

O EFEITO DE ATIVIDADES EQÜESTRES NO PADRÃO MOTOR DO ANDAR DE CRIANÇAS

Susane Graup, Fernando Copetti

Resumo

O andar humano requer a interação e o amadurecimento de inúmeros sistemas fisiológicos para dar seqüência aos eventos necessários a atingir sua eficiência. Dentro dessa perspectiva, estudos recentes têm demonstrado que o movimento gerado pelo andar do cavalo tem proporcionado inúmeros benefícios no equilíbrio e, por conseqüente, no andar de crianças quando submetidas a essa atividade. Esses benefícios ocorrem porque o passo do cavalo envia estímulos a quem está montado que se assemelham aos estímulos oriundos do andar humano. Diante disso, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito de atividades eqüestres sobre o padrão motor do andar de crianças. O grupo de estudo foi composto por 8 crianças com idade média de 4,5 anos. Todas apresentavam características do estágio elementar de desenvolvimento do andar, classificadas por um *check list* através da matriz de análise de movimento de Gallahue & Ozmun (2005). Os participantes foram distribuídos em dois grupos, controle (G1) e experimental (G2). A verificação cinemática do andar foi realizada através do sistema de análise do movimento *Peak Motus*TM, utilizando a captação de medidas de tempo e espaço calculadas por informações fornecidas por eventos durante um ciclo do andar. As filmagens foram realizadas no plano sagital e frontal de maneira bidimensional com a taxa de aquisição das imagens de 60 Hz. A velocidade média do andar foi controlada, sendo realizada pelas crianças em 4 km/h. Após a primeira aquisição de dados (pré-teste), o G2 participou de 12 sessões de atividades eqüestres, com duração de 30 minutos, realizadas duas vezes por semana. Durante o experimento foram controladas outras atividades que pudessem intervir nos resultados em ambos os grupos. Depois desse período de experimento foi realizada nova testagem (pós-teste). Como tratamento estatístico, aplicou-se o Teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. Os resultados comprovaram uma distribuição não normal, tendo sido então aplicado o Teste de Wilcoxon para verificar se haviam diferenças entre os hemisferos direito e esquerdo. Os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os hemisferos, utilizando-se então as médias dos mesmos para a análise. Para a verificação de diferenças entre o pré e o pós-teste foi utilizado o teste de Wilcoxon e para as diferenças entre grupos o teste de Kruskal-Wallis. O nível de confiança utilizado neste estudo foi de 95%. As variáveis angulares demonstraram alterações significativas para ambos os grupos, porém foram mais expressivas qualitativamente no G2. Nas variáveis espaço-temporais, somente houve alterações significativas no comprimento da passada e comprimento do passo para o G2. Na variável afastamento dos pés observaram-se alterações significativas em apenas alguns sujeitos. Conclui-se que as atividades eqüestres proporcionadas foram capazes de

desencadear alterações no padrão do andar em crianças em estágio elementar de desenvolvimento, sendo que dentre as variáveis angulares os resultados foram mais expressivos na articulação do tornozelo e entre as espaço-temporais, no comprimento do passo e da passada.

Palavras-chaves: Desenvolvimento motor, crianças, andar.

Abstract

The human gait requests the interaction and the ripening of countless physiologic systems to give sequence to the necessary events to reach your efficiency. Inside of that perspective, recent studies have been demonstrating that the movement generated by the gait of the horse it has been providing countless benefits in the balance and, for consequent, in the children's gait when submitted the that activity. Those benefits happen because the step of the horse sends incentives to who it is mounted that resemble each other to the incentives originating from of the human gait. Before that, the objective of this study was to verify the effect of equestrian activities on the pattern motor of the children's gait. The study group was composed by 8 children with medium age 4,5 years old. All presented characteristics of the elementary apprenticeship of development of the gait, classified by a check list through the head office of analysis of movement of Gallahue & Ozmun (2005). The participants were distributed in two groups, control (G1) and experimental (G2). the cinematic verification of the gait was accomplished through the system of analysis of the movement Peak Motus™, using the reception of measures of time and space calculated by information supplied by events during a cycle of the gait. The filmings were accomplished in the plan sagital and frontal of way bidimensional with the rate of acquisition of the images of 60 Hz. The medium speed of the gait was controlled, being accomplished by the children in 4 km/h. After the first acquisition of data (pré-test), G2 participated in 12 sessions of equestrian activities, with duration of 30 minutes, accomplished twice a week. During the experiment they were controlled other activities to intervene in the results in both groups. Then of that experiment period new testagem was accomplished (powder-test). As statistical treatment, the Test of Shapiro-Wilk was applied to verify the normality of the data. The results proved a distribution non normal, having been applied the Test of Wilcoxon then to verify if there were differences among the right and left hemicorpos. The results didn't present significant differences among the hemicorpos, being used the averages of the same ones then for the analysis. For the verification of differences between the pré and the powder-test the test of Wilcoxon was used and for the differences among groups the test of Kruskal-Wallis. The trust level used in this study it was of 95%. The angular variables demonstrated significant alterations for both groups, however they were more expressive qualitativamente in G2. In the variables space-storms, there were only significant

alterations in the length of the last and length of the step for G2. In the variable removal of the feet significant alterations were observed in just some subjects. It is ended that the proportionate equestrian activities were capable to unchain alterations in the pattern of the gait in children in elementary apprenticeship of development, and among the angular variables the results were more expressive in the articulation of the ankle and enter the space-storms, in the length of the step and of the last.

Key words: motor development, children, gait.

Introdução

O estudo do desenvolvimento motor pretende basicamente descrever e explicar as modificações observáveis no comportamento motor humano ao longo da vida. Um objetivo tão abrangente recorre necessariamente a contribuições de diferentes áreas do conhecimento, especialmente as que se preocupam com o estudo dos comportamentos humanos considerados, quer individual ou socialmente (Manoel, 2000).

O desenvolvimento motor é um processo evolutivo seqüencial, que depende das interações entre maturação e aprendizagem, no qual podem ser identificadas fases de comportamento estável ou, pelo menos, consistente. Muitas das competências adquiridas ao longo da vida são resultados direto da maturação dos diferentes sistemas, no entanto, cada ser é capaz de individualizar-se de acordo com as suas experiências (Haywood & Getchell, 2004, Gallahue & Ozmun, 2005; Ulrich, 1989). Tanto a maturação quanto o aprendizado desempenham papéis importantes na aquisição de comportamentos motores. Embora a experiência pareça ter pouca influência sobre a seqüência do aparecimento, ela afeta o aparecimento de certos movimentos e a extensão de seu desenvolvimento. No entanto, somente em casos de extrema privação ou de algum tipo de distúrbio ou doença, esses comportamentos não se desenvolverão (Haywood & Getchell, 2004; Gallahue & Ozmun, 2005).

Por volta dos dois anos de vida já é visível na criança um repertório motor rudimentar que inclui as formas essenciais de movimentos e habilidades necessárias à maioria das tarefas do cotidiano (Gallahue & Ozmun, 2005). Para o autor, praticamente todas as unidades fundamentais do comportamento motor do adulto são observáveis no final da primeira infância, desde as habilidades globais orientadas para a locomoção, organização postural e manipulação de objetos presentes na maioria dos jogos infantis aos mais exigentes em termos de precisão e minúcia de movimento.

Inserido nesse complexo sistema, o andar humano requer a integração e o amadurecimento de inúmeros sistemas fisiológicos para dar seqüência aos eventos necessários a atingir um andar eficiente. O andar normal corresponde a um padrão cíclico de movimentos corporais que se repetem a cada passo, ou seja, ele é definido sobre um intervalo

de tempo durante o qual uma seqüência de eventos sucessivos e regulares se completa (Rose & Gamble, 1998). Durante o andar, de acordo com Inman et al. (1998), ocorrem movimentos sincrônicos de quase todas as partes do corpo. A pelve se inclina, gira e oscila conforme se move para frente, os segmentos dos membros inferiores apresentam deslocamentos nos três planos espaciais enquanto os ombros giram em sentido contrário ao deslocamento da pelve e das pernas. Todo esse conjunto de movimentos é necessário para que o corpo se mantenha equilibrado na postura ereta pelo jogo coordenado dos órgãos tendinosos e fusos neuromusculares que através de reflexos modulados, produzem uma interação neuromuscular, onde participam vários centros subcorticais, corticais e cerebelosos (Fonseca, 1995).

Estudos recentes (Graup et al, 2006; Casady & Nichols-Larsen, 2004; Leitão, 2004; Sterba et al. 2002; Krapivkin et al. 2001; Kuczynskim & Slonka, 1999) têm demonstrado que a similaridade do movimento gerado pelo andar do cavalo com o movimento da pelve, durante o andar, tem proporcionado inúmeros benefícios como reeducação dos mecanismos de reflexos posturais, reações de equilíbrio e noção da posição dos vários segmentos corporais no espaço em crianças acometidas por diversas patologias. Isso ocorre porque o andar do cavalo provoca um deslocamento tridimensional do centro de gravidade da pessoa, com cadência, ritmo e trajetória similares ao movimento pélvico do andar humano. Embora existam estudos sobre os efeitos de atividades eqüestres no andar humano pouco se sabe sobre esses efeitos no desenvolvimento de crianças sem disfunções motoras. Os estudos encontrados fazem referência aos benefícios dessa prática em crianças com necessidades especiais, tornando difícil a inferência do real efeito na motricidade humana porque dentro de uma patologia, cada caso é único e cada indivíduo responde a determinados estímulos de forma diferente. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi verificar o efeito de atividades eqüestres no padrão motor do andar de crianças em estágio elementar de desenvolvimento.

Metodologia

Este trabalho teve como grupo de estudo, crianças em estágio elementar de desenvolvimento no padrão do andar, classificadas a partir de um check list da matriz de análise de movimento de Gallahue & Ozmun (2005), a qual descreve o movimento do andar em estágio inicial, elementar ou maduro. O grupo de estudo foi escolhido intencionalmente, tendo sido composto por 8 crianças (4 do sexo masculino e 4 do sexo feminino) com idade média de 4,5 anos, não possuíam experiências anteriores com atividades eqüestres. Os participantes foram distribuídos em dois grupos: controle (G1), que foi utilizado como indicador da maturação do desenvolvimento da marcha e, experimental (G2) o qual foi submetido a um tratamento com atividades de equitação. Cada grupo contou com a presença de duas crianças de cada sexo.

Antes de se iniciar a aquisição de dados referentes ao pré-teste deste estudo, os responsáveis pelos participantes foram informados sobre os objetivos e procedimentos do experimento, que passaram por aprovação do Comitê de Ética. Assinaram um termo de consentimento autorizando a participação das crianças, bem como, a utilização dos dados obtidos neste estudo. Como critérios de seleção foram utilizados: a adesão voluntária, ausência de patologias neurológicas ou distúrbios de marcha, estar na faixa etária do estudo e no estágio elementar de desenvolvimento do andar.

A avaliação do padrão motor do andar foi realizada por meio de filmagens que ocorreram em diferentes situações e com objetivos distintos.

Primeiramente, as filmagens foram realizadas com os participantes andando livremente, objetivando com esse procedimento realizar a classificação da maturidade, bem como, identificar a velocidade média do andar das crianças.

Num segundo momento, as coletas de dados referentes ao pré e pós-teste foram realizadas em laboratório, visando a verificação das características cinemáticas do andar. Esse método foi realizado através do sistema de análise do movimento *Peak Motus*TM, utilizando a captação de medidas de tempo e espaço, calculadas pelas informações obtidas por eventos durante um ciclo do andar. Os eventos avaliados foram: toque inicial do pé (calcanhar-solo); saída do pé oposto do solo; toque inicial do pé oposto (calcanhar-solo) e saída do pé do solo.

Foram fixados marcadores reflexivos sobre a pele dos sujeitos, posicionados em pontos de referências anatômicos (ápice do ombro, face lateral; tuberosidade do grande trocânter; côndilo lateral da tíbia; maléolo lateral; cabeça do II metatarso e porção superior do calcâneo). As filmagens foram bidimensionais, com o uso de duas câmeras, uma para a captação sagital e outra para captação frontal. Após a conversão das imagens da forma analógica para digital pelo sistema de análise, foram calculadas as variáveis cinemáticas, fornecendo indicadores quantitativos de posição, deslocamento e ângulo dos segmentos, adquirindo-se assim, os parâmetros espaço-temporais e os valores dos ângulos do tronco, quadril, joelho e tornozelo (direito e esquerdo). A taxa de aquisição das imagens foi de 60 Hz e a velocidade média do andar utilizada pelas crianças foi de 4 km/h. Foram analisadas cinco tentativas em cada hemisfério (direito e esquerdo) de cada criança, durante um ciclo completo do andar subdividido a cada 10% do ciclo.

A seguir estão descritas as variáveis cinemáticas estudadas:

Variáveis angulares

- Ângulo do tronco: ângulo formado entre o membro tronco (reta que une os pontos do quadril e do ombro) e o eixo vertical imaginário (perpendicular à linha do horizonte).
- Ângulo do Quadril: ângulo formado entre o segmento do tronco e da coxa, tomando como referência o plano.
- Ângulo do Joelho: ângulo entre o prolongamento da linha da coxa e a perna.

- Ângulo do tornozelo: ângulo definido entre a perpendicular à linha da perna e o segmento do pé.

Variáveis temporais

- Tempo total do ciclo: tempo entre dois toques sucessivos de um ponto de referência de um mesmo pé.

- Tempo de apoio: tempo em que o pé está em contato com o solo, vai do contato inicial do calcanhar até a retirada do pé. Compreende dois apoios duplos e um apoio simples.

- Tempo de balanço: tempo em que o pé está no ar, começa no momento em que os dedos começam a deixar o solo até o início do contato do calcanhar com o solo.

- Tempo de apoio simples: tempo em que um dos pés está em contato com o solo, vai do contato inicial do calcanhar até a retirada deste mesmo pé do solo. Existe em um ciclo um apoio simples (direito ou esquerdo).

- Tempo de duplo apoio: tempo em que os dois pés estão em contato com o solo durante um ciclo do andar, vai do contato inicial do calcanhar de um dos pés até a retirada do pé contralateral. Existem em um ciclo dois duplos apoios, o 1° e o 2°.

Variáveis espaciais

- Comprimento do passo: distância entre o contato inicial do calcanhar de um pé até o contato do calcanhar do pé contralateral, na direção do deslocamento.

- Comprimento da passada: distância entre o contato inicial do calcanhar de um pé até o próximo contato do calcanhar do mesmo pé, na direção do deslocamento, ou seja, dois toques sucessivos do mesmo pé.

Utilizou-se ainda o afastamento dos pés no plano frontal como variável, ou seja, foi analisada a proporção da largura da pelve com a distância dos tornozelos, valores estes que, segundo Sutherland et al. (1998), também devem ser considerado como indicadores de nível maturacional.

Após a primeira aquisição de dados, o grupo controle (G1) foi orientado a não participar de nenhuma atividade física regular, em especial que envolvesse o cavalo durante o período do experimento. Enquanto isso, o grupo experimental (G2) participou de 12 sessões de atividades eqüestres, com duração de 30 minutos cada, realizadas duas vezes por semana.

O tratamento utilizado para o G2 foi composto por atividades a cavalo que possuíam um caráter pré-esportivo, nas quais as crianças tinham noções básicas de equitação com o cavalo sempre andando ao passo, objetivando proporcionar estímulos e ajustes posturais, visando um desenvolvimento global.

Os participantes, durante as atividades de equitação utilizaram material adequado para a prática, cavalos extremamente treinados e dóceis, assim como, capacete para proteção. As atividades eram conduzidas por três pessoas, uma responsável pela guia do animal e as outras duas serviam como auxiliares laterais, como forma de proteção e segurança para a criança. Todas as atividades foram realizadas em uma área arborizada e gramada, em terreno plano.

Após o período de tratamento (6 semanas), todas as crianças foram submetidas à nova testagem.

Como procedimento estatístico, aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. Os resultados não comprovaram uma distribuição normal, tendo sido então aplicado o Teste de Wilcoxon para verificar se haviam diferenças entre os valores dos hemicorpos direito e esquerdo. Como os resultados não apresentaram diferenças significativas entre os hemicorpos, utilizou-se a médias dos mesmos para a análise. Para a verificação de diferenças entre o pré e o pós-teste foi utilizado o teste de Wilcoxon e para as diferenças entre grupos o teste de Kruskal-Wallis.

Apresentação dos Resultados

As diferenças estatísticas entre os grupos avaliados, tanto no pré como no pós-teste, estão apresentadas na Tabela 1. Cabe ressaltar que foi utilizado um nível de confiança de 95%.

Tabela 1. Valores das diferenças estatísticas entre G1 e G2 no pré e no pós-teste.

Variáveis Angulares		Percentual do ciclo do andar (%)										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Pré-Teste G 1 e G2	Tronco	0,153	0,230	0,088	0,132	0,142	0,002*	<0,001*	<0,001*	0,002*	0,132	0,792
	Quadril	0,697	0,945	0,494	0,205	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,1316	0,664	0,325	0,143
	Joelho	0,304	0,131	0,549	0,009*	0,017*	0,095	0,283	0,373	0,224	0,263	0,873
	Tornozelo	0,052	0,003*	0,001*	0,155	0,631	0,714	0,052	1,000	0,021*	0,001*	0,064
Pós-Teste G 1 e G2	Tronco	0,088	0,080	0,140	0,258	0,560	0,740	0,471	0,343	0,140	0,174	0,117
	Quadril	0,005*	0,013*	0,003*	0,003*	0,002*	0,001*	<0,001*	0,001*	0,001*	0,007*	0,143
	Joelho	0,039*	0,314	0,082	0,013*	0,001*	0,001*	<0,001*	0,217	0,766	0,451	0,078
	Tornozelo	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,003*	0,143	0,028*	<0,001*

* $p < 0,05$ (Teste de Kruskal-Wallis)

A análise dos valores apresentados na tabela 1 permite observar, que quando comparados os grupos, existem diferenças estatisticamente significativas entre ambos no pré-teste e no pós-teste. As áreas sombreadas ilustram os percentis em que ocorreram diferenças significativas após a intervenção para todas as articulações. Pode-se notar que poucos foram os percentis do ciclo do andar que não sofreram alterações entre as testagens.

No comportamento angular do tronco no pré-teste percebe-se que as diferenças entre os grupos ocorrem no movimento de extensão que segue a grande onda de flexão (50-85%) do ciclo do andar, sendo que no pós-teste as diferenças entre os grupos desapareceram.

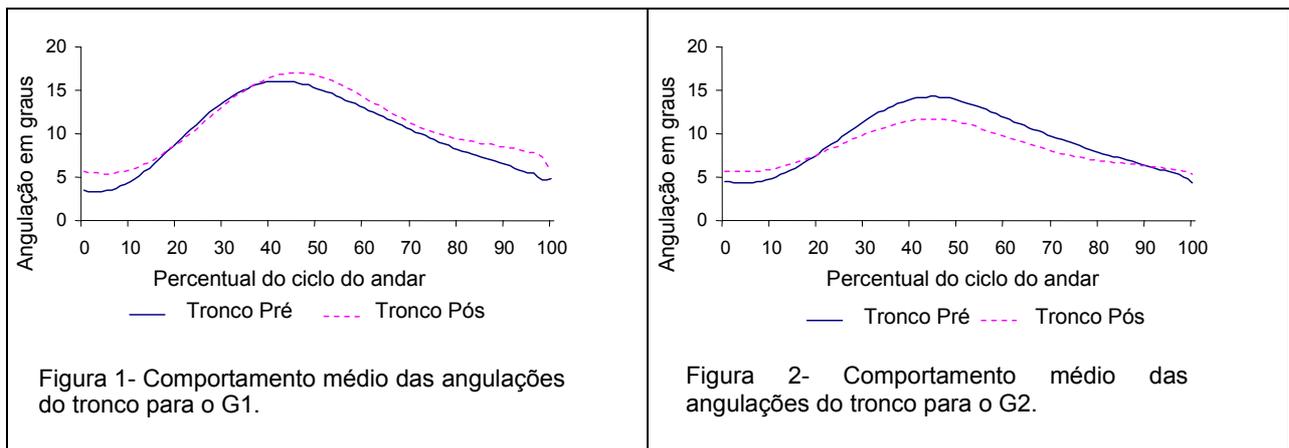
A articulação do quadril durante o pré-teste apresentou diferenças entre os grupos nos percentis 40, 50 e 60%. Esse momento durante o ciclo do andar é caracterizado pela extensão máxima no toque do pé oposto. No pós-teste, o comportamento angular do quadril apresentou diferenças entre os grupos em todo o ciclo, com exceção do percentil 100, ou seja, no balanço terminal.

O comportamento angular do joelho no pré-teste apresentou diferenças entre os grupos nos percentis 30 e 40%, correspondendo à extensão realizada depois da primeira onda de flexão. As diferenças encontradas no pós-teste se apresentaram no início do ciclo do andar (0%), bem como o intervalo dos 30 aos 60%.

Na articulação do tornozelo foram encontradas diferenças significativas no pré-teste apenas em 10 e 20% do ciclo, enquanto no pós-teste as diferenças entre os grupos apareceram em praticamente todo o ciclo, menos no percentil 80.

O comportamento articular de ambos os grupos no pré e pós-teste estão apresentados graficamente nas figuras abaixo. A linearidade das curvas de movimento obtidas nesse estudo tomam como referência a curva descrita por Sutherland et al. (1998), a qual caracteriza padrão motor do andar considerado normal (adulto). Contudo, vale salientar, que a análise estatística foi feita somente entre as curvas apresentadas no pré e pós teste, não sendo considerados os valores descritos pelo autor.

As Figuras 1 e 2 representam as angulações médias do tronco para o G1 (figura 1) e para o G2 (figura 2), respectivamente.



O comportamento angular de ambos os grupos apresenta semelhança com a curva de referência adotada nesse estudo. Contudo as amplitudes angulares do G1, tanto no pré como no pós-teste, denotam uma maior inclinação anterior durante todo o ciclo, podendo esta ser atribuídas a uma ação compensatória do tronco para manter o equilíbrio. Essa inclinação pode também ser observada na curva angular do pré-teste para o G2. No entanto, observa-se que no pós-teste deste grupo essa inclinação é reduzida, indicando, portanto, uma melhora na variável equilíbrio após o experimento. Diferenças significativas foram observadas somente no G2 no intervalo de 30 a 80% do ciclo, que corresponde ao momento da extensão do tronco durante o andar.

O comportamento médio angular do quadril está apresentado nas figuras 3 (controle) e figura 4 (experimental).

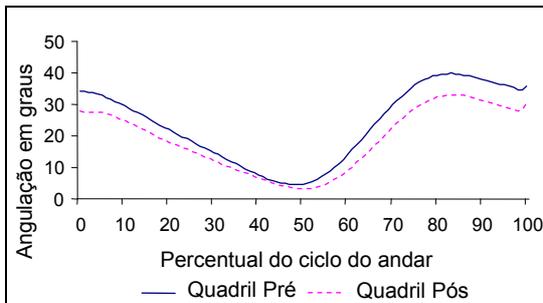


Figura 3- Comportamento médio das angulações do quadril para o G1.

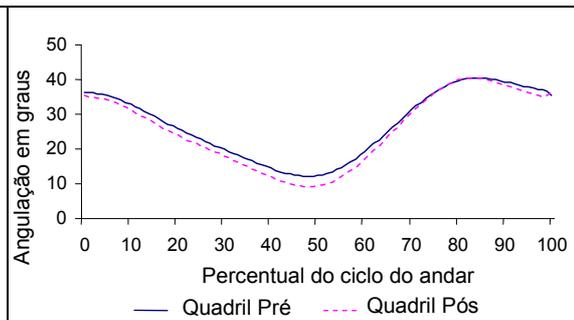


Figura 4- Comportamento médio das angulações do quadril para o G2.

Na análise gráfica do comportamento angular do quadril foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre pré e pós-teste em todo o ciclo para o G1, sendo que para o G2 essas apareceram somente aos 0, 50 e 100% do ciclo. Embora se tenha observado mudanças entre pré e pós-teste em ambos os grupos, essas diferenças se manifestaram na amplitude articular e não no comportamento do movimento. Contudo, as diferenças para o G2 mostraram-se mais expressivas nos valores angulares durante a extensão máxima (toque do pé oposto) entre pré e pós-teste.

As Figuras 5 e 6 representam as angulações médias da articulação do joelho para o G1 e para o G2, respectivamente.

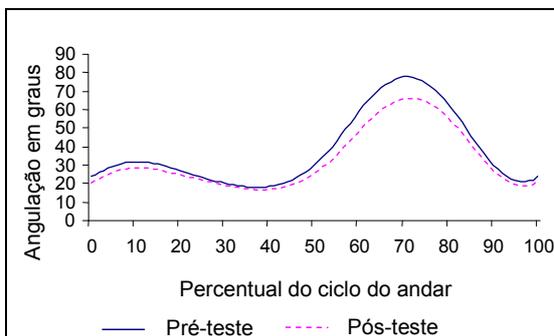


Figura 5- Comportamento médio das angulações do joelho para o G1.

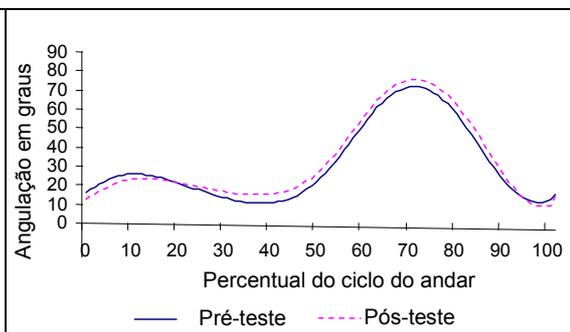
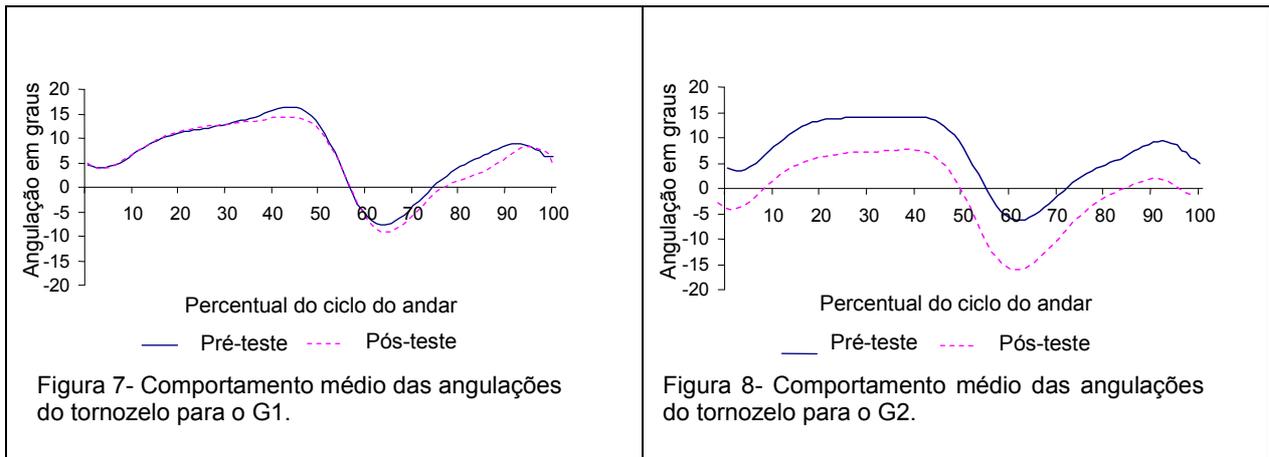


Figura 6- Comportamento médio das angulações do joelho para o G2.

O comportamento angular do joelho para ambos os grupos apresentou-se muito semelhante ao observado na curva de referência. Foram encontradas diferenças significativas entre pré e pós-teste dos 50 aos 60% do ciclo para o G1, enquanto no grupo experimental essas diferenças apresentaram-se nos percentis 40 e 80. As diferenças no G1 demonstram uma diminuição do flexionamento do joelho no início da segunda onda de flexão. No G2 ocorreu o inverso, os sujeitos apresentaram uma diminuição angular nos momentos de extensão do joelho que são sucessores às ondas de flexão. Essas alterações não foram suficientes para alterar o padrão do movimento articular do joelho durante o andar e ambos os grupos.

Angulações médias do pré e pós-teste da articulação do tornozelo para o G1 e G2 estão apresentadas nas figuras 7 e 8.



O padrão de linearidade das curvas apresentadas por ambos os grupos mostrou-se semelhante à curva de referência havendo apenas diferenças em termos de amplitude de movimento. Ocorrem diferenças estatisticamente significativas em todo o ciclo do andar entre pré e pós-teste para o G2, enquanto que o G1 observou-se sutis alterações, apresentando diferença significativa apenas no percentil 80 do ciclo. O comportamento angular apresentado pela curva de pós-teste do G2 diferiu da curva padrão em termos de amplitude angular inicial, tendo apresentado valores negativos.

O resultado da análise do plano frontal, o qual foi utilizado para verificar o afastamento entre os pés, está apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Afastamento dos pés no plano frontal durante o ciclo do andar.

Grupos	Pré				Pós				Diferença Pré e Pós-teste	Diferença entre grupos	
	Mínimo (m)	Maximo (m)	Média (m)	SD (m)	Mínimo (m)	Maximo (m)	Média (m)	SD (m)		Pré	Pós
G1	0,046	0,063	0,073	0,055	0,034	0,100	0,059	0,079	<0,0001*		
G2	0,072	0,132	0,080	0,081	0,027	0,120	0,056	0,105	0,0215*	0,0910	<0,0001**

* $p < 0,05$ (Teste de Wilcoxon)

** $p < 0,05$ (Teste de Kruskal-Wallis)

Através da análise da Tabela 2 pode-se perceber que o G1 apresentou resultados mais homogêneos, apresentando desvios padrão menores tanto no pré como no pós-teste. Observa-se ainda que ambos os grupos apresentaram uma diminuição significativa do afastamento lateral dos pés, através de valores médios menores. Embora, o G1 tenha diminuído o afastamento lateral, percebe-se uma diminuição maior no G2, sendo essa diferença de 2,4 cm contra 1,4 cm do G1, existindo diferença significativa entre os grupos.

Os resultados das variáveis espaço-temporais do ciclo completo do andar estão apresentados na tabela 3, demonstrando as diferenças entre pré e pós-teste intragrupo e

intergrupos. Cabe ressaltar que, os valores das variáveis temporais foram normalizados pelo tempo total do ciclo (s), portanto serão apresentados em porcentagens, e as variáveis espaciais foram normalizadas pela estatura e peso dos sujeitos, estando apresentadas em metros (m).

Tabela 3. Variáveis espaço-temporais.

		Tempo do Ciclo (s)	Tempo de apoio (%)	Tempo de balanço (%)	Tempo de apoio simples (%)	Tempo do 1º duplo apoio (%)	Tempo do 2º duplo apoio (%)	Comprimento da passada (m)	Comprimento do passo (m)
G1	Pré	0.79	63.2	36.8	35.9	13.4	13.9	0.70	0.36
	Pós	0.80	63.3	36.7	36.3	13.6	13.4	0.76	0.38
	Diferença (Wilcoxon)	0.2734	0.8403	0.8613	0.6578	0.6578	0.5287	0.0889	0.4453
G2	Pré	0.78	63.6	36.4	36.2	14.1	13.3	0.98	0.51
	Pós	0.82	62.6	37.7	36.84	13.24	12.52	0.84	0.42
	Diferença (Wilcoxon)	0.1346	0.0699	0.0699	0.4762	0.1687	0.1566	0.0074*	0.0019*
Diferença entre G1 e G2 (Kruskal-Wallis)		0.2385	0.4579	0.4579	0.7578	0.7752	0.2394	0.4441	0.2394

* $p < 0,05$ (Teste de Wilcoxon)

** $p < 0,05$ (Teste de Kruskal-Wallis)

Os resultados demonstram alterações em praticamente todas as variáveis espaço-temporais, no entanto, diferenças estatisticamente significativas foram encontradas apenas no comprimento do passo, e conseqüentemente, no comprimento da passada do G2, ou seja, apenas as variáveis espaciais.

Discussão dos Resultados

Para analisar o padrão motor do andar é necessário levar em consideração indicadores de maturação que servem como referencial para um padrão adulto. Nesse sentido, Sutherland et al. (1998), apresenta como indicadores de maturação a duração do apoio simples, a velocidade da marcha, a cadência, o comprimento do passo e a proporção da largura da pelve com a distância dos tornozelos. Desses indicadores somente a cadência não foi utilizada como controle de maturação no presente estudo. No entanto, outros fatores são considerados fundamentais para a aquisição de um padrão motor maduro do andar, tendo sido aqui considerados.

Para Viel (2001), o contato inicial do pé no solo é um indicador, devendo esse ser realizado, no estágio maduro, pelo calcanhar, o que para Sutherland et al. (1998) e Bertsch et al. (2004), está presente na maioria das crianças normais aos dois anos de idade. O balanço

alternado dos braços é um indicador de maturidade considerado por Viel (2001) e Gallahue e Ozmun (2005), devendo aparecer também por volta dos dois anos de idade. Um terceiro indicador é apontado por Viel (2001), e corresponde a flexão do joelho, imediatamente após o contato inicial, que aumenta durante a aceitação do peso do corpo e diminui até o levantamento do calcanhar.

Devido a diferença de fatores adotados pelos autores como indicadores de maturação, observa-se na literatura que não existe um consenso à cerca da faixa etária para que a criança atinja o estágio maduro do padrão do andar. Conforme Gallahue e Ozmun (2005), a criança pode atingir o estágio maduro aos 5 ou 6 anos de idade, mas para Adrian & Cooper (1989), essa faixa etária é mais abrangente, considerando que entre 4 e 7 anos é que as crianças apresentam um andar com características adultas. Viel (2001) aponta que a criança pode atingir a maturidade da marcha em torno dos 5 anos, e andar como um adulto a partir dos 7. Porém, alguns autores afirmam que o padrão maduro está presente mais precocemente (Skinner, 2001; Haywood & Getchell, 2004; Ganley & Powers, 2005).

Embora, a literatura apresente certas divergências quanto à faixa etária de maturação do padrão motor do andar, nesse estudo foi adotada a faixa de 4 a 5 anos como uma fase de transição de padrão, pois se observa que quando um organismo está perto de trocar o padrão de um comportamento motor, ocorre o aumento da variabilidade desse comportamento, devido a mudanças contínuas em subsistemas, sendo essas de extrema importância por permitir a reorganização do sistema global para a sua troca (Ulrich et al., 1998, Kamm et al., 1991), apresentando dessa forma, mais respostas à intervenção, pois o que antes era considerado como sinal de imaturidade, torna-se um grande aliado para fornecer informações sobre o estado em que o sistema se encontra.

Em relação ao andar, estudos que investigam a intervenção do movimento tridimensional gerado pelo andar do cavalo vêm apresentando bons resultados, promovendo melhorias no tratamento de distúrbios ou deficiências neuromotoras em crianças (Cherng et al. 2004; Winchester et al. 2002; Krapivkin et al. 2001; Sterba et al. 2002). No estudo realizado por Graup et al. (2006), com crianças com Síndrome de Down, observaram que um programa com treze sessões de atividades eqüestres foram suficientes para desencadear alterações no padrão motor do andar. Nessa perspectiva, Casady & Nichols-Larsen (2004), também observaram que doze sessões de atividades eqüestres foram capazes de provocar alterações significativas na execução de movimentos em crianças com Paralisia Cerebral. Esses achados corroboram para firmar a eficácia de programas de atividades eqüestres.

Os benefícios oriundos das atividades com o cavalo ocorrem devido a uma combinação de estímulos sensoriais gerados pelo movimento tridimensional produzido pelo passo do animal em todos os sistemas básicos que, em conjunto, resultam em uma integração motora e sensorial ampliada (Cherng et al. 2004; Winchester et al. 2002; Krapivkin et al. 2001; Sterba et al. 2002). Essa combinação de estímulos favorece a um maior controle motor, permitindo um

aumento do tônus muscular, sendo que a repetição do movimento provoca a reeducação do mecanismo de reflexos posturais, reações de equilíbrio e a percepção espaço-temporal dos vários segmentos corporais no espaço (Kuczynskim & Slonka, 1999).

As alterações observadas nas variáveis angulares demonstraram mudanças significativas para ambos os grupos, porém foram mais expressivas qualitativamente no grupo experimental.

As alterações encontradas no comportamento angular do tronco, de acordo com Perry (2005), iniciam na fase de apoio simples (30-50% do ciclo) e perduram até a fase de balanço médio (73-87%) e correspondem a uma diminuição da flexão do tronco durante o andar, indicando um aumento na estabilidade do tronco, o que poder ser claramente visualizado pela curva angular do G2 após o experimento. Segundo Flores (2005), quando a criança apresenta uma inclinação anterior do corpo está realizando uma compensação para manter o equilíbrio durante a locomoção, essa inclinação também foi observada neste estudo para ambos os grupos. Para o autor essa inclinação favorece o contato inicial com o antepé o que também vai ao encontro aos resultados observados no pré-teste.

Em relação ao comportamento angular do quadril, o G1 apresentou uma suavização na curva de movimento, através da diminuição dos valores angulares, enquanto o G2 apresentou variação apenas no toque inicial do pé (0-5%), fase final do apoio simples (50-55%) e na fase do balanço terminal (95-100%). De acordo com Perry (2005), essas alterações ocorreram na flexão-extensão do quadril, o que indica uma melhora no controle motor do movimento.

A articulação do joelho também apresentou diferenças entre os grupos, sendo que o G1 mostrou uma diminuição da flexão do joelho durante a fase final do apoio simples; enquanto, o G2 apresentou um aumento da extensão do joelho nessa fase, o que de certa forma representa uma diminuição na absorção do choque articular (Perry, 2005). Esses resultados são divergentes dos encontrados por Chester *et al.* (2006), pois segundo o autor entre os 3-4 anos observam-se os menores picos de extensão do joelho, ou seja, as crianças já possuem padrões bem estabelecidos para essa articulação nessa faixa etária. No entanto, McFadyen *et al.* (2001) são taxativos ao afirmar que crianças dos sete aos nove anos ainda não possuem maturidade na extensão do joelho durante o andar, pois em seu estudo encontrou valores diferentes dos encontrados na literatura em adultos.

Conforme Granata *et al.* (2005), o padrão maduro de recrutamento muscular durante o andar ocorre em torno dos seis aos oito anos em crianças com desenvolvimento normal, o que pode influenciar no comportamento angular do mesmo. Estudos consideram como características determinantes de maturidade do andar uma diminuição da co-contracção e uma ativação muscular recíproca melhorada (Abel *et al.*; 2001) e melhora no reflexo de extensão (Arsenault *et al.*, 2001). A imaturidade dessas características ocorre porque os movimentos do joelho durante o andar são influenciados não somente pelos músculos que cruzam o joelho, mas também pelas atividades musculares que são gerados em outras articulações (Kerrigan *et*

al., 1998; Anderson et al., 2004), sendo necessário controle motor adequado para a eficiência do andar.

O comportamento angular do tornozelo foi o que mais apresentou alterações em ambos os grupos, porém, esse comportamento mostrou-se de forma distinta entre os mesmos. Mesmo diferindo em valores angulares, ambos os grupos não apresentaram alterações no percentil 75, na qual o tornozelo deve continuar dorsifletindo em posição praticamente neutra (Perry, 2005). Esse resultado indica falta de controle motor para manter a dorsiflexão durante o avanço do membro anterior à linha do peso do corpo, o que indica imaturidade do padrão motor. Para Wicart & Maton (2003), existe influência da força dos músculos envolvidos na movimentação do tornozelo durante o andar no controle do equilíbrio, principalmente na fase de transição entre o apoio simples e o duplo apoio.

O comportamento angular apresentado pelas crianças desse estudo convergem ao estudo realizado por Chester *et al.* (2006), no qual investigou diferenças nos parâmetros cinemáticos e cinéticos em relação à idade e observou que a maturidade no comportamento angular do tornozelo não foi conseguida até a idade de 9 anos. O mesmo aconteceu no estudo realizado por Cupp et al. (1999), no qual 23 crianças foram subdivididas em três grupos com faixas etárias diferentes (4-5 anos, 6-7 anos, e 8-10 anos), os resultados foram comparados a um grupo controle composto por cinco adultos apontando que mudanças progressivas durante o andar ainda ocorrem na articulação do tornozelo após os 7 anos de idade.

Os valores negativos encontrados no início da curva do comportamento angular do tornozelo de crianças são explicados por Brenière & Bril (1998), que afirmam que crianças antes dos 5 anos de idade tendem a apresentar valores negativos em suas curvas de tornozelo no contato inicial do pé por não possuírem controle muscular adequado e por conseqüente um equilíbrio deficiente. Esse resultado pode ser conseqüência de uma dorsiflexão limitada que tende a diminuir a angulação do tornozelo durante o toque inicial do pé (Cornwall & McPoil, 1999), sendo que a limitação da dorsiflexão do tornozelo, durante o andar, pode ser conseqüência de uma tensão muito grande nos Gastrocnêmios (Riemann et al., 2001). De acordo com Johanson et al.(2006), deve-se levar em consideração que limitações na articulação do tornozelo podem afetar toda a cinemática do andar.

Além da análise do comportamento angular durante o ciclo, foi verificado o afastamento lateral dos pés (base de sustentação), que é considerado um indicativo de imaturidade como foi mencionado acima. Para Patla et al. (1988), durante a análise do andar humano, a base do andar é o componente mais relevante durante o ciclo, sendo que a largura da base de apoio está relacionada com a instabilidade do indivíduo (Trew & Everett, 2003), ou seja, quanto maior a base menor a estabilidade o que pode representar um custo metabólico aumentado através de um movimento menos eficiente (Donelan et al., 2001).

Os resultados encontrados permitem inferir que as diferenças significativas ocorridas entre o pré e pós-teste foram oriundas do processo de maturação, porém, a estabilidade do

padrão não aparece ainda bem definida, uma vez que, alguns sujeitos já apresentaram uma diminuição da base de apoio e outros não, fato esse observado pela heterogeneidade dos grupos através do desvio padrão. Bertsch *et al.* (2004), explica que o crescimento e maturação sensoriomotora envolvidas no andar podem ser caracterizados por uma variedade de mudanças individuais que pode afetar resultados médios de um grupo.

As mudanças mais expressivas observadas no G2 podem ser creditadas ao deslocamento tridimensional do centro de gravidade da pessoa provocado pelo andar do cavalo, bem como à posição de montaria, com os pés no estribo, que permite desenvolver controle sobre a musculatura flexora e extensora dos membros inferiores e normalização do tônus muscular (Sterba *et al.* 2002).

As maiores diferenças encontradas no andar de crianças de 1 até 7 anos são relativas às variáveis espaço-temporais (Sutherland *et al.*,1988). Tais diferenças estariam ligadas primariamente às mudanças no tamanho dos segmentos corporais, e depois à maturação do sistema de controle motor. De acordo com o autor, nos parâmetros espaço-temporais, são observadas relações lineares entre o comprimento do passo e comprimento do membro inferior entre 1 e 7 anos. Quanto aos valores espaço-temporais observamos em nosso estudo diferenças sutis em todas as variáveis, contudo, mudanças estatisticamente significativas só foram observadas no G2 para o comprimento da passada e comprimento do passo, sendo que as mesmas apresentaram uma diminuição em seus valores. Esse achado pode ser resultado do controle de velocidade adotado na pesquisa, pois a velocidade do andar mais rápida aumenta a demanda dos músculos desaceleradores, enquanto o vetor do corpo torna-se maior com aceleração, sendo que o contrário acontece, no qual, dentro de uma amplitude limitada, a intensidade de atividade muscular exigida pode ser reduzida se o andar for feito lentamente, alterando dessa forma as variáveis espaço-temporais (Perry, 2005).

A velocidade utilizada em nosso estudo (4 Km/h) foi definida através da velocidade média realizada pelas crianças, quando as mesmas foram avaliadas (check list) para a classificação do padrão motor, ou seja, quando apresentaram uma velocidade auto-selecionada. Esse valor vai ao encontro do descrito pela literatura para crianças um pouco mais velhas, pois de acordo com Öunpuu *et al.* (1991), a velocidade média do andar de crianças entre 5 e 14 anos é de 4,32 Km/h, sendo que para Sutherland *et al.* (1988) a velocidade média do andar de crianças aos 7 anos é de 4,2 Km/h. Nessa perspectiva Zatsiorski *et al.* (1994), diz existir divergências sobre a dependência entre a velocidade e a cadência durante a maturação do andar das crianças, porém o comprimento do ciclo, ou seja, da passada, e a velocidade estão fortemente relacionados.

Os resultados encontrados por Stolze *et al.* (1997), realizados com crianças entre 6 e 7 anos apresentaram valores relativos ao comprimento do passo maiores em crianças quando relacionadas a adultos, pois quando seus resultados foram normatizados pela estatura e comprimento da perna, apresentaram uma base de apoio maior. Da mesma forma, em um

estudo realizado por Robacher et al. (2004) que investigava a influência do movimento tridimensional produzido pelo passo do cavalo no andar de crianças com paralisia cerebral também foram observadas alterações significativas no comprimento do passo e da passada. O referido autor credita essas alterações ao contato da pelve do praticante com o cavalo.

O movimento gerado pelo passo do cavalo resulta em movimentos complexos de rotação e translação e, além disso, as informações proprioceptivas são interpretadas por órgãos sensores de equilíbrio e postura exigindo ajustes do praticante para manter-se sobre o cavalo. Sendo assim, as atividades eqüestres permitem a criação de esquema motores, através de informações proprioceptivas recebidas pelos músculos (Witter & Soares, 2002; Sterba et al.2002).

No estudo realizado por Graup et al. (2006), também foram encontradas apenas alterações nas variáveis espaciais do andar em crianças com Síndrome de Down quando submetidas a sessões de atividades eqüestres. No entanto, a velocidade usada foi auto-selecionada e observou-se um aumento nessas variáveis, resultado contrário ao encontrado no presente estudo.

Alterações espaço-temporais são desenvolvidas em crianças submetidas a atividades eqüestres, porque a percepção temporal e espacial é desenvolvida através do estabelecimento de limites, o que possibilita conhecer, reconhecer e utilizar pontos de referência (Lallery, 1988). Como o andar envolve atividades integradas de vários músculos atuando sobre várias articulações e devido à sinergia e natureza antagonista de muitos músculos, é possível adquirir um mesmo movimento através de diferentes padrões musculares (Winter, 1991).

Conclusões

A partir dos resultados observados no estudo, pode-se concluir que as atividades eqüestres incorporadas na rotina motora das crianças foram capazes de desencadear alterações perceptíveis no padrão motor do andar. Em especial, as mudanças mais consistentes estiveram presentes nas variáveis angulares, sendo a articulação do tornozelo a de maior susceptibilidade a alterações. Dentre as espaço-temporais, o experimento foi eficaz somente nas variáveis espaciais. Tais modificações contribuíram principalmente para alterações no equilíbrio e na estabilidade do padrão do andar, o que nos leva a acreditar que o movimento tridimensional que o cavalo realiza pode ser o responsável pelas melhoras, como consequência dos ajustes posturais que são exigidos da criança montada.

Considerando que as crianças do estudo não possuíam nenhuma restrição físico-motora, o que as possibilitava a utilização da marcha nas suas mais diversas atividades do cotidiano, a intervenção incluída em suas rotinas teve efeito discreto em termos de modificações no padrão motor. Todavia, aponta que é possível desencadear alterações que podem melhorar a

qualidade do movimento. Sendo assim, o uso do cavalo como uma forma de estimulação motora parece-nos promissor para intervenções em disfunções da marcha.

Referências Bibliográficas

- ABEL, M. F.; GYR, B. M.; GRANATA, K. P.; DAMIANO, D. L. Gait patterns and gross motor function in congenital hemiplegia. **Gait and Posture**, 2001.
- ANDERSON, F.C., GOLDBERG, S.R., PANDY, M.G., DELP, S.L. Contributions of muscle forces and toe-off kinematics to peak knee flexion during the swing phase of normal gait: an induced position analysis. **Journal of Biomechanics**. 37:731–737, 2004.
- ARNOLD, A. S., A. S. ; ANDERSON, F. C.PANDY, M. G.; DELP, S. L. Muscular contributions to hip and knee extension during the single limb stance phase of normal gait: a framework for investigating the causes of crouch gait. **Journal of Biomechanics** 38 : 2181–2189, 2005.
- ARSENAULT, A. B.; WINTER, D. A.; MARTENIUK, R. G.; HAYES, K. C. How many strides are required for the analysis of electromyographic data in gait? **Scand J Rehabil Med**. 18:133-135, 2001.
- BERTSCH, C.; UNGER, H.; WINKELMANN, W.; ROSENBAUM, D. Evaluation of early walking patterns from plantar pressure distribution measurements. First year results of 42 children. **Gait and Posture**. 19: 235-242, 2004.
- BRENIÈRE, Y.; BRIL, B. Development of postural control of gravity forces in children during the first 5 years of walking. **Exp. Brain Res**. 121:255-262, 1998.
- CASADY, R. L. & NICHOLS-LARSEN, D. S. The effect of hippotherapy on ten children with cerebral Palsy. **Pediatric Physical Therapy**:165-172, 2004.
- CHERNG, R.; LIAO, H.; LEUNG, H. W. C.; HWANG, A. The effectiveness of therapeutic horseback riding in children with spastic cerebral palsy. **Adapted Physical Activity Quarterly**, 21 (2), April 2004.
- CHESTER, V. C.; TINGLEY, M. BIDEN, E. N. A comparison of kinetic gait parameters for 3–13 year olds. **Clinical Biomechanics** 21: 726–732, 2006.
- CORNWALL, M. W., & MCPOIL, T. G. Effect of ankle dorsiflexion range of motion on rearfoot motion during walking. **Journal of the American Podiatric Medical Association**. 9: 272–277, 1999.
- CUPP, T., OEFFINGER, D., TYLKOWSKI, C.. Age-related kinetic changes in normal Pediatrics. **Journal of Pediatric Orthopedics**.19, 475–478, 1999.
- CURRAN, S. A.; UPTON, D.; LEARMONTH, I.D. Dynamic and static footprints: comparative calculations for angle and base of gait. **The Foot**. 15:40-46, 2005.

- DELISA, J. A. **Medicina de Reabilitação Princípios e Prática**. São Paulo, Ed. Manole, vol. 2, 1992.
- DONELAN, J.M.; KRAM, R., KUO, A.D. Mechanical and metabolic determinants of the preferred step width in human walking. **Proc R Soc Lond Biol Sci**. 268:1985–1992, 2001.
- FLORES, F. L. O efeito do uso de mochila na cinemática da marcha de crianças. **Monografia: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2005.
- FONSECA, Vítor da. **Manual de observação psicomotora: significação psiconeurológica dos fatores psicomotores**. Porto Alegre: Arte Médicas, 1995.
- GALLAHUE, D. L. & OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. 3ª edição. São Paulo: Phorte, 2005.
- GRANATA, K. P.; PADUA, D. A.; ABEL, M. F. Repeatability of surface EMG during gait in children. **Gait & Posture**. 2005.
- GRAUP, S.; MARIN, R. O.; LINK, D. M.; COPETTI, F.; MOTA, C. B. Efeito da Equoterapia sobre o padrão motor da marcha em crianças com Síndrome de Down: uma análise biomecânica. **Efdeportes Revista Digital**. Buenos Aires. Ano 11 n° 96 – maio, 2006.
- HAYWOOD, K. M.; GETCHELL, N. **Desenvolvimento Motor ao Longo da Vida**. 3ª edição. Porto Alegre. Artmed Editora, 2004.
- INMAN, V. T. RALSTON, H.J.; TODD, F. A Locomoção Humana. IN: ROSE, J & GAMBLE, J. G. **Marcha Humana**. 2ª ed. São Paulo: Premier, 1998.
- JOHANSON, M. A.; WOODEN, M.; CATLIN, P. A.; HEMARD, L.; LOTT, K.; ROMALINO, R.; STILLMAN, T. Effects of gastrocnemius stretching on ankle dorsiflexion and time-to heel-off during the stance phase of gait. **Physical Therapy in Sport** .7:93–100, 2006.
- KAMM, K.; THELEN, E.; JENSEN, J. L. A dynamical systems approach to motor development. **Movement science/APTA**, 11-23, 1991.
- KERRIGAN, D.C., ROTH, R.S., RILEY, P.O. The modeling of adult spastic paretic stiff-legged gait swing period based on actual kinematic data. **Gait and Posture**. 7:117–124, 1998.
- KRAPIVKIN, A.; NEDASHKOVSKY, O.; KHAVKIN, A.; TERENT'EVA, I.; KOLESNIK, L. Effect of intensive course of hipotherapy at children with cerebral palsy. **Brain & Development**. 23:189, 2001.
- LALLERY, H. A Equitação Terapêutica. Paris: **Revista Cheval-Connexion**:1-6, 1988.
- LEITÃO, L. G. Relações terapêuticas: Um estudo exploratório sobre Equitação Psico-Educacional (EPE) e autismo. **Análise Psicológica**, 2 (XXII): 335-354, 2004.
- LINK, D. M. & MOTA, C. B. Análise cinemática do andar de crianças obesas. **Revista Brasileira de Biomecânica**. Ano 2, nº. 2, 2001.
- MANOEL, E. J. Desenvolvimento Motor: Padrões em Mudança, Complexidade Crescente. **Revista Paulista de Educação Física**. São Paulo. Ed. 152.3 – 3:35-54, 2000.
- MCFADYEN, B. J.; MALOUIN, F.; DUMAS, F. Anticipatory locomotor control for obstacle avoidance in mid-childhood aged children. **Gait and Posture**. 13:7-16, 2001.

- ÕUNPUU, S.; GAGE, J. R.; DAVIS, R. B. Three-dimensional lower extremity joint kinetics in normal pediatric gait. **Journal of Pediatric Orthopedics**. V.11:341-349, 1991.
- PATLA A, PROCTOR J, MORSON B. Observations on aspects of visual gait assessment: a questionnaire study. **Physiother Can**. 39:311–316, 1988.
- PERRY, J. **Análise de Marcha: marcha normal**. v.1. Barueri, SP: Manole, 2005.
- RIEMANN, B. L., DEMONT, R. G., RYU, K., & LEPHART, S. M. The effects of sex, joint angle, and the gastrocnemius muscle on passive ankle joint complex stiffness. **Journal of Athletic Training**, 36:369–375, 2001.
- ROSE, J.; GAMBLE, J. G. **Marcha Humana**. 2ª edição. Editorial Premier. São Paulo, 1998.
- STERBA, J. A; ROGERS, B. T.; FRANCE, A. P.; VOKES, D. A. Horseback riding in children with cerebral palsy: effect on gross motor function. **Developmental Medicine & Child Neurology**. 44:301-308, 2002.
- STOLZE, H. KUHTZ-BUSCHBECK, J.P.; MONDWURF, C.; BOCZEK-FUNCKE, A.; JÖHNK, K.; DEUSCHL, G.; ILLERT, M. Gait analysis during treadmill and overground locomotion in children and adults. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v. 5:490-497, 1997.
- SUTHERLAND, D. H., KAUFMAN, K. R. & MOITOZA, J. R. Cinemática da marcha humana normal. In: ROSE, J. & GAMBLE, J. G. **Marcha Humana**. 2ª ed. São Paulo: Premier, 1998.
- SUTHERLAND, D. H.; OLSHEN, R. A.; BIDEN, E. N.; WYATT, M. P. **The development of mature gait**. Oxford, Mac Keith, 1988.
- TREW, M.; EVERETT, T. Measuring and evaluating human movement. In: **EVERETT, T.** Human movement: an introductory text. 4th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone: 143–160, 2003.
- ULRICH, B. Development of stepping patterns in human infants: a dynamical systems perspective. **Journal of Motor Behavior**. 21 – 4 : 392-408, 1989.
- ULRICH, B. D.; ULRICH, D. A.; ANGULO-KINZLER, R. M. The impact of context manipulations on movement patterns during a transition period. **Human Movement Science**. 17:327-346, 1998.
- WICART, P.; MATON, B. Body equilibrium at the end of gait initiation: importance of ankle muscular force as evidenced in clubfoot children. **Neuroscience Letters**. 351:67-70, 2003.
- WINCHESTER, P; KENDALL, K; PETERS, H; SEARS, N; WINKLEY T. The effect of therapeutic horseback riding on gross motor function and gait speed in children who are developmentally delayed. **Physical & Occupational Therapy in Pediatrics**. 22 (3-4): 37-50, 2002.
- WINTER, D. A. **The biomechanics and motor control of human gait: normal, elderly and pathological**. University of Waterloo Press, Waterloo, 2ª.ed., 1991.
- ZAJAC, F.E., NEPTUNE, R.R., KAUTZ, S.A. Biomechanics and muscle coordination of human walking. Part I: introduction to concepts, power transfer, dynamics and simulations. **Gait and Posture**. 16, 215–232, 2002.

ZATSIORSKY, V. M.; WERNER, S. L.; KAIMIN, M.A. Basic kinematics of walking. Step length and step frequency. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. V 34 n°2:109-134, 1994.