha típica do que o membro inferior direito (MID) em flexão de joelho. **Conclusão:** Essas características influenciam a capacidade de mobilidade da criança, evidenciadas pela CIF-CJ, mas que podem ser amenizadas por fatores ambientais (rampa).

Descritores: Paralisia cerebral; Marcha; Acessibilidade; CIF.

Abstract

Introduction: Spastic diplegia or diparesis characterizes the type of Cerebral Palsy (CP) with predominant involvement of lower limbs and locomotor function, with ramps being used as a form of accessibility. **Objective:** to characterize the kinematic variables of the lower limbs of a child with asymmetric spastic diparesis and their functional implications by perspective of the International Classification of Function, Disability and Health, Children and Youth (ICF-CY). **Methodology:** a three-dimensional gait analysis of an asymmetric diparesia child of 10 years and of a child with typical development of 12 years was performed. **Results:** The linear variables were little influenced by the asymmetrical gait pattern. For angular variables was observed that the asymmetrical pattern hindered the progression of the body during walking; the left lower limb (LLL) in hyperextension of the knee is closer to the typical gait pattern than the right lower limb (RLL) in knee flexion. **Conclusion:** These characteristics influence the child's mobility capacity, evidenced by the ICF-CY, but that can be mitigated by environmental factors (ramp).

Keywords: Cerebral palsy; Gait; Accessibility; ICF.

Introdução

A diparesia ou diplegia espástica caracteriza o tipo de Paralisia Cerebral (PC) ou encefalopatia crônica não progressiva da infância (ECNPI) com acometimento predominante de membros inferiores¹ tanto na sua função como na estrutura², com conseqüente acometimento da função locomotora. É associada à prematuridade³ e apresenta estimativas de prevalência crescentes em decorrência dos avanços da área de saúde e maior sobrevivência dos prematuros⁴.

Várias são as possibilidades de avaliação da função de crianças com diparesia⁵ assim como seus padrões locomotores⁶ e de habilidade motora grosseira⁷.

Na literatura, encontra-se que crianças com diparesia espástica geralmente exibem um dos seguintes padrões de marcha: equino verdadeiro, marcha com joelho "saltitante", equino aparente, marcha "agachada"⁸ e marcha assimétrica⁹. Dentre esses 5 padrões estabelecidos a "marcha agachada" é citado como o padrão mais comum⁸. O padrão menos comum seria o padrão "assimétrico", o qual consiste em padrões de movimentos distintos entre os membros inferiores, sendo o padrão menos frequente⁹.

Mesmo sendo conhecidas as alterações neuromotoras de crianças com ECNPI, o desempenho funcional das mesmas, numa perspectiva contextual, a qual considera as influências do ambiente, indivíduo e tarefa¹⁰, sofre influências e/ou restrições tanto intrínsecas da própria criança e extrínsecas como demandas específicas das tarefas que realizam, e das próprias características do ambiente no qual a criança realiza suas funções¹¹.

Numa perspectiva contextual, rampas são utilizadas como forma de acessibilidade o que pela visão da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) seria uma modificação com objetivo de facilitar a função locomotora. Porém, na existência de alterações neuromotoras, as modificações ambientais podem influenciar e até mesmo restringir algumas habilidades, como por exemplo, a

marcha. De acordo com a CIF-CJ¹²⁻¹⁴ avaliação da criança deve priorizar a funcionalidade preferencialmente no seu contexto habitual. Há, no entanto, escassez de estudos que avaliem a marcha de crianças com diparesia assimétrica em diferentes planos, especialmente em rampas de acesso. O objetivo do estudo foi caracterizar as variáveis cinemáticas lineares e angulares (de membros inferiores) de uma criança com diparesia espástica assimétrica e suas implicações funcionais sob uma modificação ambiental (rampa, plano inclinado) e na tarefa (marcha) na perspectiva da CIF-CJ.

Material e métodos

A pesquisa é caracterizada como relato de caso, do tipo observacional, transversal, descritivo e comparativo¹⁵. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Setor Ciências da Saúde/UFPR, registro CEP/SD: 936.061.10.06, CAAE: 0037.0.091.000-10. Fizeram parte da pesquisa duas crianças: uma criança (sexo feminino, 12 anos e 8 meses; 1,37m; 29 Kg) com ECNPI do tipo diparesia espástica assimétrica que exibiu padrão de marcha agachada bilateral a após tenotomia de isquiotibiais (IT) do membro inferior esquerdo (MIE) passou a exibir padrão assimétrico com hiperextensão do MIE, assim como citado por Dreher *et al.*¹⁶. Também apresentava padrão flexor do MID, com marcha independente (de acordo com o Sistema de Classificação da Função Motora- GMCFS II), e será denominada de criança com diparesia. E uma segunda criança (sexo masculino, 10 anos; 1,42m; 29Kg) com desenvolvimento típico, denominada controle. Para ambas foi concedida aprovação dos pais pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Aos sete anos o padrão de marcha já é estabilizado no padrão adulto com relação a suas características cinemáticas; somente o tamanho da passada continua a aumentar conforme aumento da estatura¹⁷ e como essa variável é influenciada pela altura do sujeito

a variável tamanha da passada está em valor absoluto e também em porcentagem (normalizada pela altura do sujeito).

Procedimentos

Os dados cinemáticos foram determinados por meio de um sistema optoeletrônico (Vicon®), onde marcadores retroreflexivos foram colocados sobre a pele em pontos dos membros inferiores conforme esquema de colocação sugerido por Helen Hayes¹⁸ que considera os seguintes pontos: espinhas ilíacas ântero-superior direita e esquerda, sobre o sacro, faces laterais dos joelhos alinhados ao eixo imaginário da articulação, sobre os maléolos laterais, nas faces laterais das coxas e das pernas, sobre a cabeça dos segundos metatarsos bilateral, sobre os calcâneos. Manteve-se o ambiente climatizado para minimizar a influência sobre o tônus. Antes das coletas as crianças foram primeiramente familiarizadas com a tarefa andando livremente no local da análise, sobre uma passarela de 10 m e numa rampa de acesso de 3m, ambas com superfície antiderrapante. Para a análise de marcha era solicitado às crianças a caminhar no local indicado em velocidade auto selecionada. A inclinação de 7° ou de 10% da rampa de acesso segue os padrões da Associação Brasileira de Normas Técnicas¹⁹ e com angulação semelhante à recomendada por normas internacionais²⁰. Foram realizados 10 ciclos de marcha, e realizada uma média dos dados cinemáticos de 3 tentativas válidas^{21, 22}. Com objetivo de minimizar o efeito da fadiga, foi permitido às crianças sentar e descansar a qualquer momento²². Foram consideradas então as variáveis cinemáticas lineares e angulares em 3 condições experimentais: plano horizontal, subida e descida.

Os dados foram filtrados pelo software por um filtro passa baixa de 10 Hz Butterworth²³, arquivados em pastas e exportados também para planilhas do Excel para análise. Ambos os membros inferiores foram marcados e os dados processados, para efeito de comparação utilizou-se o membro inferior direito como referência ao

considerar simetria para a criança controle²² e ambos os membros inferiores (MID-membro inferior direito; MIE- membro inferior esquerdo) da criança com diparesia por apresentar um padrão assimétrico.

Os gráficos foram gerados com o programa *Graphpad Prisma 5.0* e apresentados com os valores angulares médios e desvio padrão para cada a criança controle e o MID e MIE da criança com diparesia assimétrica.

Como se trata de um relato de caso foi realizada a análise descritiva das variáveis lineares (tempo, tamanho da passada, cadência e elevação do pé) e angulares (amplitudes de movimento de quadril, joelho e tornozelo durante o ciclo de marcha) analisadas para cada uma 3 das condições experimentais.

Após análise tridimensional os domínios relacionados à diparesia espástica e à função da marcha foram classificados de acordo com a CIF e CIF-CJ. Foram avaliados os componentes das Funções do corpo (b710 a b770); Estrutura do Corpo (s110; s710 a s760) de acordo com a CIF^{13,14}.

Resultados

Variáveis Cinemáticas Lineares

A análise das variáveis lineares toma como referência os dados apresentados na Tabela 1. As variáveis angulares são analisadas com relação aos valores das amplitudes de movimento (ADM) das articulações descritos e pelo comportamento motor, observados nos Gráficos 1 e 2.

Pela Tabela 1, observa-se que de maneira geral a criança com diparesia espástica não exhibe muitas diferenças quando comparados os seus membros inferiores para as variáveis lineares, sendo, portanto, pouco afetada pelo padrão assimétrico. As diferenças mais observadas são em relação a ter ou não a limitação funcional/patologia, no caso a diparesia. Isso porque a tanto o MID quanto o MIE (MID vs MIE) apresentam velocidade menor (0,66 vs 0,68; 0,46 vs 0,43; 38,33 vs 34,41 m/s) ao caminhar em todas

Tabela 1: Variáveis lineares espaciais e temporais da marcha de crianças com diparesia espástica e com desenvolvimento típico (controle) durante plano horizontal, subida e descida

	PLANO HORIZONTAL			SUBIDA			DESCIDA		
	MID diparesia	MIE diparesia	Controle	MID diparesia	MIE diparesia	Controle	MID diparesia	MIE diparesia	Controle
TT	1,25	1,20	0,94	1,37	1,40	1,29	1,80	1,70	1,25
Passada (m)	0,82	0,81	1,15	0,63	0,60	1,18	0,53	0,47	1,11
Passada %*	59,85	59,12	81,06	45,81	43,63	82,75	38,33	34,41	77,99
Velocidade (m/s)	0,66	0,68	1,22	0,46	0,43	0,91	0,29	0,28	0,89
Cadência (passada/min)	48,00	50,00	63,83	43,80	42,86	46,51	33,33	35,29	48,00
Elevação do pé (m)	0,011	0,011	0,021	-0,003	-0,001	0,023	0,026	0,026	0,042

TT= tempo total; m= metros; m/s= metros por segundo; MID= membro inferior direito; MIE= membro inferior esquerdo.

*variável normalizada pela altura dos sujeitos.

as condições (plano horizontal; subida e descida respectivamente), quando comparada à criança controle (1,22; 0,91; 0,89 m/s) e por isso leva mais tempo (1,25 vs 1,20; 1,40 vs 1,29; 1,8 vs 1,70 s) para completar a passada do que a criança controle (0,94; 1,29; 1,25 s). Sua passada (59,85 vs 59,12; 45,81 vs 43,63; 38,33 vs 34,41) e cadência normalizadas e descritas em porcentagens (48,00 vs 50,00; 43,80 vs 42,86; 33,33 vs 35,29) são menores do que a criança controle (passada: 81,06; 82,75; 77,99/ cadência: 63,83; 46,51; 48,00) no plano horizontal, subida e descida. O plano influencia tanto a criança com diparesia como a criança controle e ambas parecem adotar estratégias de diminuir a velocidade ao subir e descer a rampa, assim como o tamanho da passada e, por conseguinte, levam mais tempo para efetuar o ciclo de marcha. Observa-se também que a criança com diparesia eleva menos o pé (0,011 vs 0,011; -0,003 vs -0,001; 0,026 vs 0,026) do que a criança controle (0,021; 0,023; 0,042) em todas as condições, e que os valores negativos durante a subida para a criança com diparesia demonstram que ela arrasta o pé nessa condição, diferente do que é observado na criança controle.

De maneira geral, a criança com diparesia apresentou menor tamanho da passada quando comparada à criança controle para as 3 condições experimentais sendo que a alteração de nível (subida e descida) parece influenciar mais essa variável. Para a criança controle esse valor pouco se altera ao subir e descer a rampa, já para a criança

com diparesia, subir e descer rampa a faz adotar uma diminuição do tamanho da passada.

Variáveis Cinemáticas Angulares

Já para as variáveis angulares tanto a mudança do plano (condição experimental) como da limitação funcional (diparesia) em padrão assimétrico influenciam as variáveis mensuradas.

Pelos Gráficos 1 e 2 observamos que no plano horizontal e na subida a criança com diparesia demonstra um padrão de maior flexão de quadril (38,00°; 41,00°) para o MID (que apresenta joelho fletido) e que o MIE apresenta amplitude (30,45°; 39,57°) e comportamento motor semelhante à da criança controle (30,06°; 40,71°)

Na descida a criança com diparesia não faz extensão no quadril para MID (0,86°) na fase de apoio enquanto o MIE faz extensão. Com relação ao MIE não é observada diferença na ADM (-12,49°) nem no comportamento motor em relação ao controle (-15,18°) para a articulação do quadril.

Com relação ao comportamento motor dos movimentos de abdução a criança com diparesia compensa suas assimetrias funcionais de membros inferiores fazendo uma maior adução do MID durante o plano horizontal e subida e uma maior abdução do MID durante todo o ciclo de marcha na descida, porém essa abdução diminui durante o final da fase de apoio quando

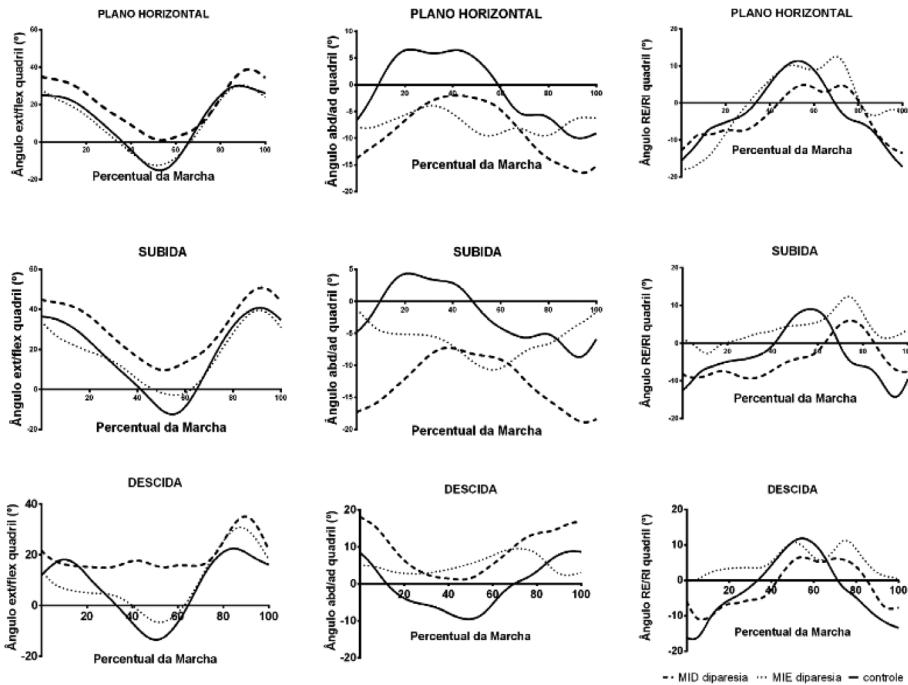


Gráfico 1: Variáveis angulares do quadril durante o ciclo de marcha para a criança com diparesia (MID vs MIE) e a criança com desenvolvimento típico (controle) no plano horizontal, subida e descida.

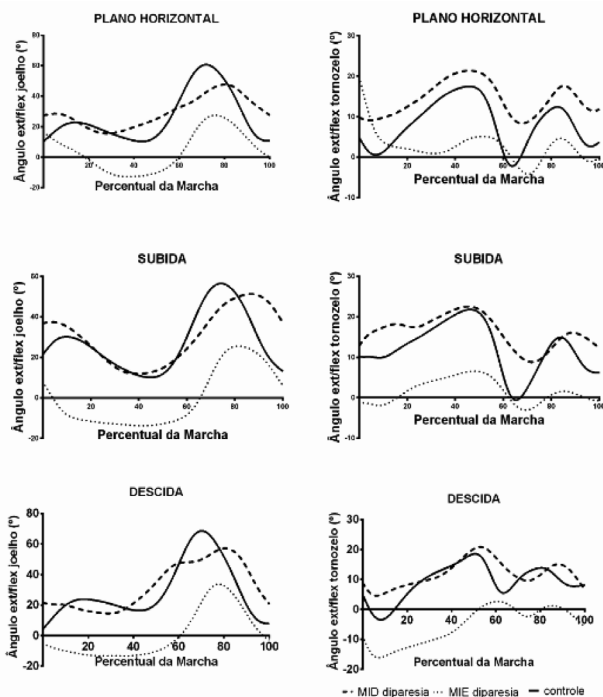


Gráfico 2: Variáveis angulares do joelho e tornozelo durante o ciclo de marcha para a criança com diparesia (MID vs MIE) e a criança com desenvolvimento típico (controle) no plano horizontal, subida e descida.

comparada à criança controle. Já o MIE inicia o ciclo também com maior abdução aumentando ao final da fase de apoio e diminuindo a abdução na fase de balanço quando comparada à criança controle.

O MID da criança com diparesia tem uma rotação interna (RI) maior que a criança controle na fase de apoio em todas as condições experimentais. O MIE tem uma RI aumentada no início de balanço e esse aumento de RI é ainda mais evidente do que a observada MID com menor RE no final da fase de balanço, principalmente na descida.

Com relação ao movimento do joelho os padrões assimétricos observados estaticamente são confirmados na análise funcional da marcha. O MID durante todo o ciclo apresenta maior flexão e o MIE demonstra uma hiperextensão durante a fase de apoio nas 3 condições experimentais. Na observação dos movimentos do joelho da criança com diparesia, observa-se que o MID inicia o apoio com maior flexão em relação ao controle e esse padrão flexor permanece durante todo o apoio aumentando na fase

de balanço. O MIE da criança com diparesia, embora apresente comportamento motor semelhante à criança controle, realiza uma excessiva extensão (hiperextensão) na fase de apoio e uma menor flexão na fase de balanço.

Para a articulação do tornozelo, observa-se que o comportamento motor do MID pouco difere da criança controle. De maneira inversa fica evidente que a hiperextensão do joelho, evidenciada no MIE, impede o rolamento da tíbia sobre o pé durante a fase de apoio e dificulta a dorsiflexão necessária no balanço e contato inicial.

Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde- Crianças e Jovens

Pela CIF-CJ (Tabela 2), pode-se observar que a criança com diparesia espástica assimétrica apresenta alterações nas Funções do Corpo relacionadas com movimento com qualificador leve-1, para mobilidade e estabilidade dos ossos e articulações, e moderado-2 para as funções musculares, controle do movimento voluntário e funções da marcha.

Com relação às Estruturas do Corpo as principais alterações estão relacionadas à pelve e membros inferiores, os quais receberam primeiro qualificador como alteração moderada-2; segundo qualificador não era aplicável-9 ao caso e o terceiro qualificador indica comprometimento bilateral-3.

Com relação às atividades e participação primeiro qualificador indica desempenho e o segundo indica a real capacidade da criança. A criança com diparesia demonstrou alterações na execução nas Atividades e Participação. Para algumas atividades tanto a capacidade como o desempenho da criança tiveram o mesmo qualificador sendo alterações leve (qualificador 1) para andar e andar distâncias curtas; alteração moderada (qualificador 2) para andar distâncias longas e subir e descer rampas, deslocar-se fora de sua casa, deslocar-se utilizando algum equipamento, utilização de transporte, utilização de transporte público. Já para Subir/Descer

degraus e Deslocar-se utilizando algum equipamento a criança foi facilitada pelos fatores ambientais apresentando desempenho melhor (qualificador 1) que a capacidade (qualificador 3 e 2 respectivamente).

Pode-se dizer então que essas atividades foram facilitadas com o uso de rampa e corrimão quando analisamos os Fatores Contextuais Ambientais, no caso desse estudo o participante recebeu um qualificador que indica uma facilitação moderada (qualificador +2), pois a rampa é uma forma de facilitação na mudança de nível e que proporciona que o desempenho, principalmente no subir e descer degraus, seja melhor que sua capacidade.

A criança com desenvolvimento típico não apresentou alterações da função e estrutura e por isso recebeu primeiro qualificador-0. Nesse caso não se aplica-9 foi utilizado para segundo e terceiro qualificadores. Não houve dificuldade na execução da marcha no plano horizontal e na rampa, nem necessidade de facilitadores na mudança de nível, por esse motivo recebeu qualificador 0.

Discussão

Variáveis Lineares

O padrão assimétrico de marcha da criança com diparesia pouco influenciou as variáveis lineares avaliadas quando comparados o MID e o MIE. Assim, pode-se pensar que mesmo com padrão assimétrico a criança mantém uma certa semelhança no tempo (1,25 vs 1,20; 1,40 vs 1,29; 1,8 vs 1,70s), tamanho da passada normalizada (59,85 vs 59,12; 45,81 vs 43,63; 38,33 vs 34,41%), velocidade (0,66 vs 0,68; 0,46 vs 0,43; 38,33 vs 34,41m/s) e elevação do pé (0,011 vs 0,011; -0,003 vs -0,001; 0,026 vs 0,026m), e por consequência da cadência (48,00 vs 50,00; 43,80 vs 42,86; 33,33 vs 35,29) entre os hemisferos (MID vs MIE) nas 3 condições experimentais (plano horizontal; subida e descida respectivamente).

Assim como em Mélo²¹, Carriero *et al.*²⁴ e Hsue *et al.*²⁵ que estudaram crianças com di-

Tabela 2: Classificação dos componentes da CIF-CJ		
Parte1: Funcionalidade e Incapacidade	Qualificadores	
FUNÇÕES DO CORPO (b)	Diparesia	Controle
Funções das articulações e dos ossos		
b710 Mobilidade das articulações	b710.1	b710.0
b715 Estabilidade das articulações	b710.1	b710.0
b720 Mobilidade dos ossos	b720.1	b720.0
Funções musculares		
b730 Força muscular	b730.2	b730.0
b735 Tônus muscular	b730.2	b730.0
b740 Resistência muscular	b730.2	b730.0
Funções relacionadas com o movimento		
b750 Reflexos motores	b750.2	b750.0
b760 Controle do movimento voluntário	b750.2	b750.0
b770 Funções relacionadas com o padrão de marcha	b750.2	b750.0
ESTRUTURAS DO CORPO (s)	Diparesia	Controle
Estruturas do sistema nervoso		
s110 Estrutura do cérebro	s110.9	s110.0
Estruturas relacionadas com o movimento		
s710 Cabeça	s710.099	s710.099
s720 Ombro	s720.093	s720.099
s730 Membro superior	s730.093	s730.099
s740 Pelve	s740.193	s740.099
s750 Membro inferior	s740.293	s740.099
s760 Tronco	s740.099	s740.099
ATIVIDADE E PARTICIPAÇÃO (d)		
d450 Andar	d450.11	d450.00
d4500 Andar distâncias curtas	d4500.11	d4500.00
d4501 Andar distâncias longas	d4501.22	d4501.00
d4502 Andar sobre superfícies diferentes (inclinadas)	d4502.22	d4502.00
d4551 Subir/Descer degraus	d4551.13	d4551.00
d4602 Deslocar-se fora de sua casa	d4602.22	d4602.00
d465 Deslocar-se utilizando algum equipamento	d465.12	d465.00
d470 Utilização de transporte	d470.22	d470.00
d4702 Utilização de transporte público	d4702.22	d4702.00
Parte 2: Fatores Contextuais	Diparesia	Controle
FATORES AMBIENTAIS (e)		
e120 Produtos e tecnologias destinados a facilitar a mobilidade e o transporte pessoal em espaços interiores e exteriores	e120+2	e120.0
e150 Arquitetura, construção, materiais e tecnologias arquitetônicas em prédios para uso público	e150+2	e150.0

1º qualificador (b), (s) de deficiência e (d) e (e): 0-NENHUMA; 1-LEVE; 2-MODERADA; 3-GRAVE; 4-COMPLETA; 8-não especificada; 9-não aplicável. 2º qualificador (s): 0-nenhuma mudança na estrutura; 1 ausência total; 2 ausência parcial; 3 parte adicional; 4 dimensões aberrantes; 5 descontinuidade; 6 posição desviada; 7 mudanças qualitativas na estrutura; 8 não especificada; 9 não aplicável. 3º terceiro qualificador (s): 0-mais de uma região; 1-direita; 2-esquerda; 3-ambos os lados; 4-parte anterior; 5-parte posterior; 6-proximal; 7-distal; 8-não especificada; 9-não aplicável. Para (e): 0-NENHUMA; 1-LEVE; 2-MODERADA; 3-GRAVE; 4-COMPLETA; 8-não especificada; 9-não aplicável, se for barreira somente valores, se for facilitador adiciona-se sinal de (+) na frente do qualificador¹².

paresia com padrão simétrico, observa-se que a criança do estudo com diparesia (assimétrica)

apresentou tamanho da passada e velocidades menores e levaria mais tempo nas 3 condições

quando comparadas às crianças com desenvolvimento típico (controle). Ainda se compararmos os valores das crianças com diparesia assimétrica do presente estudo com as crianças com diparesia simétrica de outros estudos^{21, 24, 25} observamos algumas diferenças. Como esses 3 estudos citados apresentam valores semelhantes tomaremos como referência as médias encontradas no estudo de Mélo (2011): tempo (0,98; 1,04; 0,95s), tamanho da passada normalizada (69,77; 66,15; 61,63%), velocidade (0,97; 0,86; 0,98m/s) e elevação do pé (0,011 vs 0,011; -0,003 vs -0,001; 0,026 vs 0,026m), e por consequência da cadência (62,06; 58,44; 64,21) nas 3 condições experimentais (plano horizontal; subida e descida respectivamente). Com relação à mudança de plano alguns estudos apontam que sujeitos hígidos demonstram diminuição da velocidade na subida, com consequentemente diminuição da cadência, e na descida com diminuição do tamanho do passo²⁶ contrariando outros que relatam que a velocidade aumentaria tanto na subida²⁷ como na descida²⁷. No presente estudo tanto a criança com diparesia como a controle adotaram as estratégias apontadas por Kawamura *et al.*²⁶.

O tamanho da passada menor das crianças com diparesia deve ser decorrente das dificuldades da tarefa funcional devido ao déficit de controle motor. A pequena diferença em relação aos planos, para ambos os grupos, deve ser devido à inclinação de 7° pois para Kawamura *et al.*²⁶ as mudanças identificadas no tamanho passada geralmente ocorrem em inclinações de 12°.

Dessa maneira, pode-se afirmar que embora os hemicorpos apresentem valores semelhantes para as variáveis lineares na criança com diparesia assimétrica, as mesmas apresentam valores menores para o tamanho da passada, velocidade, cadência e maiores no tempo total do ciclo de marcha tanto quando comparada à criança controle como às crianças com diparesia simétrica.

Observa-se semelhança das crianças com diparesia no estudo de Mélo²¹ para a variável elevação do pé (0,010; -0,010; 0,02m) quando comparada a criança com diparesia do presente

estudo, o que ratifica o que os autores encontraram: uma tendência das crianças com diparesia em arrastar o pé durante a subida (valores negativos), o que não acontece para a criança controle que consegue elevar mais o pé nas 3 condições (0,021; 0,023; 0,042m).

As diferenças mais observadas são em relação a ter ou não a limitação funcional/patologia, isso porque a criança com diparesia é mais lenta ao caminhar em todas as condições, quando comparada a criança controle e por isso leva mais tempo para completar a passada. Sua passada e cadência são menores do que a criança controle.

Variáveis Cinemáticas Angulares

Na análise das variáveis angulares observamos influência do plano para a execução da marcha.

Ao subir plano inclinado McIntosh *et al.*²⁷, Leroux *et al.*²⁸ e Kawamura *et al.*²⁶ relatam que indivíduos adultos e hígidos apresentam um aumento de flexão do quadril durante a marcha para ajustar o pé à inclinação do plano; isso é observado para ambas as crianças avaliadas no presente estudo. Assim o padrão mais flexor do MID observado para quadril, mais evidente durante a descida, ocorre provavelmente pela espasticidade e encurtamento dos IT durante todo o ciclo de marcha. O MIE, apesar de apresentar padrão de hiperextensão do joelho, apresenta comportamento motor semelhante ao da criança controle para o movimento do quadril. Com relação ao movimento do joelho os padrões assimétricos observados estaticamente são confirmados na análise funcional da marcha com o MID mais fletido durante todo o ciclo enquanto o MIE demonstra uma hiperextensão durante a fase de apoio nas 3 condições experimentais.

O MID da criança com diparesia tem uma rotação interna (RI) maior que a criança controle na fase de apoio em todas as condições experimentais. O MIE tem uma RI aumentada no início de balanço e esse aumento de RI é ainda mais evidente do que a observada pra o MID,

com menor RE no final da fase de balanço, principalmente na descida. Para Carriero *et al.*²⁴ crianças com diparesia teriam maior máxima RI no plano horizontal do que crianças com desenvolvimento típico, como forma compensatória.

O aumento de flexão de joelhos para MID e da hiperextensão dos joelhos para MIE levam a atitudes biomecânicas compensatórias. Assim a criança com diparesia compensa suas assimetrias funcionais de membros inferiores fazendo uma maior adução do MID durante o plano horizontal e subida, e uma maior abdução do MID durante todo o ciclo de marcha na descida; no entanto, essa abdução diminui durante o final da fase de apoio quando comparada à criança controle. Carriero *et al.*²⁴ também relatam uma maior adução para o plano horizontal, e para Steiwender *et al.*²⁹ isso seria explicado pelo aumento da flexão do joelho correlacionado com o aumento da RI do quadril. Essa maior flexão de joelho e RI citadas por esses autores também foi observado para o MID da criança com diparesia avaliada no estudo. Já o MIE da criança com diparesia inicia o ciclo também com maior abdução, aumentando ao final da fase de apoio e diminuindo a abdução na fase de balanço, quando comparada à criança controle. Provavelmente essa maior abdução seja uma estratégia de compensar o MIE pela falta de flexão de joelho⁹ e, assim, comporta-se como se fosse discrepante, o que dificulta a progressão do membro durante a marcha. Durante a fase de oscilação, o joelho esquerdo da criança com diparesia é fletido rapidamente, e isso pode ser ocorrer como resposta da hiperextensão ou de uma força elástica dos flexores do joelho que dificultam a flexão e a retirada do pé do solo, como também pela dificuldade do controle seletivo do movimento³⁰.

Para Carriero *et al.*²⁴ crianças com diparesia teriam maior máxima RI no plano horizontal (18,91° vs 16,29) do que crianças com desenvolvimento típico (9,49° ± 4,68) como consequente adaptação musculoesquelética.

A marcha agachada esteve relacionada ao encurtamento de IT e geralmente tratada com alongamento cirúrgico desse grupo muscular.

Os critérios utilizados geralmente são: apresentar um joelho com flexão igual ou superior a 20-30° na fase de apoio da marcha, teste do ângulo poplíteo maior que 45° e evidência de hiperatividade de IT por eletromiografia. Porém nem sempre, mesmo na existência de todos esses critérios, a criança apresenta encurtamento de IT³¹. Isso porque o comprimento de músculos biarticulares, como é o caso dos IT, depende dos ângulos e momentos de várias articulações^{31,32}. Os IT podem gerar momento extensor de quadril e serem ativados, por exemplo, para compensar uma contratura ou espasticidade dos flexores de quadril e por isso alguns autores recomendam o alongamento dos flexores de quadril como alternativa ao alongamento dos flexores de joelho, mas com cautela devido à repercussão desse procedimento no avanço do membro durante a função da marcha. Assim, a avaliação dinâmica e não somente a estática é necessária para garantir sucesso na cirurgia³¹.

Além disso, dinamicamente a espasticidade dos IT era considerada como causa principal da excessiva flexão de joelhos durante a fase de apoio, porém a experiência clínica atual sugere que os músculos flexores de quadril retesados dinamicamente, fraqueza dos flexores plantares e contratura do tendão de Aquiles também podem ser causadores do padrão atípico de marcha³³.

Algumas crianças após cirurgia para alongamento de IT devido marcha agachada apresentam melhora enquanto outras não melhoraram ou ainda pioram³⁴ com o surgimento de um padrão *recurvatum* de joelhos⁹ tal como a criança avaliada no presente estudo. Dreher *et al.*¹⁶ também observaram *recurvatum* em crianças com diparesia como alteração residual acima do que fora esperado em consequência do procedimento de alongamento de IT.

Razões para isso podem ser devido a outros fatores, além do encurtamento ou espasticidade de IT, como espasticidade flexores quadril, fraqueza extensores joelho e dos plantiflexores, deformidades torsionais da tibia³⁵, problemas de equilíbrio e ainda porque a avaliação de mar-

cha é feita por outro profissional diferente do que decide pela intervenção com cirurgia³⁴.

Quando a análise tridimensional de marcha não é possível, testes clínicos são utilizados para a tomada de decisões de cirurgias, embora alguns estudos apontem repetibilidade questionável para alguns desses testes³⁶. A condição ortopédica dessas crianças se altera ao longo tempo com consequências sobre suas habilidades funcionais³⁷. De maneira geral, os procedimentos invasivos são baseados na experiência clínica³⁸ por meio de alguns testes passivos. No entanto, a falta de correlação dos testes passivos com as funções articulares na marcha é uma preocupação para procedimentos invasivos que utilizam somente os testes como forma de eleição da cirurgia^{36,39} e por isso Novacheck e Gage³⁸ e Poul *et al.*⁴⁰ defendem a utilização da análise tridimensional da marcha, relatando até mesmo que decisões de intervenção foram alteradas após essa análise.

As diferenças cinemáticas entre os MMII evidenciadas na criança com diparesia do presente estudo, após a cirurgia, também podem ser explicadas pelas variações do controle motor seletivo na criança com diparesia. Durante a fase de apoio da marcha o quadril e joelho estendem em acoplamento enquanto no balanço o quadril flexiona para o joelho estender (não acoplado) – crianças com diparesia não fazem essa dissociação de quadril e joelho com consequente diminuição da extensão do joelho no balanço terminal independente ao comprimento dos IT³⁰. Isso porque crianças com ECNPI exibem padrões de movimentos primitivos em sinergias flexoras com dificuldade ou incapacidade de mover as articulações do quadril, joelho e tornozelo de forma independente³⁰.

Além disso, Bell *et al.* (47) relatam que crianças com padrão de joelho estendido, como é observado no MIE (o qual sofreu a intervenção cirúrgica) da criança do estudo, seriam mais funcionais que com joelho fletido (marcha agachada) o que vai ao encontro da análise descritiva do presente estudo onde se observa maior semelhança do membro estendido com o padrão

de marcha da criança controle. Porém isso vai de encontro à funcionalidade da marcha, já que em longo prazo ou padrão de extensão do tornozelo e de joelho podem ocasionar problemas articulares com lesões e manifestações de dor, as quais podem alterar ou até mesmo impedir a manutenção da função.

Apesar de o estudo relatar o caso da paciente para alertar quanto aos riscos de um procedimento invasivo, essa questão de estabelecimento de critérios precisa ser melhor elucidada, na busca da melhor tomada de decisões. Há de se considerar que já existem evidências que crianças com ECNPI sem intervenções cirúrgicas têm declínio da marcha ao longo do tempo.

A observação longitudinal da marcha de crianças com diparesia tem evidenciado que o padrão altera ao longo do tempo e por isso é recomendado um acompanhamento e observação por períodos iguais ou superiores a 6 anos^{7,37}.

Assim como defendem Rodda *et al.*⁹ em casos como esse fica claro que ideal para qualquer tipo de intervenção mais invasiva seria associar avaliações clínicas observacionais com exames tridimensionais de análise do movimento.

Poul *et al.*⁴⁰ relatam que quando sob análise tridimensional da marcha, muitos (4,7 a 13%) dos casos que teriam indicação cirúrgica acabam por terem esse procedimento cancelado.

Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde-Crianças e Jovens

A criança com diparesia do presente estudo apresenta dificuldade da marcha e, apesar das alterações cinemáticas angulares evidenciadas ao subir e descer rampas, a rampa pode ser considerada um facilitador moderado em ambiente externo por permitir a manutenção dessa função, quando se pensa na mudança de nível e em acessibilidade. Para Brasileiro *et al.*¹¹ as questões arquitetônicas agem de maneira a facilitar ou restringir o repertório motor da criança com alteração neuromotora, como é o caso da criança com diparesia avaliada. A utilização da

rampa com inclinação de 7° se mostrou como um Fator Contextual Ambiental adequado para a manutenção e facilitação da função da marcha. As relações entre fatores pessoais e ambientais associados aos domínios da CIF indicam novas possibilidades de análise da condição de saúde das crianças especiais.

Conclusão

Observou-se com o estudo que as restrições intrínsecas da criança com diparesia assimétrica relacionadas às alterações de estruturas e funções do corpo foram superadas, devido à modificação ambiental com uso de rampa de acesso, servindo como facilitador do desempenho da criança em atividades e participação.

Pode-se afirmar que de acordo com o modelo contextual e pela utilização da CIF-CJ a rampa com inclinação de 7° é um fator ambiental que favorece a manutenção da função da marcha.

Agradecimentos

Agradecemos a projeto REUNI do MEC/Capes pela bolsa de mestrado concedida à pesquisadora durante o mestrado.

Referências

- Lamônica DAC, Ferraz P. Leucomalácia periventricular e diplegia espástica: implicações nas habilidades psicolingüísticas. *Pró-Fono*. 2007;19(4):357-62.
- Bailes AF, Greve K, Schmitt LC. Changes in two children with cerebral palsy after intensive suit therapy: a case report. *Pediatric Physical Therapy*. 2010;22(1):76-85.
- Johnston M, Hoon A, Jr. Cerebral palsy. *Neuromol Med*. 2006 2006/12/01;8(4):435-50. English.
- Tosun A, Gokben S, Serdaroglu G, Polat M, Tekgul H. Changing views of cerebral palsy over 35 years: the experience of a center. *Turk J Pediatr*. 2013;55:8-15.
- Sposito MMdM, Riberto M. Avaliação da funcionalidade da criança com Paralisia Cerebral espástica. *Acta fisiátrica*. 2010;17(2).
- Gough M, Shortland AP. Can clinical gait analysis guide the management of ambulant children with bilateral spastic cerebral palsy? *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2008;28(8):879-83.
- Yokochi K. Gait patterns in children with spastic diplegia and periventricular leukomalacia. *Brain and Development*. 2001;23(1):34-7.
- Rodda J, Graham H. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *European Journal of Neurology*. 2001;8(s5):98-108.
- Rodda J, Graham H, Carson L, Galea M, Wolfe R. Sagittal gait patterns in spastic diplegia. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*. 2004;86(2):251-8.
- Brasileiro IdC, Moreira TMM. Prevalência de alterações funcionais corpóreas em crianças com paralisia cerebral, Fortaleza, Ceará, 2006. *Acta fisiátrica*. 2008;15(1):37-41.
- Brasileiro IdC, Moreira TMM, Jorge MSB, Queiroz MVO, Mont'Alverne DGB. Atividades e participação de crianças com Paralisia Cerebral conforme a Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. *Rev bras enferm*. 2009;62(4):503-11.
- OMS. CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. São Paulo: EDUSP; 2015.
- OMS. CIF Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde: Atividades e Participação, Factores Ambientais, Versão Experimental traduzida e adaptada, com base na CIF (2003) e ICF-CY (2007). Porto,2007.
- OMS. CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde. São Paulo: EDUSP; 2003.
- Thomas J, Nelson J, Silverman S. Métodos de pesquisa em atividade física. 5. ed. ed. Porto Alegre: Artmed; 2003.
- Dreher T, Vegvari D, Wolf SI, Geisbüsch A, Gantz S, Wenz W, et al. Development of knee function after hamstring lengthening as a part of multilevel surgery in children with spastic diplegia. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2012;94(2):121-30.
- Cintas HL. Locomoção. In: Long TM, Cintas HL, editors. *Manual de Fisioterapia Pediátrica*. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p. 203-26.

18. Melanda A, Kawamura C, Freitas C, Lucarelli P, Pinheiro P. Laboratório de Marcha. In: Borges D, Moura E, Lima E, Campos e Silva P, editors. *Fisioterapia: aspectos clínicos e práticos da reabilitação*. São Paulo: Artes Médicas; 2007. p. 615-40.
19. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas- NBR 9050. 2004.
20. Noble JW, Prentice SD. Intersegmental coordination while walking up inclined surfaces: age and ramp angle effects. *Experimental brain research*. 2008;189(2):249-55.
21. Mélo TR. *Análise cinemática da marcha de crianças com diparesia espástica em plano inclinado.*: Universidade Federal do Paraná.; 2011.
22. Prosser LA, Lauer RT, VanSant AF, Barbe MF, Lee SC. Variability and symmetry of gait in early walkers with and without bilateral cerebral palsy. *Gait & posture*. 2010;31(4):522-6.
23. Hsue B-J, Miller F, Su F-C. The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait. Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories. *Gait & posture*. 2009;29(3):465-70.
24. Carriero A, Zavatsky A, Stebbins J, Theologis T, Shefelbine SJ. Correlation between lower limb bone morphology and gait characteristics in children with spastic diplegic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2009 Jan-Feb;29(1):73-9. PubMed PMID: 19098651. Epub 2008/12/23. eng.
25. Hsue BJ, Miller F, Su FC. The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait Part II: Instantaneous velocity and acceleration of COM and COP and their relationship. *Gait Posture*. 2009 Apr;29(3):471-6. PubMed PMID: 19111468. Epub 2008/12/30. eng.
26. Kawamura K, Tokuhiko A, Takechi H. Gait analysis of slope walking: a study on step length, stride width, time factors and deviation in the center of pressure. *Acta Medica Okayama*. 1991;45(3):179-84.
27. McIntosh AS, Beatty KT, Dwan LN, Vickers DR. Gait dynamics on an inclined walkway. *Journal of biomechanics*. 2006;39(13):2491-502.
28. Leroux A, Fung J, Barbeau H. Postural adaptation to walking on inclined surfaces: I. Normal strategies. *Gait & posture*. 2002;15(1):64-74.
29. Steinwender G, Saraph V, Zwick EB, Steinwender C, Linhart W. Hip locomotion mechanisms in cerebral palsy crouch gait. *Gait & posture*. 2001;13(2):78-85.
30. Fowler EG, Goldberg EJ. The effect of lower extremity selective voluntary motor control on interjoint coordination during gait in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Gait & posture*. 2009;29(1):102-7.
31. Delp SL, Arnold AS, Speers RA, Moore CA. Hamstrings and psoas lengths during normal and crouch gait: implications for muscle-tendon surgery. *Journal of Orthopaedic Research*. 1996;14(1):144-51.
32. Zajac FE, Neptune RR, Kautz SA. Biomechanics and muscle coordination of human walking: Part I: Introduction to concepts, power transfer, dynamics and simulations. *Gait & posture*. 2002;16(3):215-32.
33. Kerrigan D, Schaufele M, Wen M. *Análise de Marcha*. . In: DeLisa JA GB, editor. *Tratado de Reabilitação: princípios e prática*. 1. 3 ed. São Paulo: Manole; 2002. p. 177-95.
34. Arnold AS, Liu MQ, Schwartz MH, Ounpuu S, Delp SL. The role of estimating muscle-tendon lengths and velocities of the hamstrings in the evaluation and treatment of crouch gait. *Gait & posture*. 2006;23(3):273-81.
35. Hicks JL, Schwartz MH, Arnold AS, Delp SL. Crouched postures reduce the capacity of muscles to extend the hip and knee during the single-limb stance phase of gait. *Journal of biomechanics*. 2008;41(5):960-7.
36. Mélo TR, Rodacki ALF, Guimarães ATB, Israel VL. Repeatability and comparison of clinical tests in children with spastic diplegia and with typical development. *Fisioterapia em Movimento*. 2015;28(1):13-22.
37. Rose G, Lightbody K, Ferguson R, Walsh J, Robb J. Natural history of flexed knee gait in diplegic cerebral palsy evaluated by gait analysis in children who have not had surgery. *Gait & posture*. 2010;31(3):351-4.
38. Novacheck TF, Gage JR. Orthopedic management of spasticity in cerebral palsy. *Child's Nervous System*. 2007;23(9):1015-31.
39. Bell KJ, Ounpuu S, DeLuca PA, Romness MJ. Natural progression of gait in children with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2002;22(5):677-82.
40. Poul J, Urbášek K, Bajerová J, Jadrný J, Fedrová A, Kaiser-Šrámková L. [A contribution of instrumental gait analysis to the establishment of surgical indications in cerebral palsy]. *Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Cechoslovaca*. 2010;78(3):253-7.