

ANÁLISE CINEMÁTICA NA COMPREENSÃO DA POSTURA DE MEMBROS INFERIORES DURANTE A MARCHA HUMANA

¹ Especializanda em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos, Laboratório de Biomecânica, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

² Mestrando em Distúrbios da Comunicação Humana, bolsista CAPES, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos, Laboratório de Biomecânica, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

³ Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria, doutoranda em Engenharia de Produção-Ergonomia, bolsista CNPq, Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Ergonomia PPGEP/Campus Universitário. Florianópolis, SC, Brasil.

⁴ Mestrando Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos, Laboratório de Biomecânica, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

⁵ Mestrando em Educação Física e Esportes, bolsista CAPES, Universidade de Brasília, Faculdade de Educação Física, Laboratório de Biomecânica, Campus UnB Darcy Ribeiro (Plano Piloto), asa norte, Brasília, DF, Brasil.

⁶ Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Física e Desportos, Laboratório de Biomecânica, Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil.

Jaqueline Migotto Dalla Favera¹
Gabriel Ivan Pranke²
Clarissa Stefani Teixeira³
Rudi Facco Alves⁴
Luiz Fernando Cuzzo Lemos⁵
Carlos Bolli Mota⁶

DALLA FAVERA, Jaqueline Mogotto et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*, Bauru, v. 29, n. 1, p. 69-78, 2010.

RESUMO

A biomecânica estuda o movimento do corpo humano e suas posturas por meio de leis da mecânica e conhecimentos anátomo-fisiológicos, além de auxiliar na interpretação mecânica das posturas e na identificação dos desvios do padrão de marcha normal a fim de compreender a história normal ou natural do fenômeno estudado. Com isso, o presente estudo buscou, por meio de uma revisão de literatura, descrever a relação existente entre postura de membros inferiores e os diferentes aspectos cinemáticos da marcha em diferentes indivíduos. A busca dos artigos foi realizada por meio da base de dados eletrônicos *ScienceDirect*, *SciELO*, *Pubmed Central* e *Medline*, publicados entre 2004 a 2009 e com idiomas português e inglês. De acordo com os estudos encontrados, foi possível observar que as características cinemáticas da marcha demonstraram possuir rela-

Recebido em: 01/06/2009

Aceito em: 10/01/2010

ção com a postura de membros inferiores nos diferentes indivíduos avaliados, assim como também a alteração postural ou rotacional nos segmentos inferiores demonstraram influenciar diretamente na alteração biomecânica da marcha. Além disso, há também a influência dos déficits músculo-esquelético apresentados em patologias na alteração da biomecânica. Com isso, pode-se inferir que o movimento do corpo humano provoca diferentes características físicas nos membros inferiores capazes de alterar a biomecânica corporal.

Palavras-chave: Biomecânica. Postura. Cinemática. Marcha.

ABSTRACT

Biomechanics studies the human body movement and its positions through mechanics laws and anatomic and physiological knowledge, in addition to assist in mechanics interpretation of postures and identification of standard deviations of normal running gait to understand the normal or natural history of the studied phenomenon. Therefore, the present study aimed through a literature review, describe the relationship between posture of lower limbs and the different kinematic aspects of the gait in different individuals. The search for articles was performed through electronic database ScienceDirect, Scielo, Pubmed and Medline, published between 2004 and 2009 and with Portuguese and English languages. According to the studies found, was possible to observe that the kinematics gait characteristics demonstrated relationship with the lower limbs posture in different individuals evaluated as well as the postural or rotational alteration in the lower segments showed influence directly on gait biomechanics alteration. Moreover, there is also the influence of the actions muscle-skeletal deficits submitted on pathologies in biomechanics alteration. Finally, we may infer that the movement of the human body causes different physical characteristics in the lower limbs able to change the corporal biomechanics.

Keywords: Biomechanics. Posture. Kinematic. Gait.

INTRODUÇÃO

A biomecânica estuda o movimento do corpo humano e suas posturas por meio de leis da mecânica e conhecimentos anátomo-fisiológicos auxiliando na interpretação mecânica da postura (SACCO et al., 2003).

DALLA FAVERA, Jaqueline Mogotto et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*, Bauru, v. 29, n. 1, p. 69-78, 2010.

DALLA FAVERA, Jaqueline Mogotto et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*, Bauru, v. 29, n. 1, p. 69-78, 2010.

Atualmente, estes aspectos biomecânicos são amplamente dinâmicos nas análises cinemáticas do ciclo da marcha por envolver novos procedimentos, técnicas de medição, armazenamento, processamento de dados e identificação dos desvios do padrão de marcha normal a fim de compreender a história normal ou natural do fenômeno estudado (DAVIS, 1997; SUTHERLAND et al., 1988; BAKER, 2006).

A análise cinemática da marcha normal ou patológica é realizada por meio de uma seqüência de imagens digitais do corpo humano, onde as aquisições dos dados ocorrem pela identificação dos pontos anatômicos através dos marcadores reflexivos, os quais deixam os eixos internos dos segmentos selecionados, mais visíveis para a captura das imagens (LEG; POLLO, 2001). Desta forma, possibilita a mensuração, identificação e compreensão das possíveis adaptações posturais que podem ocorrer nos membros inferiores durante a marcha, pois a sua complexidade de ação está ligada a três articulações (quadril, joelho, tornozelo) que permitem realizar movimento de dois a três graus de liberdade, além de atuar de forma combinada e seqüencial através de um padrão cíclico de movimentos corporais chamado de ciclo da marcha (ROSE; GAMBLE, 1998; VAUGHAN et al., 1999).

A postura física tem a capacidade de manter uma relação adequada entre os segmentos do corpo a fim de obter uma melhor orientação e estabilidade no espaço (VANICOLA et al., 2007). Segundo Pinto e Lopes (2009), a fase da vida em que a postura de membros inferiores está demasiadamente conturbada é na infância e adolescência devido ao desequilibrado crescimento e desenvolvimento físico. Assim, a má postura de membros inferiores pode ser uma consequência da adaptação músculo-esquelética do caminhar e da corrida durante a fase de crescimento físico (BANKOFF et al., 2006).

Além disso, a postura inadequada durante as atividades realizadas frequentemente pode levar a uma aceleração do processo de desgaste sofrido pelo aparelho locomotor. Desta forma, as posturas adotadas são consideradas uma preocupação crescente de diversas áreas da ciência, considerando que a Biomecânica é uma importante representante deste grupo (SACCO et al., 2003). Com isso, o presente trabalho buscou descrever, por meio de uma revisão de literatura, a relação existente entre postura de membros inferiores e os diferentes aspectos cinemáticos da marcha em diferentes indivíduos.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente estudo, foi realizada uma busca na base de dados eletrônicos *ScienceDirect*, *Scielo*, *Pubmed Central*, *Medline*. As palavras-chave utilizadas para a busca dos ar-

tigos foram: “*biomechanics*”, “*kinematics*”, “*gait*”, “*posture*”, e as traduções para o português de forma combinada.

Foram selecionados para a análise 150 artigos de pesquisa ou revisões bibliográficas publicados entre 2004 a 2009 nos idiomas Português e Inglês. Dos artigos encontrados, foram selecionados 30. Sendo estes os que apresentavam diferentes características físicas nos membros inferiores e maior relação entre a cinemática da marcha e a avaliação da postura de membros inferiores.

Biomecânica da marcha na avaliação da postura de membros inferiores

Uma descrição cinemática completa do movimento da marcha foi encontrada na literatura. Trata-se do estudo de Araújo et al. (2005), os quais que analisaram a cinemática tridimensional da marcha de três voluntárias adultas do gênero feminino e sem histórico de comprometimento motor, por meio do sistema *Dvideow*. As características dos membros inferiores durante a marcha foram satisfatoriamente descritos. Com relação à análise da articulação do tornozelo durante a marcha, foram observadas no primeiro duplo apoio, adução e rotação externa o que facilita a transferência de peso. Na fase de balanço, as voluntárias apresentaram rotação externa, o que auxilia na liberação do pé e, na fase de contato inicial, observou-se dorsiflexão para realizar o toque do calcanhar. No apoio simples houve uma flexão progressiva do tornozelo, sendo ideal para obter a progressão do corpo sobre o pé. Analisando a articulação do joelho, observou-se valgismo e rotação externa durante toda a fase de apoio. No primeiro duplo apoio e no segundo duplo apoio, ocorreram pequenos graus de flexão do joelho para auxiliar na absorção de impacto do pé no solo, sendo que o joelho atingiu a flexão máxima no início da fase de balanço para a saída do pé da superfície. Com relação à articulação do quadril, observou-se que ocorre adução desde o contato inicial até o primeiro duplo apoio e no apoio simples devido ao posicionamento da pelve durante o balanço contralateral. Na fase de balanço ocorre abdução do quadril para manter o alinhamento da coxa com relação à pelve no plano coronal. A rotação externa foi observada na fase de balanço, o que ocorre geralmente, mas uma voluntária apresentou rotação interna. A extensão do quadril ocorre de forma progressiva desde o contato inicial do pé até o segundo duplo apoio a fim de preparar o membro inferior para a fase de balanço. Com relação à posição dos membros inferiores, destacou-se o valgismo de joelho e consequentemente rotação externa e, no quadril predominou adução

DALLA FAVERA, Jaqueline Mogotto et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*, Bauru, v. 29, n. 1, p. 69-78, 2010.

DALLA FAVERA,
Jaqueline Mogotto
et al. Análise
cinemática na
compreensão
da postura de
membros inferiores
durante a marcha
humana. *Salusvita*,
Bauru, v. 29, n. 1,
p. 69-78, 2010.

em quase todo o ciclo da marcha, pressupondo-se presença de rotação externa excessiva nos membros inferiores. Desta forma, o fator importante a ressaltar, é que a análise da marcha através de imagens tridimensionais na articulação do quadril, joelho e tornozelo permite analisar também as posturas de membros inferiores mesmo de forma dinâmica.

Kirkwood et al. (2007) objetivaram descrever as características biomecânicas tridimensionais nas articulações do quadril e joelho durante a marcha em 30 participantes com idade entre 55 e 75 anos. O sistema *Queen.s Gait Analysis in Three Dimensions* foi utilizado para obter os dados cinemáticos durante a marcha. Na coleta de dados, as participantes deambularam normalmente sobre a passarela usando um sapato confortável e mantendo o braço direito sobre o peito para evitar a perda da marca sobre o trocânter maior. Após as coletas, os dados foram digitalizados e apresentados com os seguintes resultados: em relação à articulação do quadril no plano frontal, o ciclo inicia em abdução diminuindo a amplitude de movimento logo após o choque de calcanhar, e retorna a abdução no final da fase de pré-oscilação, chegando a uma amplitude de movimento de 11,1° no plano frontal. No plano sagital, a amplitude de movimento do quadril foi de 38,9°, onde o máximo de extensão ocorreu na fase de pré-oscilação e o máximo de flexão ocorreu no contato do calcanhar. No plano transverso, a amplitude de movimento total do quadril foi de 10,5°, apresentando-se em rotação interna durante todo o ciclo da marcha. No joelho, a amplitude de movimento total no plano transverso foi de 12,9°, no plano frontal foi de 4,9°, no plano sagital apresentou-se com 60,4°. Desta forma, a biomecânica da marcha de indivíduos de 55 a 75 anos apresentou-se com diminuição da flexão do quadril ao contato do calcanhar como da extensão na fase de apoio terminal. Esta diminuição da amplitude de movimento no plano sagital pode ter ocorrido de forma compensatória a uma alteração postural presente no idoso, como por exemplo, a inclinação pélvica anteriormente que causa este tipo de característica na marcha.

Pesquisas têm apontado também, melhorias na marcha e na postura após intervenções, como por exemplo, equoterapia em indivíduos patológicos devido à riqueza de estímulos desencadeados pelo movimento do cavalo. Sendo assim, Copetti et al. (2007) realizaram um estudo para verificar o efeito da equoterapia no comportamento angular do tornozelo e joelho durante a marcha de três crianças com Síndrome de Down que apresentavam alterações na curva de angulação do tornozelo. As características posturais de membros inferiores apresentadas nesta síndrome são os pés voltados para fora, joelhos rígidos em rotação externa, larga base de apoio e presença de muscu-

latura hipotônica. As coletas foram realizadas pré e pós-tratamento em laboratório, utilizando o sistema de análise de movimento *Peak Motus*. As imagens da marcha foram bidimensionais, nos planos frontal e sagital, com o uso de uma câmera com aquisição de 60Hz. O tratamento de equoterapia foi realizado em treze sessões suficientes para obter resultados e, com um intervalo de sete dias entre elas. A única exigência atribuída à criança, durante o tratamento, foi o uso contínuo dos pés nos estribos. Analisando o comportamento angular do tornozelo e joelho após intervenção foram encontradas diferenças significativas no tornozelo, predominantemente na fase de balanço e na progressão do toque inicial do pé para todos os indivíduos, refletindo a um aumento na dorsiflexão plantar nessa fase. Durante o pré-teste foi observado um déficit na fase de apoio simples, em que ocorreu falta de controle sobre a ação dos dorsiflexores na passagem do corpo sobre o pé de apoio, indicando maior instabilidade articular e déficit de propriocepção muscular. No pós-teste houve alteração do movimento de forma que o padrão da marcha fosse semelhante à curva de referência, ou seja, o tratamento foi efetivo no fortalecimento e propriocepção dos músculos dorsiflexores dos pés e, melhorando desta forma a qualidade do andar e do controle postural nos membros inferiores. Com relação ao comportamento angular do joelho no pós-teste houve maior angulação para dois indivíduos do que quando observados no pré-teste, ou seja, ocorreu um aumento da flexão do joelho durante a marcha, o que demonstra uma evolução positiva durante o ciclo da marcha.

Hicks et al. (2008) realizaram um estudo com indivíduos acometidos por paralisia cerebral cuja patologia é caracterizada pelo aumento da flexão do joelho e aumento da flexão e rotação interna do quadril. A finalidade deste estudo foi caracterizar a alteração da marcha e determinar o efeito destas alterações da postura sobre a capacidade da ativação dos músculos na extensão do quadril e joelho durante a fase de apoio simples. Para isso, os indivíduos foram agrupados de acordo com o grau de alteração da cinemática da marcha, sendo classificados como: representantes de grau leve, moderada e severa. E, para quantificar o efeito da alteração da marcha sobre a extensão dos músculos do quadril e joelho, utilizou-se o sistema tridimensional músculo-esquelético usando uma análise de aceleração induzida para cada grupo de indivíduos. Com isso, cada grupo apresentou ângulo de flexão do joelho, flexão e rotação interna de quadril durante a fase de apoio simples significativamente maior do que o normal. Além disso, também apresentaram maior inclinação pélvica anterior durante a marcha, embora de forma não significativa. Desta forma, ocorreu uma redução da capacidade de ação dos músculos exten-

DALLA FAVERA, Jaqueline Mogotto et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*, Bauru, v. 29, n. 1, p. 69-78, 2010.

DALLA FAVERA,
Jaqueline Mogotto
et al. Análise
cinemática na
compreensão
da postura de
membros inferiores
durante a marcha
humana. *Salusvita*,
Bauru, v. 29, n. 1,
p. 69-78, 2010.

sores do quadril e do joelho e suas acelerações durante a marcha alterada, cujo movimento provocou mudança na orientação relativa dos segmentos corporais e, conseqüentemente, alteram a dinâmica entre as articulações.

A análise da marcha também tem sido utilizada para diferenciar padrões normais e patológicos. Exemplo disso é o estudo de Alonso-Vázquez et al. (2009), os quais compararam a cinemática da marcha normal de 11 crianças e a marcha de 12 crianças que apresentavam antepés varos a fim de investigar a existência de uma cadeia cinemática e um padrão específico de movimento, além de auxiliar no diagnóstico e classificação pediátrica do varismo do antepé, por meio do Sistema *Vicon Motion* 460-6. Os marcadores reflexivos foram adicionados no pé dominante das crianças que caminharam ao longo de uma passarela de 7m para a captação das imagens, onde cinco passos de cada uma foram utilizados para as análises. Foi encontrada diferença estatisticamente significativa apenas no quadril das crianças sendo que as normais apresentaram maior adução e extensão do quadril durante a marcha. Nesta análise, foi observado que o lado medial do antepé varo não entra em contato com o solo quando o retropé estava na posição neutra, o que influencia em uma compensação de pronação da articulação subtalar do retropé, além de poder levar a rotação interna da tíbia. Outra alteração frequentemente analisada com a presença de valgismo de tornozelo é a queda do arco longitudinal interno do pé, favorecendo ainda mais à rotação interna da tíbia. Desta forma, destaca-se aqui a alteração do pé com a compensação postural na perna. Sublimando a idéia de que os pés influenciam diretamente na alteração postural da perna e conseqüentemente no quadril, como apresentado anteriormente, devido haver adaptação dinâmica no ciclo da marcha.

A postura e o ciclo da marcha foram estudadas também por Lucareli et al. (2007), os quais objetivaram determinar qual o efeito clínico da deambulação com órteses no tornozelo/pé tem nos parâmetros cinemáticos do quadril, joelho, tornozelo e na postura durante o ciclo da marcha de crianças acometidas por paralisia cerebral, em comparação com as crianças deambulando descalço. Foram selecionadas para o estudo, apenas crianças com paralisia cerebral e que apresentassem o diagnóstico de diplegia espástica utilizando ou não órteses. Desta forma, participaram 71 crianças com média de idade de 12,2 anos, as quais foram submetidas a uma análise laboratorial da marcha, utilizando seis câmeras infravermelhas da marca Vicon 370 ®. As crianças foram divididas em grupos de acordo com as características posturais clínicas apresentadas, formando assim três grupos: grupo I com crianças que apresentavam extensão de joelho

menor que 15°; o grupo II com extensão limitada de joelho entre 15° e 30° graus e o grupo III apresentando extensão de joelho acima de 30°. Com isso, os resultados demonstraram que o pico de extensão do joelho e o pico de dorsiflexão do tornozelo possuíram alterações cinemáticas significativas nos grupos II e III, melhorando desta forma, a marcha e a postura com a utilização da órtese, não havendo alteração na cinemática do grupo I, provavelmente porque apresentavam características perto de uma marcha normal. E, a extensão máxima do quadril não mostrou alteração significativa na cinemática dos três grupos. Portanto, o efeito da órtese na melhora da marcha e da postura foi eficaz, aumentando a extensão do joelho e tornozelo durante o ciclo da marcha de crianças com paralisia cerebral.

Atividades físicas de forma geral ajudam na melhora da execução de movimentos básicos do corpo humano, por trabalhar capacidades físicas importantes para tais. Um exercício físico reportado na literatura como grande aliado à saúde é o *Tai Chi*. Wu (2008) objetivou comparar as características biomecânicas da marcha realizada por idosos e jovens praticantes de *Tai Chi* por pelo menos quatro meses. Ocorreu diferença significativa no tempo de ciclo da marcha, sendo que os idosos encurtaram o ciclo em cerca de 50%. Com relação às variáveis espaciais, não houve diferença no comprimento do passo dos indivíduos, mas o deslocamento lateral do trocânter maior do fêmur foi significativamente menor nos idosos que nos jovens, devido ao fato de os idosos terem a largura do passo mais estreita quando comparado aos jovens. Com relação às variáveis angulares, os idosos apresentaram mais dorsiflexão do tornozelo e menos flexão do joelho e quadril, indicando que os idosos assumiram uma postura mais elevada do que os jovens a fim de obter maior estabilidade articular. Portanto, as características biomecânicas da marcha foram diferentes entre praticantes de *Tai Chi* de diferentes faixas etárias, estando os idosos com postura mais elevada e menor amplitude de movimento durante a execução da marcha, resultando em redução da capacidade motora para melhorar a estabilidade e equilíbrio, fatores importantes para a prevenção de quedas sofridas pela maioria dos idosos.

CONCLUSÃO

De acordo com os estudos encontrados, foi possível observar que as características cinemáticas da marcha demonstraram possuir relação com a postura de membros inferiores nos diferentes indivíduos avaliados, assim como também a alteração postural ou rotacional nos segmentos inferiores demonstraram influenciar diretamente

DALLA FAVERA, Jaqueline Mogotto et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*, Bauru, v. 29, n. 1, p. 69-78, 2010.

DALLA FAVERA, Jaqueline Mogotto et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*, Bauru, v. 29, n. 1, p. 69-78, 2010.

na alteração biomecânica da marcha. Isto é devido aos membros inferiores serem considerados os mais longos do corpo humano e a base de sustentação do corpo, o que eleva o nível de predisposição a sofrer compensações de diferentes formas. Outro fato importante a ressaltar, é a influência que os déficits músculo-esqueléticos dos membros inferiores de indivíduos que apresentam patologias representam na alteração da biomecânica da marcha e da postura física, fato comprovado pelas características posturais de cada patologia. Com isso, pode-se inferir que o movimento do corpo humano provoca diferentes características físicas nos membros inferiores capazes de alterar a biomecânica corporal.

Desta forma, sugere-se aos estudos futuros de biomecânica da marcha, aprofundar mais a relação existente entre as análises cinemáticas e as características posturais para fidedignamente despertar maiores compreensões, informações e comparações a respeito da marcha normal, patológica ou alteração desta por compensação postural. Assim, as diferentes alterações que ocorrem na biomecânica da marcha serão realmente compreendidas e estudadas de forma mais objetiva e clara, pois são de fundamental importância para o aperfeiçoamento técnico do movimento corporal nas diversas áreas da saúde.

REFERÊNCIAS

ALONSO-VÁZQUEZ, A. et al. Kinematic assessment of paediatric forefoot varus. *Gait and Posture*, Oxford n. 29, p. 214-219, 2009.

ARAÚJO, A. G. N.; ANDRADE, L.M.; BARROS, R. M. L. Sistema para análise cinemática da marcha humana baseado em videogrametria. *Fisioterapia e Pesquisa*, São Paulo, v. 11, n.1, p. 3-10, 2005.

BAKER, R. Gait analysis methods in rehabilitation. *Journal Neuro-engineering and Rehabilitation*, London, v. 3, n. 4, p. 1-10, 2006.

BANKOFF, A. D. P. et al. Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existentes. *Movimento e Percepção*, Espírito Santo do Pinhal v. 6, n. 9, p. 55-70, 2006.

COPETTI, F. et al. Comportamento angular do andar de crianças com síndrome de down após intervenção com equoterapia. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 11, n. 6, p. 503-507, 2007.

DAVIS, R. B. Reflections on Clinical Gait Analysis. *Journal Electromyography and Kinesiology*, Oxford, n. 7, p. 251-257, 1997.

HICKS, J. L. et al. Crouched postures reduce the capacity of muscles to extend the hip and knee during the single limb stance phase of gait. *Journal of Biomechanics*, Oxford, v. 41, n. 5, p. 960-967, 2008.

KIRKWOOD, R. N. et al. Biomechanical analysis of hip and knee joints during gait in elderly subjects. *Acta Ortopédica Brasileira*, São Paulo, v. 15, n. 5, p. 267-271, 2007.

LEG, G.; POLLO, F. E. Technology Overview: The gait analysis laboratory. *J Clinical Engineering*, p. 129-135, 2001.

LUCARELI, P. R. G. et al. Changes in joint kinematics in children with cerebral palsy while walking with and without a floor reaction ankle-foot orthosis. *Clinics*, São Paulo, v. 62, n. 1, p. 63-68, 2007.

PINTO, H. H. C.; LOPES, R. F. A. Problemas posturais em alunos do centro de ensino médio 01 Paranoá – Brasília DF. *EF y Deportes*, Buenos Aires, v. 7, n. 42, 2001. Disponível em: <www.efdeportes.com/efd42/postura2.htm>. Acesso em: 5 jan. 2009.

ROSE, J.; GAMBLE, J. G. *Marcha Humana*. 2. ed. São Paulo: Editorial Premier, 1998.

SACCO, I. C. N. et al. Análise biomecânica e cinesiológica de posturas mediante fotografia digital: estudo de casos. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília, v. 11, n. 2, p. 25-33, 2003.

SUTHERLAND, D. H. et al. *The development of mature walking*. Mac Keith Press: Oxford/Philadelphia, 1988.

VANICOLA, M. C.; TEIXEIRA, L.; ARNONI, C. P.; MATTEONI, S. P. C.; VILLA, F.; JUNIOR, N. V. Reeducação da postura corporal. *Motriz (online)*, v. 13, n. 4, p. 305-311, 2007.

VAUGHAN, C. L.; DAVIS, B. L.; O'CONNOR, J. C. *Dynamics of human Gait*. 2. ed. Cape Town: Kibo Publishers, 1999.

WU, G. Age-Related Differences in Tai Chi gait kinematics and leg muscle electromyography: a pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Philadelphia n. 89, p. 351-357, 2008.

DALLA FAVERA, Jaqueline Mogotto et al. Análise cinemática na compreensão da postura de membros inferiores durante a marcha humana. *Salusvita*, Bauru, v. 29, n. 1, p. 69-78, 2010.