

## ANÁLISE DA PRESSÃO PLANTAR E DO EQUILÍBRIO POSTURAL EM DIFERENTES FASES DA GESTAÇÃO

RIBAS SI E GUIRRO ECO

Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP - Brasil

Correspondência para: Elaine Caldeira de Oliveira Guirro, Universidade Metodista de Piracicaba, Rodovia do Açúcar, Km 156, Taquaral, CEP 13400-911, Piracicaba, SP – Brasil, e-mail: ecguirro@unimep.br

Recebido: 20/12/2006 - Revisado: 28/05/2007 - Aceito: 04/07/2007

### RESUMO

**Objetivo:** Analisar a pressão plantar e o equilíbrio postural nos três trimestres de gravidez, bem como a correlação com as características antropométricas. **Metodologia:** 60 voluntárias com idade média de  $23,3 \pm 5,5$  anos, sendo 15 mulheres em cada grupo: não-gestantes (C), primeiro (1T), segundo (2T) e terceiro trimestre (3T). A avaliação foi efetuada por meio de plataforma de pressão na posição bipodal com os olhos abertos. As variáveis analisadas nos pés direito e esquerdo foram: pico de pressão em todo o pé (PT), no antepé (PA) e no retopé (PR); distância entre a borda medial dos pés (largura da base de suporte); distância do centro de força ao limite anterior (CFF) e posterior (CFC) dos pés; deslocamento ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) do centro de força; e área de contato (AC). **Resultados:** Não houve diferença no pico de pressão de contato e na distância CFF e CFC entre os grupos. O deslocamento AP foi maior ( $p < 0,05$ ) no grupo 3T em relação ao 1T. Não se observou diferença ( $p > 0,05$ ) entre os grupos para o deslocamento ML. Houve correlação positiva entre peso ganho durante a gestação com AC para o grupo 2T e com PT no pé direito do grupo 1T. **Conclusão:** Os resultados demonstram a influência das mudanças anatômicas e fisiológicas inerentes à gestação na pressão plantar, além de sugerir uma redução do equilíbrio postural no 3T, relacionada ao maior deslocamento AP nessa fase.

*Palavras-chave:* gestação; equilíbrio musculoesquelético; pé.

### ABSTRACT

#### **Analysis of plantar pressure and postural balance during different phases of pregnancy**

**Objective:** To analyze plantar pressure and postural balance during the three trimesters of pregnancy, and also to correlate these with anthropometric characteristics. **Method:** Sixty volunteers participated in this study, with a mean age of  $23.3 \pm 5.5$  years. There were 15 subjects in each group: non-pregnant (C), first trimester (1T), second trimester (2T) and third trimester (3T). Evaluations were performed in bipedal stance with open eyes, using a pressure platform. The following variables were analyzed in the right and left feet: peak pressures in the whole foot (WFP), forefoot (FFP) and hindfoot (HFP); distance between the medial borders of the foot (width of support base); the distance from the center of force to the anterior (COF-A) and posterior (COF-P) limits of the foot; anteroposterior (AP) and mediolateral (ML) COF displacements; and the contact area (CA). **Results:** There were no differences in peak contact pressures and COF-A and COF-P distances between the groups. The AP displacement was greater ( $p < 0.05$ ) in 3T than in 1T. There was no difference ( $p > 0.05$ ) between the groups regarding ML displacement. There was a positive correlation between weight gained during pregnancy and CA for the 2T group, and between weight gain and WFP in the right feet in the 1T group. **Conclusion:** The results demonstrate the influence of the anatomical and physiological changes inherent to pregnancy on plantar pressure. They also suggest that postural equilibrium decreases in the third trimester, associated with greater AP displacement during this phase.

*Key words:* pregnancy; musculoskeletal equilibrium; foot.

## INTRODUÇÃO

A gravidez se caracteriza por diversas alterações que ocorrem em toda mulher<sup>1</sup>, entre elas, mudanças hormonais, anatômicas, cardiovasculares, pulmonares, edema e ganho de peso, que podem afetar o sistema musculoesquelético e a postura<sup>2,3</sup>.

As alterações hormonais, hemodinâmicas, acúmulo de fluido e gordura, juntamente com o estresse mecânico da gestação, levam a distúrbios mecânicos no tecido conjuntivo de ligamentos e articulações<sup>4,6</sup>, o que poderia contribuir para o aumento da mobilidade articular e aumentar o risco de lesão ligamentar<sup>3,7</sup>.

O aumento do útero, das mamas, do volume sanguíneo e a retenção hídrica são responsáveis pelo peso ganho durante a gestação. A média recomendada de ganho de peso durante esse período é de 12 kg, podendo haver uma grande variação, observando-se que apenas 30-40% das gestantes ganham peso dentro do esperado<sup>8</sup>. Aproximadamente metade desse peso é ganho na área abdominal anterior à linha de gravidade<sup>6</sup>.

O aumento da carga e o desequilíbrio no sistema articular devido ao aumento da massa corpórea e de suas dimensões podem provocar perturbação do centro de gravidade (CG) e maior oscilação do centro de força (CF), que levam a um equilíbrio instável e influenciam na biomecânica da postura<sup>9</sup>. Essa alteração pode aumentar o risco de quedas, prevalente em 25% das gestantes<sup>10</sup>.

Devido às alterações posturais evidentes durante o período gestacional, além de mudanças esperadas no equilíbrio<sup>11</sup>, são comuns os desconfortos musculoesqueléticos na região do tronco e nos membros inferiores<sup>2,3,12</sup>, que podem levar à posição imperfeita dos pés das gestantes, algias na coluna e nos membros inferiores<sup>6</sup>, provocar mudanças na marcha e, até mesmo, impotência funcional para alguns movimentos<sup>1</sup>. Portanto, as repercussões da gravidez no sistema músculo esquelético resultam em grandes ajustes da postura estática e dinâmica das mulheres.

A manutenção do equilíbrio na postura ereta é tarefa complexa, além de se tratar de uma tarefa comum na vida diária, sendo, portanto, de grande importância o estudo das implicações que as desordens posturais podem desencadear<sup>13</sup>.

Nesse contexto, e dada à escassez literária sobre o assunto, a proposta deste estudo foi analisar o comportamento da distribuição da pressão plantar e do equilíbrio postural frente às alterações ocorridas no corpo feminino nos diferentes trimestres da gestação, bem como verificar a relação entre características antropométricas das voluntárias com as variáveis analisadas. Os resultados obtidos poderão aperfeiçoar as formas de intervenção fisioterapêutica frente às mudanças musculoesqueléticas adaptativas e suas consequências durante o período gestacional.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba sob o protocolo nº 62/05. As voluntárias foram informadas sobre os procedimentos inerentes ao estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, formulado de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

### Sujeitos

Mediante convite, foram recrutadas para este estudo 60 mulheres, com idade média  $23,3 \pm 5,5$  anos, sendo 15 gestantes no primeiro trimestre (1T) - até a 12<sup>a</sup> semana gestacional, 15 no segundo trimestre (2T) - entre a 13<sup>a</sup>-24<sup>a</sup> semana gestacional, 15 no terceiro trimestre (3T) - a partir da 25<sup>a</sup> semana gestacional e 15 mulheres não-gestantes para o grupo controle (C), de um total de 72 avaliadas inicialmente. A data da última menstruação (DUM) foi utilizada para o cálculo da semana gestacional da voluntária.

Os critérios de inclusão das voluntárias no estudo foram gestação de baixo risco, feto único e ausência de diabetes ou outras patologias sistêmicas, alterações de sensibilidade, alterações circulatórias e de pele, neuropatia ou vestibulopatia e patologia musculoesquelética anterior à gestação.

Os seguintes critérios de exclusão foram adotados: intercorrências do ciclo gravídico e sobrepeso (índice de massa corpórea maior que 30)<sup>14</sup>. Do total da amostra avaliada, 8 voluntárias desistiram por alegar falta de tempo, 3 foram excluídas por apresentarem sobrepeso e 1 por suspeita de distúrbio neurológico.

As voluntárias foram submetidas a avaliação prévia, em que os seguintes dados antropométricos (Tabela 1) foram analisados: o peso atual e a altura com a balança antropométrica, modelo 31 (Filizola®); o índice de massa corporal (IMC), calculado com base no peso pré-gestacional e o ganho de peso durante a gestação, estimado subtraindo-se o peso pré-gestacional do peso atual.

### Procedimento experimental

Para a coleta de dados, foi utilizado o Sistema de Baropodometria Computadorizada - Plataforma de Pressão - Matscan® versão 5.1 (Tekscan®). A frequência de amostragem foi 40 Hz, e o tempo de teste, 5 segundos.

A voluntária permaneceu em posição ortostática com olhar horizontal, braços ao longo do corpo, base livre de sustentação dentro do espaço delimitado da plataforma (Figura 1) e, usando seu peso corporal, obtido na balança antropométrica, procedeu-se à calibração automática do equipamento. A calibração é importante para estabelecer a validade das medidas de pressão<sup>15</sup>.

**Tabela 1.** Média  $\pm$  desvio-padrão das características antropométricas do grupo controle (C), gestantes do primeiro (1T), do segundo (2T) e terceiro (3T) trimestre. n= 15.

Características	Média $\pm$ DP			
	C	1T	2T	3T
Idade (anos)	22 $\pm$ 1,21	24 $\pm$ 6,32	25,6 $\pm$ 7,5	21,6 $\pm$ 4,3
Massa (kg)	58,2 $\pm$ 1,2	60,5 $\pm$ 8,9	65,4 $\pm$ 18,20	72,8 $\pm$ 16,6
Peso Pré-Gestacional (kg)	-	57,9 $\pm$ 8	60 $\pm$ 16,8	61 $\pm$ 15
Ganho de Peso (kg)	-	2,6 $\pm$ 1,7	5,4 $\pm$ 3,4	11,8 $\pm$ 7,2
Altura (m)	1,63 $\pm$ 0,04	1,63 $\pm$ 0,06	1,59 $\pm$ 0,04	1,6 $\pm$ 0,07



**Figura 1.** Posicionamento da gestante durante a coleta dos dados. A: plataforma de pressão; B: *software* de análise dos dados.

Após a calibração, procedeu-se à coleta dos dados na postura estática com apoio bipodal e olhos abertos e repetição de três vezes. As voluntárias com deficiência visual utilizaram óculos de correção durante o procedimento.

Todas as avaliações foram realizadas no período vespertino para limitar os efeitos das variações hormonais durante o dia<sup>16</sup>.

### Análise dos dados

Os parâmetros utilizados para a avaliação dos dados foram os valores pico de pressão de contato em todo o pé

(PT), no antepé (PA) e no retopé (PR) do pé direito (D) e esquerdo (E); distância entre a borda medial dos pés D e E (largura da base de apoio - LB); distância do CF ao limite anterior (CFF) e posterior (CFC) dos pés; área de contato (AC) e oscilação ântero-posterior e médio-lateral do CF. Tomando como referência o CF, estabeleceu-se a região anterior como antepé e a posterior como retopé.

O *software* Matscan<sup>®</sup> versão 5.1 realiza a gravação de um filme de 200 quadros e, para a análise dessas variáveis, considerou-se a média dos valores nos quadros 1, 100 e 200 de cada um dos 3 filmes de uma posição coletada para se obter o valor final. Para análise da oscilação do CF, os dados referentes à amplitude ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) foram convertidos em linguagem ASCII, utilizando-se o *software* Research Foot 5.72 (Matscan<sup>®</sup>). Esses dados foram transportados e analisados pelo programa Excel (Windows-Microsoft<sup>®</sup>). Para que esses dados fossem normalizados, eles foram multiplicados pelo valor da distância entre os sensores (0,8382cm).

### Análise estatística

O cálculo amostral foi efetuado no programa Graphpad Statmate 2.0 (*Power test*), baseado em médias e desvios-padrão dos dados de pressão plantar em gestantes, obtidos em um estudo piloto. Para um erro alfa de 0,05 e poder do teste de 80%, houve indicação para a avaliação de 14 a 16 gestantes.

No programa SPSS, versão 14.0, foram verificadas as pressuposições de normalidade para os dados utilizando o teste estatístico de Shapiro-Wilk, e de homocedasticidade entre as variâncias aplicando o teste estatístico de Levene.

Quando a significância estatística de normalidade e a homocedasticidade entre as variâncias foram verificadas, compararam-se os efeitos dos grupos aplicando-se Anova-F, seguido do teste *post-hoc* de Tukey e, para os dados que não atenderam as exigências dos métodos paramétricos, aplicou-se o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Mann-Whitney com correção de Bonferroni ( $\alpha= 0,0056$ ). Com intuito de verificar o grau de associação entre variáveis antropométricas (peso atual e peso ganho) e as variáveis da pressão plantar, e entre a amplitude do CF, o tamanho da base

de apoio e a área de contato dos pés, aplicou-se a correlação de Spearman para dados não-paramétricos, e de Pearson para dados paramétricos. Em todas as análises, considerou-se o nível de significância  $\alpha=5\%$ .

## RESULTADOS

Na Tabela 2, verifica-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os grupos quanto ao pico de pressão total no antepé e retropé, em ambos os pés. O grupo de gestantes do segundo trimestre apresentou menor largura da base de apoio dos pés em relação ao controle. Quanto à distância do CF ao limite anterior e posterior de ambos os pés, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre os grupos. O grupo 3T apresentou maior amplitude ântero-posterior do CF com relação ao 1T. Não houve diferença entre os grupos quanto à amplitude médio-lateral do CF. A área de contato dos pés em ambas as posições também não foi significativa ( $p > 0,05$ ).

Houve correlação positiva, média e significativa ( $p < 0,05$ ) entre peso ganho e pico de pressão de contato em todo pé D no grupo primeiro trimestre ( $r = 0,755$ ); e com área de contato do pé direito ( $r = 0,576$ ) e esquerdo ( $r = 0,574$ ) para

o grupo segundo trimestre; e entre IMC e área de contato do pé direito ( $r = 0,523$ ) e esquerdo ( $r = 0,528$ ) para o grupo controle.

Verificou-se a relação entre oscilação do CF, tamanho da base de apoio e área de contato. A correlação foi positiva e significativa ( $p < 0,05$ ) apenas entre a oscilação ântero-posterior do CF e a base de apoio para as gestantes de 1º trimestre ( $r = 0,627$ ). Não se observou correlação entre área de contato dos pés e oscilação do CF.

## DISCUSSÃO

Com o decorrer da gestação, o centro de força (CF) se move em direção ao antepé, entretanto, para que esse seja trazido novamente para dentro da base de suporte, a tendência seria aumentar a pressão plantar no retropé, fator já relatado por Nyska et al.<sup>6</sup>, que encontraram maiores valores de pressão no retropé e menores valores no antepé das mulheres que estavam no terceiro trimestre gestacional, comparados aos de não-gestantes. Porém, no presente estudo, essa alteração não foi observada, não havendo diferença no pico de pressão de contato nos diferentes trimestres da gestação. Uma possível explicação para esses achados seriam as diferenças individuais

**Tabela 2.** Valores (média  $\pm$  desvio-padrão) do pico de pressão ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) em todo pé (PT), antepé (PA) e retropé (PR) direito (D) e esquerdo (E); largura (cm) da base de apoio (LB); distância do centro de força (CF) ao limite anterior (F) e posterior (C) dos pés; amplitude (mm) ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML) do centro de força (CF), e área de contato - AC ( $\text{cm}^2$ ) do pé direito (D) e esquerdo (E), dos grupos controle (C), primeiro (1T), segundo (2T) e terceiro trimestre (3T). \*  $p < 0,05$  ao respectivo C. #  $p < 0,05$  ao respectivo 1T.  $n = 15$ .

Pico de pressão ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )					
	C	1T	2T	3T	p
PTD	1,00 $\pm$ 0,18	1,07 $\pm$ 0,32	1,05 $\pm$ 0,26	1,08 $\pm$ 0,24	0,82
PTE	1,13 $\pm$ 0,30	1,25 $\pm$ 0,40	1,22 $\pm$ 0,27	1,19 $\pm$ 0,23	0,76
PAD	0,51 $\pm$ 0,13	0,53 $\pm$ 0,16	0,54 $\pm$ 0,16	0,66 $\pm$ 0,23	0,09
PAE	0,53 $\pm$ 0,12	0,53 $\pm$ 0,11	0,54 $\pm$ 0,17	0,66 $\pm$ 0,20	0,09
PRD	1,00 $\pm$ 0,18	1,05 $\pm$ 0,33	1,04 $\pm$ 0,28	1,07 $\pm$ 0,25	0,90
PRE	1,13 $\pm$ 0,29	1,27 $\pm$ 0,40	1,21 $\pm$ 0,24	1,15 $\pm$ 0,27	0,64
Largura da base de apoio (cm)					
LB	13,11 $\pm$ 2,79	10,74 $\pm$ 4,09	8,08 $\pm$ 2,26 *	9,71 $\pm$ 3,47	0,01
Distância do CF ao limite anterior e posterior dos pés (cm)					
CFE	15,06 $\pm$ 1,12	14,79 $\pm$ 1,23	14,88 $\pm$ 1,33	15,23 $\pm$ 3,26	0,93
CFD	8,26 $\pm$ 0,83	8,33 $\pm$ 1,25	8,35 $\pm$ 0,91	8,91 $\pm$ 1,07	0,29
Amplitude do CF (mm)					
AP	25,92 $\pm$ 1,33	26,16 $\pm$ 1,97	24,68 $\pm$ 3,63	25,09 $\pm$ 2,85 #	0,02
ML	17,26 $\pm$ 1,83	15,65 $\pm$ 3,04	17,29 $\pm$ 2,29	18,61 $\pm$ 3,40	0,25
Área de contato ( $\text{cm}^2$ )					
ACD	93,69 $\pm$ 10,93	87,62 $\pm$ 10,82	91,65 $\pm$ 10,41	97,87 $\pm$ 14,63	0,14
ACE	99,00 $\pm$ 11,87	92,10 $\pm$ 13,48	94,94 $\pm$ 11,48	103,38 $\pm$ 15,97	0,12



frente às adaptações fisiológicas da gestação, resultantes, inclusive, de diferentes tipos de atividades físicas exercidas durante o período gestacional<sup>17</sup>.

As manifestações fisiológicas do aumento da carga no pé podem ser dor, irritação ou desconforto nos membros inferiores<sup>18</sup>. Em pés normais, as pressões plantares na posição estática não ultrapassam 263 kPa (2,68kg/cm<sup>2</sup>) em nenhum segmento<sup>19</sup>. Neste trabalho, o maior pico de pressão foi no retropé E do grupo primeiro trimestre (1,27 kg/cm<sup>2</sup>), mostrando que a pressão plantar, tanto do grupo controle quanto gestante, está dentro da normalidade, sugerindo que não há risco iminente para o aparecimento de dor ou desconforto nessa população.

Dumas et al.<sup>20</sup> observaram que a base de suporte é significativamente maior no final da gestação. Entretanto, neste trabalho, a largura da base de apoio do grupo segundo trimestre foi menor que a do controle. Apesar de a gestante ter ficado livre quanto ao posicionamento dos pés, o fato de ela ter que permanecer dentro do espaço delimitado da plataforma pode ter influenciado a diminuição do tamanho da base, pois sabe-se que a estabilidade postural depende da noção da posição em relação ao centro de gravidade e do ambiente.

Centro de gravidade (CG) é o ponto do corpo no qual sua massa está igualmente distribuída<sup>21</sup>. Centro de força é a projeção do CG dentro da base de sustentação e resulta das forças de reação do solo com o apoio; é uma resposta neuromuscular ao balanço do CG<sup>22</sup>. Portanto, se ocorre alteração da massa, no caso de gestantes, o ganho de peso e o aumento abdominal, haverá uma perturbação desse CG que reflete no CF e provoca maior oscilação<sup>9</sup>, verificada neste trabalho com aumento da amplitude AP do grupo terceiro trimestre em relação ao primeiro trimestre e ao controle.

Butler et al.<sup>10</sup> verificaram diminuição do equilíbrio de gestantes no 2º e 3º trimestres em relação a não-gestantes e, além desse quadro persistir no período pós-parto, não houve correlação entre equilíbrio e ganho de peso, levando a crer que a estabilidade postural nessa população está mais relacionada às alterações hormonais, ligamentares e articulares do que com o aumento do abdômen ou ganho de peso.

O grau de estabilidade é maior quanto mais baixo o CG, quanto maior for a base de apoio, quando a projeção do CG permanecer dentro da base de sustentação e quanto maior o peso corporal<sup>9,21</sup>. Assim, é possível relacionar o aumento da oscilação AP do CF à instabilidade das voluntárias, pois, apesar do seu peso corporal estar aumentado, ele não se distribui homogeneamente pelo corpo e, além disso, pode haver frouxidão assimétrica das articulações<sup>22,23</sup>, o que poderia promover maior instabilidade.

Não se verificou correlação entre oscilação do CF e peso, nem com ganho de peso das gestantes, corroborando os achados de Butler et al.<sup>10</sup>.

Não houve correlação do tamanho da base de apoio com amplitude AP do CF, com amplitude ML do CF (exceto para

as gestantes de 1º trimestre), nem entre área de contato dos pés e oscilação do CF. Esses resultados inferem que não houve influência do tamanho da base de apoio e da área de contato dos pés na oscilação postural AP e ML do centro de força.

Apesar das divergências, alguns autores relatam que as alterações ligamentares e o edema produzido pela gestação provocam aumento do volume e tamanho dos pés, o que levaria a um aumento na área de contato<sup>6</sup>. Entretanto, no presente trabalho, não houve diferença na área de contato entre os grupos, sendo pouco provável que haja frouxidão significativa dos ligamentos dos pés ou edema nos membros inferiores durante a gestação<sup>4</sup>.

A diminuição da estabilidade postural está relacionada com o risco de quedas, sendo que, durante a gravidez, a susceptibilidade para esse evento é comparável ao risco observado em indivíduos idosos<sup>11,24,25</sup>. Portanto, procedimentos fisioterapêuticos, como um treinamento de equilíbrio, por exemplo, podem reduzir o risco de quedas, prevalente em 25% das gestantes<sup>10</sup>.

Há escassez de trabalhos na literatura que justifiquem as alterações encontradas nesse período da vida da mulher, e muitos deles divergem em relação ao padrão postural adotado pelas gestantes. Provavelmente, a adaptação postural frente às mudanças ocorridas na gestação ocorre de maneira individual e de acordo com características posturais prévias.

Como no trabalho de Dumas et al.<sup>20</sup>, as mulheres já estavam grávidas ao entrar neste estudo, não sendo possível analisar a postura anterior à gestação.

Os resultados deste estudo mostram a relevância da metodologia utilizada para a avaliação dos aspectos baropodométricos e estabilométricos de gestantes, pois obedeceram a critérios científicos rigorosos. Os dados obtidos podem auxiliar a compreender melhor as alterações biomecânicas que ocorrem no período gestacional, visando uma intervenção fisioterapêutica mais eficiente, principalmente no que concerne aos aspectos preventivos dos desconfortos musculoesqueléticos.

## CONCLUSÃO

Não foram observadas alterações na pressão plantar das voluntárias em nenhum dos trimestres avaliados. Entretanto, a maior oscilação ântero-posterior encontrada no grupo de gestantes de terceiro trimestre em relação ao grupo primeiro trimestre sugere uma redução do equilíbrio nessa fase.

No geral, as características antropométricas das voluntárias não tiveram correlação com os dados analisados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ritchie JR. Orthopedic considerations during pregnancy. Clin Obstet and Gynecol. 2003;46(2):456-66.
2. Heckman JD, Sassard R. Musculoskeletal considerations in pregnancy. J Bone Joint Surg. 1994;76(11):1720-30.

3. Ireland ML, Ott SM. The effects of pregnancy on the musculoskeletal system. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;372:169-79.
4. Alvarez R, Stokes AF, Aspirinio DE, Trevino S, Braun T. Dimensional changes of the feet in pregnancy. *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70(2):271-4.
5. Mc Dougall JJ, Giles RW, Bray RC, Hart DA. Pregnancy-induced changes in rabbit medial collateral ligament vasoregulation. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 1998;275:1380-5.
6. Niska M, Sofer D, Porat A, Howard Cb, Levi A, Meizner I. Planter foot pressures in pregnant women. *Isr J Med Sci.* 1997;33(2):139-46.
7. Vullo VJ, Richardson JK, Hurvitz EA. Hip, knee, and foot pain during pregnancy and the postpartum period. *J Fam Pract.* 1996;43(1):63-8.
8. To WW, Cheung W. The relationship between weight gain in pregnancy, birth-weight and postpartum weight retention. *J Obstet Gynaecol.* 1998;38(2):176-9.
9. Okuno E, Fratin L. *Desvendando a física do corpo humano: Biomecânica.* São Paulo: Manole; 2003.
10. Butler EE, Colón I, Druzin ML, Rose J. Postural equilibrium during pregnancy: Decreased stability with an increased reliance on visual cues. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;195(4):1104-8.
11. Dunning K, LeMarsters G, Bhattacharya A, Levin L, Alterman T, Lordo L. Falls in workers during pregnancy: risk factors, job hazards, and high risk occupations. *Am J Ind Med.* 2003;44(6):664-72.
12. De Conti MHS, Calderon IMP, Consonni EB, Prevedle TTS, Dalbem I, Rudge MVC. Efeitos de técnicas fisioterápicas sobre os desconfortos músculo-esqueléticos da gestação. *Rev Bras Ginec Obst.* 2003;25(9):647-54.
13. Duarte M, Zatsiorsky VM. Stabilographic analysis of prolonged unconstrained standing. *Ergonomics.* 2000;43:1824-39.
14. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. WHO Technical Report Series 894. Geneva: World Health Organization; 2000.
15. Orlin MN, McPoil TG. Plantar pressure assessment. *Phys Ther.* 2000;80(4):399-409.
16. Marnach ML, Ramin KD, Ramsey PS, Song SW, Stensland JJ, An KN. Characterization of the relationship between joint laxity and maternal hormones in pregnancy. *Obstet Gynecol.* 2003;101(2):331-5.
17. Gilleard W, Crosbie J, Smith R. Effect of pregnancy on trunk range of motion when sitting and standing. *Acta Obst Gynecol Scand.* 2002;81:1011-20.
18. Hills AP, Hennig EM, McDonald M, Bar-Or O. Plantar pressure differences between obese and non-obese adults: a biomechanical analysis. *Int J Obes.* 2001;25(11):1674-9.
19. Imamura M, Imamura ST, Salomão O, Pereira CAM, Carvalho Jr. AE, Neto RB. Pedobarometric evaluation of the normal adult male foot. *Foot Ankle Int.* 2002;23(9):804-10.
20. Dumas GA, Reid JG, Wolfe LA, Griffin MP, McGrath MJ. Exercise, posture and back pain during pregnancy. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1995;10(2):98-103.
21. Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. *Cinesiologia clínica de Brunnstrom.* 5ª ed. São Paulo: Manole; 1997.
22. Mochizuki L, Amadio AC. Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Rev Port Cien Desp.* 2003;3(3):77-83.
23. Damen L, Buyruk HM, Guler-Uysal F, Lotgering FK, Snijders CJ, Stam HJ. Pelvic pain during pregnancy is associated with asymmetric laxity of the sacroiliac joints. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2001;80(11):1019-24.
24. Paul JA, Sallé H, Frings-Dresen MHW. Effect of posture on hip joint moment during pregnancy, while performing a standing task. *Clin Biomechanics.* 1996;11(2):111-5.
25. Van Wegen EEH, Van Emmerik REA, Riccio GE. Postural orientation: Age-related changes in variability and time-to-boundary. *Hum Mov Sci.* 2002;21(1):61-84.