

Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal

A review about center of gravity and body balance

LEMOS LFC, TEIXEIRA CS, MOTA CB. Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal. *R. bras. Ci. e Mov* 2009;17(4):83-90.

Luiz F. C. Lemos¹²
Clarissa S. Teixeira²
Carlos B. Mota³

¹UnB
²UFSC
³UFMS

RESUMO: O centro de gravidade está intimamente ligado ao equilíbrio corporal, porém algumas vezes essa relação é pouco enfatizada. Diante disso, esse estudo buscou analisar as influências e relações do CG com o equilíbrio corporal dos indivíduos, por meio de uma revisão de literatura. Para isso, realizou-se uma busca em base de dados, livros e demais produções científicas da área de biomecânica. Os resultados dessa pesquisa mostram que muitas variáveis influenciam na posição do CG e por consequência no equilíbrio corporal. Conclui-se que a relação específica da altura do centro de gravidade com o equilíbrio, é uma abordagem pouco estudada e pode ainda ser bem desenvolvida, relacionando diversos tipos de indivíduos como obesos, idosos, atletas, entre outros.

Palavras-chave: Centro de Gravidade; Equilíbrio Corporal; Postura.

ABSTRACT: The center of gravity (CG) is closely linked to the body balance, however sometimes this relationship is not very emphasized. So far, this study tries to analyze the influences and the relationship between the CG and the individuals' body balance, by a review of literature. To do that, a search for data base, books and many scientific productions were made. The research showed that many variables have influenced on the CG position and consequently, on the body balance. What can be seen is that the specific relation between the height of the center of gravity and the balance, given in percent value, is a kind of approach that has not been much studied yet. Moreover, it can be much more developed, relating many kinds of people like obese, elderly, athletes, among others.

Key Words: Center of Gravity; Balance; Posture.

Recebido em: 15/08/2008
Aceito em: 20/01/2009

Contato: Luiz Fernando Cuozzo Lemos - luizcanoagem@yahoo.com.br

Introdução

O equilíbrio corporal é hoje uma das capacidades físicas mais estudadas. Os estudos direcionados a esse tema buscam identificar as causas dos desequilíbrios, a prevenção de quedas, às estratégias de manutenção da postura e, a interação dos sistemas sensoriais envolvidos na estabilidade^{2,3,14,15}. Uma das constatações desses autores está no fato de que diversos fatores podem ser considerados como intervenientes na manutenção do equilíbrio corporal, sendo um deles o centro de gravidade (CG) e/ou centro de massa do corpo (CM). No corpo humano o CG coincide com o CM. O CM é o lugar geométrico de massas e, portanto, independente de qualquer campo gravitacional, enquanto que, o CG é o ponto de aplicação de vetor que representa o peso do corpo¹⁴.

Muitos são os métodos utilizados para calcular a posição do CG no corpo humano e diversos estudos propõem distintas maneiras dessa mensuração. Segundo Caron, Faure e Brenière⁷ um método que pode ser utilizado com boa precisão é o que utiliza plataformas de força e os resultados são filtrados num filtro passa baixa chamado de LPF (*low-pass filter*). Porém, segundo Lafond, Duarte e Prince²⁰ que analisaram três métodos para essa análise, os melhores métodos para a definição precisa da posição do CG são o método cinemático (utilizando o CG de cada segmento corporal) e o método GLP (*zero-point-to-zero-point double integration technique*) que se baseia na idéia de que quando a oscilação muda de sentido esse será o ponto zero e logo, o CG estará na mesma posição do centro de pressão. Já para Ferreira¹⁶ uma maneira fácil e eficiente para mensurar o CG consiste de um método chamado de prancha de reação, utilizado e destinado a situações estáticas, como posições ou instantes, tendo o objetivo de identificar o plano de localização da projeção do centro de gravidade dos indivíduos.

Utilizando-se de estudos que abordaram a posição da altura do CG e o equilíbrio corporal, realizou-se essa revisão para melhor enfatizar essa relação e assim, proporcionar, mais facilmente, acesso a esses conteúdos, para facilitar o desenvolvimento de pesquisas científicas

com essas temáticas. Diante dessas considerações o presente estudo teve por objetivo expor as investigações que foram realizadas nesta área, por meio de uma revisão bibliográfica, da temática proposta e suas implicações do equilíbrio, assim como, na manutenção da postura corporal.

Materiais e métodos

Foi realizado um levantamento de dados, tanto na língua portuguesa como inglesa, de artigos de periódicos indexados no science direct, sportscience, Medicine & Science in Sports & Exercise e scielo brazil, que descrevessem relações do equilíbrio corporal e/ou postura corporal com o centro de gravidade. Para a obtenção destas informações, contidas em bases de dados on-line, utilizou-se como palavras-chave: equilíbrio, centro de gravidade, centro de massa, postura, *gravity center*, *balance*, *posture*. Livros didáticos sobre o tema também foram consultados, uma vez que, esta fonte apresenta uma grande gama de conhecimentos entre as relações dos assuntos propostos. Dos 68 estudos encontrados com os descritores utilizados, foram selecionados 38 artigos que tratassem do tema proposto, sendo 22 artigos publicados em periódicos, 9 livros, além de 1 tese e 2 monografias e 4 demais referenciais. Foram priorizados estudos publicados nos últimos 10 anos, porém alguns de grande relevância com mais tempo de publicação também foram inseridos a esta revisão.

Equilíbrio corporal e as relações entre centro de gravidade

A oscilação corporal está relacionada às correções que o corpo faz para manter a linha do CG dentro da base de sustentação. Existe uma instabilidade constante do equilíbrio que pode ser explicada por meio da altura do centro de gravidade e pela presença de uma base de suporte relativamente pequena³⁷.

O CG está geralmente localizado alguns centímetros à frente da articulação lombossacra, ao nível do quadril²⁸. A projeção do CG sobre a base de suporte determina uma relação de estabilidade, cujos limites voluntários representam a base de suporte funcional, ou

seja, a região em que cada indivíduo pode deslocar seu CG sem que seja necessário modificar a base ou recorrer a algum auxílio externo³⁴. Considerando-se a contribuição dos fatores antropométricos e biomecânicos, a manutenção desta posição exige, porém, um complexo sistema sensorio-motor de controle, que opera através de um conjunto de informações provenientes das aferências sensoriais, produzindo respostas manifestadas pela atividade muscular para corrigir os pequenos desvios do CG do corpo²³. Complementando essa consideração, Duarte¹⁴ afirma que a estabilidade é alcançada gerando momentos de força sobre as articulações do corpo para neutralizar o efeito da gravidade ou qualquer outra perturbação em um processo contínuo e dinâmico durante a permanência em determinada postura.

A relação da altura do CG é descrita como possível causa de maiores oscilações em canoístas na posição anatômica de referência em equilíbrio estático²². Os autores afirmam que devido ao trabalho muscular realizado a cada sessão de treinamento desta modalidade, ocorrem maiores ganhos de massa muscular no seguimento superior do corpo dos canoístas e assim, prejudicando a estabilidade, pois o fato de haver maiores quantidades de massa muscular no seguimento superior altera o CG para cima, causando maiores instabilidades²².

Em outro estudo comparou-se a altura percentual do CG de três grupos de indivíduos, sendo eles: grupo 1, de 50 a 59 anos; grupo 2, de 60 a 69 anos e grupo 3, maiores de 70 anos. As constatações mostraram que o grupo 1 obteve $60,17 \pm 4,14\%$, o grupo 2 obteve $59,81 \pm 4,58\%$ e o grupo 3 obteve $60,46 \pm 2,95\%$ da altura corporal dos indivíduos participantes do estudo. Percebeu-se que os valores ficaram a cima dos citados por Hay e Reid¹⁷ como normalidade, o que foi explicado pelo acúmulo de maiores quantidades de massa no tronco e segmento corporal superior que ocorre com o aumento da idade, e ainda pela perda de massa magra durante o envelhecimento, o que mais uma vez, eleva o CG³⁶.

O gênero do indivíduo também se mostra uma causa da alteração do CG, pois a massa muscular varia em virtude desse fator. Mulheres normalmente têm o seu CG mais baixo que os homens, pois existe uma diferença na

distribuição de massas devido a especificidades morfológicas, portanto há diferenças de equilíbrio corpóreo quanto ao gênero, favorecendo, nesse aspecto, as mulheres³³.

Por outro lado, Bankoff *et al.*³ realizaram um estudo com 30 indivíduos adultos, utilizando um baropodômetro eletrônico para avaliar o equilíbrio corporal. Foi realizada uma análise comparativa utilizando o coeficiente de correlação de *Pearson* para verificar a influência da estatura corporal nas oscilações durante as avaliações realizadas. Esse teste foi utilizado com o intuito de verificar a existência ou não da relação entre a altura do CG corporal com a oscilação do centro de pressão. Os resultados não mostraram relação entre a estatura e as oscilações corpóreas em todas as suas manifestações aferidas.

Bankoff *et al.*³ também analisaram a possibilidade de haver outros fatores interferentes na estabilidade de um corpo, além da altura do CG, como o peso corporal, podendo esse estar relacionado com a seguinte afirmação: quanto mais pesado o corpo, mais difícil seria desequilibrá-lo; porém, nesta situação não foi encontrada correlação entre a massa corporal e as oscilações.

Para Ferreira¹⁶ a posição CG sofre interferência da mudança da posição corporal, do aumento de massa e como essa massa está distribuída no corpo, atuando assim, diretamente na localização do CG e, logo, na projeção do CG em sua base de sustentação. O aumento de massa corporal não significa necessariamente, que todos os segmentos de um corpo aumentariam proporcionalmente, além disso, partes do corpo como mãos e pés têm pouco ganho de massa adiposa comparadas à região abdominal, por exemplo. Sendo assim, o simples fato de se engordar ou emagrecer, gera alterações no equilíbrio corporal, visto que a altura do CG tem relação com essa capacidade física.

Outro ponto importante é relacionado aos estudos que abordam patologias em geral, sendo uma dessas temáticas a doença de Parkinson. Segundo alguns estudos a maior parte dos pacientes com essa patologia apresenta uma inadequada interação dos sistemas

responsáveis pelo equilíbrio corporal: sistemas vestibular, visual e proprioceptivo, o que conseqüentemente tenderia a deslocar o CG para frente, impossibilitando a realização de movimentos compensatórios para readquirir equilíbrio e, assim, gerando facilmente uma queda^{9,38}.

Já com relação às exercícios físicos, Perrin *et al.*²⁹ comparam o equilíbrio corporal de bailarinas e judocas, e afirmam que os atletas de arte marcial apresentam melhor controle postural, com menor oscilação do CG, independentemente da ausência da informação visual ou da perturbação da propriocepção. Isso é explicado pelo fato dos judocas desenvolverem a habilidade de se manterem estáveis, mesmo quando recebem perturbações externas, como no caso de um confronto com um adversário. De forma geral, todos os esportes necessitam adaptações na posição do CG para restabelecer ou se manter em equilíbrio. Por exemplo, na fase de execução do chute no futsal, que compreende desde o final da preparação até o momento em que o jogador atinge a bola, ocorre alteração do CG, para que assim haja a manutenção de um adequado equilíbrio para tal atividade²⁷.

Esse adequado controle do equilíbrio é expresso por Chandler *et al.*¹² como sendo uma reflexão em sinergias musculares apropriadas, produzindo respostas motoras efetivas, as quais minimizam e restauram os deslocamentos do CG.

Morasso *et al.*²⁶ afirmam que o sistema nervoso central, precisa ser continuamente informado sobre a posição do CG para regular o equilíbrio, o que possivelmente é condicionado a uma representação interna do corpo no espaço. Essa informação é vista com diferenças, de acordo com o nível de desenvolvimento dos indivíduos, em um estudo que objetivou analisar crianças brincando de “amarelinha”¹³. Os pesquisadores constataram que a força peso provocou um torque que deveria ser compensado, em função do deslocamento do centro de massa das crianças ao redor da base de apoio unilateral, ou bilateral, conforme as etapas da brincadeira. A magnitude deste torque foi diminuída pela flexão dos joelhos, aproximando, assim, o centro de massa do solo. Este procedimento foi utilizado de forma diferente

conforme a idade das crianças. Outro ponto importante observado foi a movimentação dos segmentos livres em relação ao segmento fixo produzindo, assim, uma componente ântero-posterior ou médio-lateral da força de reação do solo, pelo princípio de conservação do momento angular. Estas componentes tendem a trazer o centro de massa novamente para dentro da base de apoio. Neste aspecto, observou-se uma nítida diferença na utilização desta estratégia em relação à faixa etária das crianças (as crianças mais jovens necessitaram apoiar-se com uma das mãos para manter o equilíbrio, mesmo utilizando o membro superior livre como pêndulo, apesar das instruções dos professores e do treinamento da tarefa durante os dias de observação). Todas as crianças estudadas se utilizaram do mesmo procedimento para a manutenção do equilíbrio quando em duplo apoio, com a base alargada, flexão dos joelhos e leve elevação dos calcanhares¹³.

Referindo-se as movimentações utilizadas pelas crianças para trazer o seu CG de volta para dentro da base de apoio, segundo Prado, Stoffregen e Duarte³¹, esses movimentos são uma forma de se explicar as oscilações corporais humanas, sendo expressos nos resultados cinemáticos, comprovando que o corpo humano se comporta como um pêndulo invertido para manter a postura estática, ou seja, movimentando-se constantemente para frente e para trás ou para um lado e para o outro como forma de compensar o desequilíbrio da oscilação anterior.

Tanto esses movimentos compensatórios do pêndulo invertido como o CG sofrem alterações quando mulheres estão grávidas. Isso ocorre pelo crescimento dos seios, pelo aumento de peso e da barriga e pela pressão do útero sobre a região pélvica que provocam um deslocamento do CG. O fato de a barriga se projetar para frente acentua o arqueamento das costas e provoca hiperlordose⁴. Butler *et al.*⁵ explicam que com a alteração do CG na gravidez, pode ocorrer também um aumento na demanda pelo uso da visão para manter o equilíbrio durante essa fase da vida das mulheres, pois a manutenção do equilíbrio é de fundamental importância para que não haja problemas com o feto. Outro ponto que auxilia na

adaptação da manutenção do equilíbrio corpóreo de mulheres grávidas é que para compensar o deslocamento do CG para frente, é necessário um aumento da sua base de apoio, aumentando o afastamento entre as pernas⁸.

Quando se analisa a capacidade visual, encontra-se na literatura um estudo que avaliou o equilíbrio de adultos com perda da capacidade visual. Por meio de dados cinéticos, os autores concluíram que as pessoas com deficiência visual são mais cautelosas e têm mais dificuldades para executar tarefas quando o seu CG se situa fora da sua base de apoio³².

A utilização de utensílios também pode afetar a manutenção do equilíbrio corporal pela alteração do CG. No trabalho de Sacco *et al.*³⁵ foi possível perceber o deslocamento do CG para o lado contralateral ao da mochila (em apenas um dos ombros) utilizada. Os resultados foram relacionados ao conjunto de estratégias para o restabelecimento do equilíbrio, já que a presença da mochila no ombro esquerdo causou um aumento de massa ipsilateral, promovendo uma tendência de deslocamento do CG para o mesmo lado. No mesmo estudo os autores também analisaram a postura pelo método de cinemetria de um indivíduo de 1,71 m de estatura, em duas situações, utilizando um sapato de salto alto e descalço. Os autores encontraram modificações posturais para se manter o equilíbrio com o sapato, fazendo com que o CG se desloque posteriormente, compensando a elevação do salto alto. Também se constatou que a altura do CG sofreu alterações na utilização do calçado. Na postura descalça, a distância entre o metatarso e a linha horizontal do CG foi de 111,1 cm e na postura com salto alto foi de 109,2 cm. Subtraindo-se estes valores, encontrou-se o valor do deslocamento caudal do CG de 1,9 cm.

Segundo Hay e Reid¹⁷ a altura do CG está relacionada com a estatura corporal, estando de forma geral a 55% da estatura corporal. Porém, existem diferenças relacionadas à altura do CG em decorrência da idade das pessoas. Por exemplo, no estudo de Leite e Silva²¹ os autores analisaram o risco de quedas por meio da altura do CG comparando 40 estudantes de educação física do gênero feminino com 99 idosas de um projeto de

atividades físicas de Uberlândia. Os resultados médios apresentados foram que as estudantes tiveram seu CG a $56,3 \pm 0,9\%$ da estatura corporal média que foi $162,5 \pm 5,2$ cm. Já as idosas apresentaram a altura do CG a $57,4 \pm 2,0\%$ da estatura corporal média que foi de $153,4 \pm 5,9$ cm. Diante de tais resultados, os autores concluíram que houve uma diferença estatisticamente significativa entre a altura percentual do CG das idosas praticantes de exercícios físicos em relação ao das universitárias. Leite e Silva²¹ afirmaram ainda que a diferença estatisticamente significativa encontrada entre as alturas do CG de jovens e idosas pode estar associada à sarcopenia, típica das pessoas de terceira idade. Estes fatores foram enfatizados, uma vez que somados, podem contribuir para a perda freqüente do equilíbrio corporal gerando, assim, os elevados índices de queda observados nessa população.

Outra temática que se relaciona a posição do CG é a manutenção da postura corporal, a qual quando não é mantida gera uma falha de relacionamento das várias partes corporais, induzindo um aumento de agressões às estruturas de suporte e resultando em equilíbrio menos eficiente do corpo sobre suas bases²⁴. A postura se submete às características anatômicas e fisiológicas do corpo humano, ligando-se às limitações específicas do equilíbrio e obedecendo às leis da física e biomecânica e ela ainda tem um estreito relacionamento com a atividade do indivíduo, podendo aumentar ou diminuir o esforço físico de um trabalho.

No estudo de Aspdana, Rudmana e Meakin¹ foi realizada uma análise do funcionamento cinesiológico da articulação do quadril, a qual segundo os autores é o mecanismo de equilíbrio postural do tronco dos seres humanos, estando o CG geralmente equilibrado acima dos quadris, num equilíbrio instável. Esses autores ainda completam propondo que o peso corporal que age através do sacro é contra-equilibrado pela tensão do ligamento ílio-femoral, e desta maneira o tronco mantém-se em equilíbrio estável com o mínimo de forças musculares.

Diante dessa breve caracterização da manutenção de uma postura correta e das influências de sua falta é possível analisar os efeitos de desvios posturais sobre relações com o CG, como, por exemplo, no estudo de

Meister²⁵, o qual realizou uma análise com indivíduos da terceira idade, sendo constatado um total de 50% das mulheres com aumento da lordose lombar e 50% sem alteração. Já em relação aos homens, 46,67% não apresentaram alterações e 53,33% apresentaram aumento da lordose cervical. Esses achados podem estar relacionados ao fato da postura, geralmente adotada pelos idosos, ter uma inclinação do tronco para frente, com a intenção de manter o CG dentro da base de apoio para a manutenção do equilíbrio.

Sobre desvios de postura, Pickles *et al.*³⁰ expõem que a hiperlordose lombar não é muito freqüente a partir do envelhecimento, em consequência de se ter na maioria dos casos uma inversão da curvatura da coluna vertebral, a cifose toracolombar. Entretanto Cassol *et al.*¹⁰ demonstram contradição, sendo possível considerar então, que a lordose lombar surge como compensação do corpo, para a manutenção do CG, dentro da base de suporte, fornecendo desta maneira um equilíbrio eficaz aos idosos.

Por outro lado, Bankoff *et al.*³ analisaram o equilíbrio de 16 indivíduos e compararam os resultados com os expressos da postura corporal dos mesmos. Surpreendentemente, os dados da correlação dos indivíduos com desvios posturais não apresentaram escores desfavoráveis de equilíbrio, o que segundo os autores, tem relação com a capacidade de adaptação dos seres humanos.

Indivíduos obesos também têm alterações estruturais como, por exemplo, apresentam com freqüência abdômen protuso e, conseqüentemente, tem o CG deslocado anteriormente, uma hiperlordose lombar e uma anteversão pélvica. Essas alterações na postura serão compensadas com uma cifose dorsal mais acentuada, e uma lordose cervical aprofundada, fazendo com que a cabeça se desloque anteriormente, os ombros se tornem arredondados e o tórax achatado anteriormente⁶.

Quando se relaciona a postura sentada, alguns autores afirmam que ela pode ser dividida em três posições: anterior, média e posterior, dependendo da tarefa e da cadeira utilizada^{11,19}. Essa divisão é baseada no ponto em que está localizado o centro da massa corporal e afeta a proporção do peso do corpo transmitida para as

diferentes superfícies de apoio. Na postura sentada média, o CM está acima das tuberosidades isquiáticas da pelve, e quando o indivíduo está relaxado, a coluna lombar está retificada ou com uma pequena cifose. Na postura sentada anterior, a pelve roda para frente, mantendo a coluna ereta ou flexionando a coluna e causando uma leve cifose lombar. Também pode ser obtida quando o indivíduo se senta em uma superfície inclinada para frente, na qual um pequeno grau de lordose pode estar presente. Nessa posição, o CM está na frente das tuberosidades isquiáticas e as pernas suportam mais de 25% do peso corporal. Já na postura sentada posterior, menos de 25% do peso corporal é suportado pelas pernas e o CM está atrás das tuberosidades isquiáticas. Nessa postura ocorre rotação para trás da pelve e, simultaneamente, uma cifose da coluna lombar^{11,19}.

Essas alterações na posição do CG durante a posição sentada, se mantida por grande quantidade de tempo e uma freqüência regular, geram adaptação na postura e equilíbrio em pé do indivíduo. Esse fato foi inferido no estudo de Lemos *et al.*²² quando devido ao longo tempo da prática esportiva de canoístas, percebeu-se que o equilíbrio ântero-posterior não é muito trabalhado em comparação ao médio-lateral durante a prática da canoagem. Sendo assim os atletas estariam mais adaptados as oscilações médio-lateral em virtude do longo tempo dos treinamentos práticos da modalidade.

Todavia, o equilíbrio corporal não está apenas ligado a adaptações fisiológicas, e sim é relacionado com uma infinidade de fatores. Um desses que recentemente vem surgindo é expresso num estudo que analisou os efeitos da oclusão dentária sobre o tempo necessário para haver início da recuperação, em resposta às perturbações externas na posição. Os autores sugerem que com uma boa oclusão existe uma melhoria na capacidade de corrigir a posição do CG após um inesperado abalo externo e que, é a oclusão, uma das razões do declínio da capacidade de equilíbrio nos idosos pelo fato de que com a idade avançada há freqüentemente, uma diminuição dessa função¹⁸. Quando ocorreram perturbações fracas, as respostas com e sem a oclusão foram similares, porém, em perturbações de médio e forte impacto os indivíduos

conseguiram restabelecer seu CG para dentro da base de apoio com maior facilidade com a manutenção da oclusão. Os autores concluíram que os achados se devem em virtude de que com a manutenção da oclusão, o tempo necessário para o início de recuperação muscular em resposta a perturbação externa é reduzida¹⁸.

Conclusões

Com este estudo, observaram-se algumas importantes temáticas relacionadas com a posição do centro de gravidade no corpo humano e as relações com a manutenção do equilíbrio estático e/ou postura corporal, podendo ser esse trabalho alvo de referencial de pesquisas de diversas áreas de estudo.

Conclui-se que a relação específica da altura do centro de gravidade com o equilíbrio é uma abordagem pouco estudada e pode ainda ser bem desenvolvida, relacionando diversas populações como obesos, idosos, atletas, entre outros.

Algumas características físicas e genéticas dos indivíduos foram observadas nesse estudo, como o fato de pessoas com maiores quantidades de massa no segmento superior corporal elevar o centro de gravidade e, por conseguinte, provocar maiores oscilações corporais. Outro ponto observado foi na relação de gêneros, vislumbrado na literatura, na qual mulheres têm o centro de gravidade mais baixo que homens em virtude de características morfológicas, e esse fato, mais uma vez, é interveniente no equilíbrio corporal.

Por fim, acredita-se que esta revisão literária forneça embasamento para novos estudos relacionados a essa temática e auxilie na amenização da carência literária existente em torno dessa abordagem.

Referências

1. Aspdana RM, Rudmana KE, Meakin JR. A mechanism for balancing the human body on the hips. **J Biomech** 2006;39:1757-1759.
2. Bankoff ADP, Schmidt A, Ciol P, Zamaí CA. Análise do equilíbrio corporal estático através de um baropodômetro eletrônico. **R Conexões** 2006;4:19-30.
3. Bankoff ADP, Campelo TS, Ciol P, Zamaí CA. Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existentes. **Movimento & Percepção** 2006;6:55-69.
4. Brukner P, Khan K. **Clinical sports medicine**. 2ª ed. Sydney: McGraw-Hill; 2001.
5. Butler EE, Colón I, Druzin M, Rose J. An investigation of gait and postural balance during pregnancy. **Gait & Posture** 2006;24:278-289.
6. Calvete AS. A relação entre alteração postural e lesões esportivas em crianças e adolescentes obesos. **Motriz** 2004;10:67-72.
7. Caron O, Faurel B, Brenieres Y. Estimating the centre of gravity of the body on the basis of the centre of pressure in standing posture. **J Biomech** 1997;30:1169-1171.
8. Carrara HHA, Duarte G. Semiologia obstétrica. **Medicina** 1996;29:88-103.
9. Cash MS. **Neurologia para fisioterapeutas**. São Paulo: Premier; 2000.
10. Cassol E, Dias DRS, Dalmagro NM. **Análise de desvios posturais nos participantes do grupo de idosos "geração experiência na cidade de bom Jesus" – SC**. 2007. Disponível em <URL:http://www.wgate.com.br/conteudo/medicinaes_aude/fisioterapia/variedades/desvios_edineia/desvios_edineia.htm>.
11. Chaffin DB, Anderson GBJ. **Biomecânica Ocupacional**. 3ª ed. Belo Horizonte: Editora Ergo; 2001.
12. Chandler JM, Duncan PW, Studenski SA. Balance performance on the postural stress test: comparison of young adults, healthy, elderly, and fallers. **Physical Therapy** 1990;70:410-415.
13. De Avelar I, Silva R, Ramalho T, Serrano A, Vieira M. Importância da biomecânica para o professor de Educação Física: observando uma brincadeira infantil. **Pensar a Prática** 1999-2000;3:106-110.
14. Duarte M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática. [Tese de livre docência na área de biomecânica]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2000.
15. Duarte M, Zatsiorsky VM. Patterns of center of pressure migration during prolonged unconstrained standing. **Motor Control** 1999;3:12-27.
16. Ferreira FPM. Produção do Journal of Biomechanics entre os anos de 2000 e 2001 relacionada ao tema equilíbrio corporal. [Monografia de graduação]. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro; 2003.
17. Hay JG, Reid JG. **As bases anatômicas e mecânicas do movimento humano**. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil; 1985.
18. Hosoda M, Masuda T, Isozaki K, Takayanagi K, Sakata K, Takakuda K, Nitta O, Morita S. Effect of occlusion status on the time required for initiation of recovery in response to external disturbances in the standing position. **Clinical Biomechanics** 2007;22:369-373.
19. Kapandji AI. **Fisiologia Articular**. 5ª ed. São Paulo: Panamericana; 2000.

20. Lafond D, Duarte M, Prince F. Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. **Journal of Biomechanics** 2004;37:1421–1426.
21. Leite GF, Silva MAF. **A determinação da altura percentual do centro de gravidade de jovens e idosos.** Disponível em: [URL:http://www.afrid.faei.ufu.br/producoes_cientificas/artigo-54/completo.pdf](http://www.afrid.faei.ufu.br/producoes_cientificas/artigo-54/completo.pdf).
22. Lemos LFC, Mann L, Pranke GI, Teixeira CS, Rossi AG, Mota CB. Investigação do equilíbrio estático em praticantes de canoagem velocidade. In: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2007, Rio Claro - São Paulo. *Anais. XII Congresso Brasileiro de Biomecânica*, 2007.
23. Lin S, Woollacott M. “Association between sensorimotor function and functional and reactive balance control in the elderly”. **Age and Ageing** 2005;34:358-363.
24. Marziale MHP, Melo MRAC, Silva EM. A postura corporal adotada pela enfermeira durante a execução de seu trabalho. **Rev Bras Saúde Ocupac** 1991;19:19-24.
25. Meister JR. Prevalência de adolescentes de 13 a 17 anos com dorso curvo postural na escola estadual de educação Básica Professor Olavo Cecco Rigon. [Trabalho de Conclusão do Curso]. Universidade do Contestado: Concórdia; 2005
26. Morasso PG, Baratto L, Caprab R, Spada G. Internal models in the control of posture. **Neural Networks** 1999; 12:1173–1180.
27. Moreira D, Godoy JRP, Braz RG, Machado GFB, Santos HFS. Kinesiologic approach of the kick in indoor soccer and your clinic implications. **Rev Bras Ciên Mov** 2004;2:81-85.
28. Norkin CC, Levangie PK. **Articulações-Estrutura e função.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
29. Perrin P, Deviterne D, Hugel F, Perrot C. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. **Gait & Posture** 2002;15:187-194.
30. Pickles B, Compton A. **Fisioterapia na terceira idade.** São Paulo: Santos; 1998.
31. Prado JM, Stoffregen TA, Duarte M. Postural Sway during Dual Tasks in Young and Elderly Adults. **Gerontology** 2007;53:274–281.
32. Ray C, Horvat M, Williams M, Blasch B. Kinetic movement analysis in adults with vision loss. **Adapt Physic Activ Quart** 2007;24: 09-17.
33. Rivas RC, Júnior OA. O dimorfismo sexual e suas implicações no rendimento e planejamento do esporte feminino. **Movimento & Percepção** 2007;7.
34. Rothwell J. **Control of human voluntary movement.** 2ª ed. London: Chapman e Hall; 1994.
35. Sacco ICN, Melo MCS, Rojas GB, Naki IK, Burgi K, Silveira LTY, Guedes VA, Vasconcellos AA, Penteadó DC, Takahasi HY, Konno GK. Análise biomecânica e cinesiológica de posturas mediante fotografia digital: estudo de casos. **Rev bras. de Ci. e Mov** 2003;11:25-33.
36. Santos SS, Costa GA, Gomes É. Análise e comparação entre a altura percentual do CG, o RCG e o IMC de três grupos de idosos pertencentes ao projeto AFRID. Universidade federal de Uberlândia. Disponível em http://www.afrid.faei.ufu.br/producoes_cientificas/artigo-2/completo.pdf.
37. Smith LK, Lehmkuhl LD, Weiss EL. **Cinesiologia clínica.** 5ª ed. São Paulo: Manole; 1997.
38. Zucco F. A reabilitação vestibular no idoso. **Revista Fisio & Terapia** 2003;7:35-37.