

# DIFERENTES BASES DE APOIO E INFORMAÇÃO VISUAL NO EQUILÍBRIO DE GESTANTES

Luana Mann<sup>1</sup>  
Julio Francisco Kleinpaul<sup>2</sup>  
Clarissa Stefani Teixeira<sup>3</sup>  
Carlos Bolli Mota<sup>4</sup>

MANN, L.; KLEINPAUL, J. F.; TEIXEIRA, C. S.; MOTA, C. B. Diferentes bases de apoio e informação visual no equilíbrio de gestantes. *Arq. Cienc. Saúde UNIPAR*, Umuarama, v. 18, n. 2, p. 75-81, maio/ago. 2014.

**RESUMO:** Este estudo objetivou verificar se a estabilidade corporal é alterada pela gestação e como o equilíbrio é influenciado pelo uso de diferentes bases de apoio e pela sensibilização do sistema visual em diferentes fases da gestação. Foram avaliadas 15 gestantes e 10 mulheres sedentárias. Para coleta de dados foi utilizada establografia computadorizada. Os indivíduos foram avaliados em três diferentes bases de apoio, com a sensibilização da visão. Houve aumento da oscilação corporal com o avançar da gestação, em ambas as condições visuais e nas três bases de apoio. Pequenas alterações no posicionamento dos pés afetam o equilíbrio, provocando diferenças para os diferentes grupos e sentidos de oscilação corporal. A gestação influencia o equilíbrio, sendo a visão um fator importante nas fases mais extremas. As maiores diferenças no equilíbrio de gestantes ocorrem a partir da 22ª semana de gestação, tanto para a sensibilização visual como para mudança de base de apoio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Equilíbrio; Gestação; Cinética.

## DIFFERENT SUPPORT BASIS AND VISUAL INFORMATION IN THE BALANCE OF PREGNANT WOMEN

**ABSTRACT:** This study had the objective of determining whether the body stability is altered by pregnancy and how the balance is influenced by the use of different support bases and manipulation of the visual system in different phases of the pregnancy. A total of 15 pregnant women and 10 sedentary women were assessed. For the data collection, computerised stabilometry was used. The individuals were evaluated in three different support basis, with visual manipulation. The results show an increase in the corporal oscillation with the advancement of pregnancy, either with or without the visual information, in the three different support basis. Small changes in position of the feet affect the balance, causing differences for the different groups and directions of body sway. Pregnancy affects the balance, and the eyesight is an import factor in its advanced stages. The major differences in the balance of pregnant women occur from the 22<sup>nd</sup> week of pregnancy for both the visual awareness as for changing support basis.

**KEYWORDS:** Balance; Pregnancy; Kinetics.

## Introdução

As quedas refletem a incapacidade do sistema de controle postural de se recuperar de uma perturbação, isto é, manter a projeção do centro de gravidade (CG) dentro dos limites de estabilidade. Em situações cotidianas que colocam em risco o equilíbrio e que podem provocar quedas, os indivíduos devem ser capazes de manter o equilíbrio em diferentes posições de base de apoio e, às vezes, próximo aos limites de estabilidade (DUARTE; FREITAS, 2010). Dessa forma, o sistema de controle postural tem a tarefa de manter a projeção vertical do CG do indivíduo dentro da base de suporte definida pela área da base dos pés durante a postura ereta estática (DUARTE; FREITAS, 2010).

O sistema de controle postural pode ser definido como sendo o processo pelo qual o Sistema Nervoso Central (SNC) gera padrões de atividade muscular necessários para regular a relação entre o centro de massa do corpo e a base de suporte (CESARI; DUARTE, 2001). É visto como o resultado de um relacionamento complexo e dinâmico entre o sistema sensorial, e pela biomecânica do sistema musculoesque-

lético, especialmente a do tronco e dos membros inferiores, como por exemplo, a área de contato dos pés, a estabilidade e estrutura das articulações, e pela força muscular (TAKALA; KORHONEN; VIIKARI-JUNTURA, 1997; TRESCH, 2007). O SNC regula a estabilidade corporal durante a locomoção e o equilíbrio usando as informações provenientes principalmente do sistema visual (MERGNER et al., 2005), proprioceptivo (BOVE; NARDONE; SCHIEPPATI, 2003; TRESCH, 2007), e vestibular (BACSI; COLEBATCH, 2005). A situação com a ausência da visão reduz a habilidade de permanecer em equilíbrio estático (SCHIEPPATI et al., 1999, OLIVEIRA; BARRETO, 2005; MEEREIS, et al., 2011; SÁ; BIM, 2012) confirmando o papel fundamental do sistema visual para a manutenção da postura.

As alterações apresentadas durante a gestação tornam-se uma problemática para o SNC na tarefa de equilibrar-se, ou seja, torna-se mais difícil manter o CG dentro da base de suporte (TEIXEIRA et al., 2008; MANN et al., 2009; MANN et al., 2011), fazendo com que ajustes sejam observados para a manutenção da estabilidade (BIRCH et al., 2003). Uma das principais causas das mudanças músculo-

DOI: <https://doi.org/10.25110/arqsaude.v18i2.2014.5170>

<sup>1</sup>Professora Mestre em Educação Física - Universidade Federal de Santa Catarina, pesquisadora colaboradora do Laboratório de Biomecânica, Centro de Desportos - Florianópolis, SC. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, CEP 97105-900 - Av. Roraima, 1000 - Bairro Camobi - Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil - Telefone: (55) 3220 8271 - luanamann@gmail.com

<sup>2</sup>Professor Mestre em Educação Física - Universidade Federal de Santa Catarina, pesquisador colaborador do Laboratório de Biomecânica, Centro de Desportos - Florianópolis, SC. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, CEP 97105-900 - Av. Roraima, 1000 - Bairro Camobi - Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil - Telefone: (55) 3220 8271 - juliofk@gmail.com

<sup>3</sup>Doutoranda em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, Brasil. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, CEP 97105-900 - Av. Roraima, 1000 - Bairro Camobi - Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil - Telefone: (55) 3220 8271 - clastefani@gmail.com

<sup>4</sup>Professor Doutor em Ciência do Movimento Humano, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria/RS, Brasil. Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, CEP 97105-900 - Av. Roraima, 1000 - Bairro Camobi - Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil - Telefone: (55) 3220 8271 - bollimota@gmail.com

-esqueléticas no corpo da gestante é o constante crescimento do útero, sua posição anteriorizada dentro da cavidade abdominal, além do aumento no peso e no tamanho das mamas, os quais contribuem para o deslocamento do CG da mulher para cima e para frente, podendo acentuar e promover uma anteversão pélvica. Em consequência, a gestante compensa essa hiperlordose lombar alargando sua base de suporte, mudando os padrões considerados normais para a marcha e para o equilíbrio (CARPES et al., 2008).

Como a gestante apresenta seus limites de estabilidade aumentados (LATASH et al., 2003; MOCHIZUKI et al., 2006) surge a necessidade de se investigar o efeito de diferentes bases de apoio sobre o sistema de controle postural. Essas investigações podem ser úteis para avaliar o desempenho do sistema de controle postural em controlar o equilíbrio em situações extremas em que o corpo humano possa cair ou que tenha que se adaptar a uma situação adversa. Além disso, também se deve verificar o efeito do processo gestacional sobre o equilíbrio corporal, e como a ausência da visão pode afetar o sistema de controle postural da gestante. Dessa forma, considerando a relevância do tema e o crescente interesse nessa área, definiu-se para este estudo a seguintes situações problema: qual é a influência do uso de diferentes bases de apoio sobre o equilíbrio corporal em diferentes fases da gestação com e sem a sensibilização do sistema visual? a estabilidade corporal é influenciada pelo processo gestacional?

Para poder responder as questões problema, este estudo objetivou investigar se a estabilidade corporal é alterada pela gestação e como o equilíbrio é influenciado pelo uso de diferentes bases de apoio e pela sensibilização do sistema visual em diferentes fases da gestação.

## Material e Método

Para a realização do estudo foram avaliados dois grupos, sendo: grupo de gestantes (GG), composto de 15 gestantes (G1, G2 e G3) e grupo de mulheres não gestantes (G4),

composto de 10 mulheres sedentárias. Para a composição dos grupos, foram convidadas mulheres gestantes, e mulheres não gestantes da comunidade. Para compor o GG gestantes atendidas em um Hospital público de referência da cidade na qual foram realizadas as coletas de dados, foram convidadas a compor o estudo e dentre aquelas que aceitaram foram aplicados os critérios de inclusão abaixo definidos. Por meio da ficha de anamnese foram realizados os procedimentos para inclusão e exclusão e para coleta de dados prévios como idade, massa corporal, estatura corporal e problemas de saúde.

Os critérios de inclusão adotados no estudo foram: ter idade entre 18 e 42 anos, não ter problemas músculo-esqueléticos e/ou vestibulares como tontura e vertigem, não possuir patologias como diabetes, hipertensão arterial, obesidade ou doenças infecciosas, fazer uso de medicamentos para síndromes vestibulares, e não praticar nenhum tipo de exercício físico regular. Para o GG as mulheres deveriam estar entre a 12<sup>a</sup> e a 33<sup>a</sup> semana de gestação, e para o G4, as mulheres não poderiam estar grávidas, nem relatar a ocorrência de dor lombar em função de esta síndrome causar déficits no controle postural (CARPES; REINEHR; MOTA, 2008).

Em função de indicações na literatura sobre diferenças no controle postural em diferentes fases da gestação (MANN et al., 2009; JANG; HSIAO; HSIAO-WECKSLER, 2008). O grupo de gestantes foi subdividido em três sub-grupos, sendo: G1: 13 a 16 semanas de gestação; G2: 22 a 25 semanas de gestação, ambos grupos formados de gestantes do segundo trimestre, estando respectivamente no período inicial e final do mesmo; e G3: 28 a 29 semanas de gestação, período medial do terceiro trimestre. Essa divisão foi definida com intervalo máximo intra grupo de três semanas de gestação, buscando aproximar as características das gestantes e tornar os dados mais confiáveis para comparações, conforme ilustra a Tabela 1. O número de indivíduos, a média ( $\bar{X}$ ) e o desvio padrão (S) da idade, do peso e da estatura corporal dos diferentes grupos do estudo também estão dispostas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Média ( $\bar{X}$ ) e o desvio padrão (S) da idade, do peso e da estatura corporal dos diferentes grupos do estudo e número de indivíduos em cada grupo.

Grupo	Número de indivíduos	Idade (anos)		Peso corporal (N)		Estatura (m)	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	X
G4	10	19,7	1,43	588,22	202,93	1,66	0,07
G1	5	20,2	1,13	633,18	174,17	1,58	0,05
G2	5	32,04	11,1	624,12	112,30	1,60	0,10
G3	5	29,76	3,54	769,03	173,08	1,74	0,05

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Maria, sob número de processo 23081.003779/2008-23, respeitando os princípios éticos contidos na declaração de Helsinque, além do atendimento a legislação vigente. Os indivíduos foram esclarecidos sobre os objetivos do estudo e estando em conformidade com os mesmos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido concordando em participar voluntariamente.

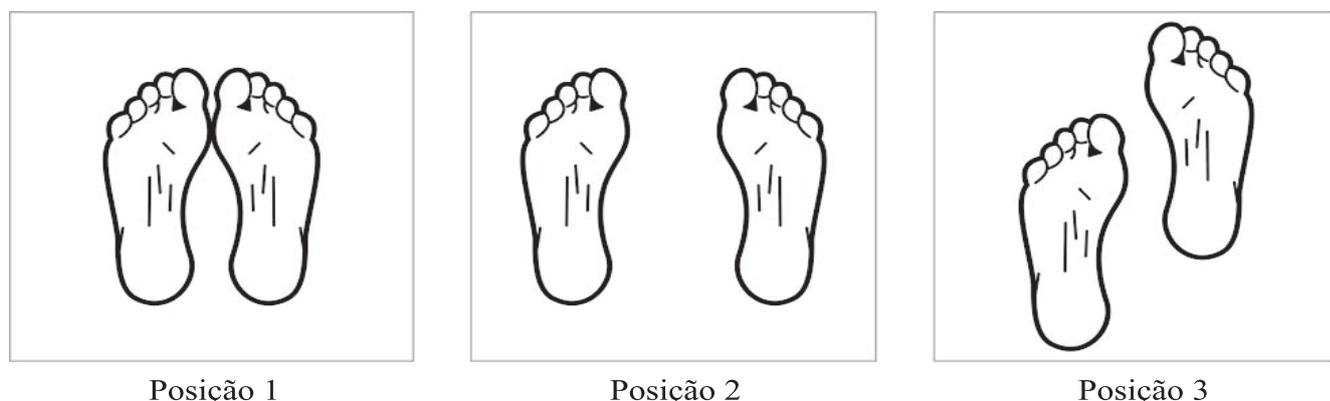
## Procedimentos

As variáveis de equilíbrio foram coletadas por meio de uma plataforma de força OR6-5 AMTI (*Advanced Mechanical Technologies, Inc*). O posicionamento dos pés foi padronizado na primeira tentativa de cada indivíduo e em cada base de apoio, com fita adesiva, para assim ser repetido nas demais tentativas, conforme procedimentos de Mann et al. (2008).

Os indivíduos foram avaliados em três diferentes bases de apoio de pés adaptadas do teste de Romberg (RA-

MOS, 2003), assim como ilustra a Figura 1: posição 1 (P1) com os pés juntos, posição 2 (P2) com os pés na largura do quadril e, posição 3 (P3) com o pé direito em afastamento anterior (aproximadamente 60% do comprimento deste pé avançado em relação a posição do pé esquerdo). Cada uma

dessas posições foi avaliada em duas condições sensoriais: olhos abertos (OA) e olhos fechados (OF), sendo realizadas três tentativas para cada posição e condição, totalizando 18 tentativas para cada indivíduo.



**Figura 1:** Posicionamento dos pés durante a coleta de dados. Posição 1 (P1): Pés Juntos; Posição 2 (P2): Pés na largura do quadril e Posição 3 (P3): Pé direito em afastamento anterior. Adaptado do Teste de Romberg (RAMOS, 2003).

Todos os indivíduos foram instruídos a olhar fixo em um ponto de referência posicionado a frente na parede, na altura dos olhos, distante dois metros da plataforma de força, conforme indicações de Mann et al. (2008).

O equilíbrio corporal foi mensurado por meio da amplitude do deslocamento do centro de força (COP) nas direções ântero-posterior (COPap) e médio-lateral (COPml). Estas variáveis foram mensuradas pela plataforma de força, e dadas pelas seguintes equações:

$$COP_{ap} = [(My - h.Fx) / Fz]_{\max} - [(My - h.Fx) / Fz]_{\min}$$

$$COP_{ml} = [(Mx - h.Fy) / Fz]_{\max} - [(Mx - h.Fy) / Fz]_{\min}$$

Onde:

$COP_{ap}$  = coordenada do centro de força na direção ântero-posterior;

$COP_{ml}$  = coordenada do centro de força na direção médio-lateral;

$Mx$  = momento em torno do eixo ântero-posterior;

$My$  = momento em torno do eixo médio-lateral;

$Fx$  = componente ântero-posterior da força de reação do solo;

$Fy$  = componente médio-lateral da força de reação do solo;

$Fz$  = componente vertical da força de reação do solo;

$h$  = distância da superfície até o centro geométrico da plataforma de força.

O tempo de aquisição dos dados para cada tentativa foi de 30 segundos, após a estabilização visual do COP, a uma frequência de aquisição de 100 Hz. Os testes foram selecionados de forma randomizada, por meio de sorteio, para cada indivíduo.

Foram mensurados a estatura, por meio de um estadiômetro da marca *Welmy*, com resolução de 0,5 cm e o peso corporal, por meio da plataforma de força. As informações provenientes da plataforma de força foram tratadas em ambiente *Matlab* (Matlab 7.01, *The MathWorks, Inc.*) para a filtragem dos dados, utilizando-se um filtro *Butterworth* passa baixa de segunda ordem, com frequência de corte de 6 Hz. Todos os indivíduos responderam a um questionário para

aquisição de dados prévios e seleção dos grupos de estudo.

### Análise estatística

Os dados foram submetidos à estatística descritiva. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, que mostrou que os dados podem ser considerados como tendo distribuição normal. A esfericidade dos dados foi verificada pelo teste de *Mauckly*. A comparação entre os grupos, bases de apoio e entre as condições visuais foi feita por Análise de Variância em um modelo linear misto (4 grupos, 3 bases de apoio, 2 condições visuais) com correções de *Bonferroni* para comparações múltiplas. Para estas análises foram utilizados os pacotes estatísticos *SPSS for Windows* versão 15.0 e *SISVAR 5.0*. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%.

### Resultados

Os dados mostram que, para o COPap, houve efeito dos grupos [ $F_{(3,24)}=148,187$ ;  $p<0,001$ ]; da condição visual [ $F_{(1,8)}=81,722$ ;  $p<0,001$ ]; da base de apoio [ $F_{(2,16)}=38,792$ ;  $p<0,001$ ]; e interações significativas entre grupo e condição visual [ $F_{(3,24)}=9,169$ ;  $p<0,001$ ]; entre base de apoio e condição visual [ $F_{(2,16)}=47,745$ ;  $p<0,001$ ], não havendo interações significativas entre grupos e base de apoio [ $F_{(6,48)}=1,178$ ;  $p=0,334$ ] e grupo, base de apoio e condição visual [ $F_{(6,48)}=1,536$ ;  $p=0,187$ ].

Já para a variável COPml os dados mostram que houve efeito dos grupos [ $F_{(3,24)}=103,016$ ;  $p<0,001$ ]; da condição visual [ $F_{(1,8)}=20,870$ ;  $p=0,002$ ]; da base de apoio [ $F_{(2,16)}=18,012$ ;  $p<0,001$ ]; e interações significativas entre grupo e condição visual [ $F_{(3,24)}=12,960$ ;  $p<0,001$ ]; entre grupo e base de apoio [ $F_{(6,48)}=13,759$ ;  $p<0,001$ ]; entre base de apoio e condição visual [ $F_{(2,16)}=119,650$ ;  $p<0,001$ ]; e entre grupo, base de apoio e condição visual [ $F_{(6,48)}=13,367$ ;  $p<0,001$ ]. Interações significativas indicam que ambos os fatores (o conjunto de dois ou mais fatores) são importantes para a manutenção do equilíbrio.

Os resultados mostram que com o avançar da gesta-

ção ocorrem maiores instabilidades corporais em todas as situações e condições avaliadas em comparação a não gestantes sedentárias. Já as diferenças em relação à sensibilização da visão começam a ser observadas a partir do G2 em ambas

as variáveis COPap e COPml, apresentando a condição olhos fechados as maiores instabilidades corporais, como indicado na Tabela 2.

**Tabela 2:** Valores de média ( $\bar{X}$ ) e desvio padrão (S) das variáveis COPap e COPml referentes a comparação intergrupos em ambas as condições visuais e a comparação intra grupos das condições visuais OA e OF.

Condições	Variáveis (cm)	G1		G2		G3		G4		
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	
P1	OA	COPap	1,40 <sup>a</sup>	0,12	1,93 <sup>b*</sup>	0,36	2,69 <sup>c*</sup>	0,35	1,36 <sup>a</sup>	0,22
		COPml	1,29 <sup>a</sup>	0,15	1,66 <sup>b</sup>	0,21	1,85 <sup>b</sup>	0,41	1,17 <sup>a</sup>	0,17
	OF	COPap	1,58 <sup>a</sup>	0,22	2,20 <sup>b</sup>	0,33	3,14 <sup>c</sup>	0,55	1,55 <sup>a</sup>	0,23
		COPml	1,43 <sup>a</sup>	0,23	1,80 <sup>b</sup>	0,33	1,99 <sup>b</sup>	0,15	1,29 <sup>a</sup>	0,20
P2	OA	COPap	1,33 <sup>a</sup>	0,18	2,07 <sup>b</sup>	0,67	2,78 <sup>c</sup>	0,72	1,30 <sup>a</sup>	0,41
		COPml	1,19 <sup>a</sup>	0,14	1,17 <sup>a*</sup>	0,34	1,43 <sup>a</sup>	0,42	1,22 <sup>a</sup>	0,12
	OF	COPap	1,59 <sup>a</sup>	0,12	2,27 <sup>b</sup>	0,44	2,93 <sup>c</sup>	0,76	1,54 <sup>a</sup>	0,26
		COPml	1,33 <sup>a</sup>	0,15	1,55 <sup>a</sup>	0,36	1,41 <sup>a</sup>	0,28	1,29 <sup>a</sup>	0,22
P3	OA	COPap	0,88 <sup>a</sup>	0,14	1,32 <sup>b</sup>	0,20	1,86 <sup>c*</sup>	0,11	0,79 <sup>a</sup>	0,16
		COPml	1,18 <sup>a</sup>	0,10	1,80 <sup>b*</sup>	0,30	2,39 <sup>c*</sup>	0,16	1,09 <sup>a</sup>	0,05
	OF	COPap	0,98 <sup>ab</sup>	0,14	1,33 <sup>bc</sup>	0,25	1,52 <sup>c</sup>	0,20	0,83 <sup>a</sup>	0,09
		COPml	1,31 <sup>a</sup>	0,13	2,03 <sup>b</sup>	0,42	2,70 <sup>c</sup>	0,18	1,20 <sup>a</sup>	0,15

<sup>abc</sup> Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) em relação aos grupos (*Bonferroni*). \* Indica diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre as condições visuais (*Bonferroni*).

Em relação às bases de apoio, a P3 é a que apresenta as maiores diferenças em relação às demais para a variável COPap, com os menores valores de oscilação, a medida que P1 e P2 não diferem entre si para essa variável em todos os grupos e situações. Já para o sentido médio-lateral ocorre um comportamento diferente em relação aos grupos estudados,

sendo que os grupos G2 e G3 mostram diferenças quando se comparam as bases P1 e P2 (maiores valores de oscilação para P1), com exceção do G2 com os olhos fechados, enquanto que para G1 e G4 não há diferença ao se comparar as bases de apoio para o COPml, como indica a Tabela 3.

**Tabela 3:** Valores de média ( $\bar{X}$ ) e desvio padrão (S) das variáveis COPap e COPml nas diferentes bases de apoio, em ambas as condições visuais.

Condições	Variáveis (cm)	P1		P2		P3		
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	
G1	OA	COPap	1,40 <sup>b</sup>	0,12	1,33 <sup>ab</sup>	0,18	0,88 <sup>a</sup>	0,14
		COPml	1,29 <sup>a</sup>	0,15	1,19 <sup>a</sup>	0,14	1,18 <sup>a</sup>	0,10
	OF	COPap	1,58 <sup>b</sup>	0,22	1,59 <sup>b</sup>	0,12	0,98 <sup>a</sup>	0,14
		COPml	1,43 <sup>a</sup>	0,23	1,33 <sup>a</sup>	0,15	1,31 <sup>a</sup>	0,13
G2	OA	COPap	1,93 <sup>b</sup>	0,36	2,07 <sup>b</sup>	0,67	1,32 <sup>a</sup>	0,20
		COPml	1,66 <sup>b</sup>	0,21	1,17 <sup>a</sup>	0,34	1,80 <sup>b</sup>	0,30
	OF	COPap	2,20 <sup>b</sup>	0,33	2,27 <sup>b</sup>	0,44	1,33 <sup>a</sup>	0,25
		COPml	1,80 <sup>ab</sup>	0,33	1,55 <sup>a</sup>	0,36	2,03 <sup>b</sup>	0,42
G3	OA	COPap	2,69 <sup>b</sup>	0,35	2,78 <sup>b</sup>	0,72	1,86 <sup>a</sup>	0,11
		COPml	1,85 <sup>b</sup>	0,41	1,43 <sup>a</sup>	0,42	2,39 <sup>c</sup>	0,16
	OF	COPap	3,14 <sup>b</sup>	0,55	2,93 <sup>b</sup>	0,76	1,52 <sup>a</sup>	0,20
		COPml	1,99 <sup>b</sup>	0,15	1,41 <sup>a</sup>	0,28	2,70 <sup>c</sup>	0,18
G4	AO	COPap	1,36 <sup>b</sup>	0,22	1,30 <sup>b</sup>	0,41	0,79 <sup>a</sup>	0,16
		COPml	1,17 <sup>a</sup>	0,17	1,22 <sup>a</sup>	0,12	1,09 <sup>a</sup>	0,05
	OF	COPap	1,55 <sup>b</sup>	0,23	1,54 <sup>b</sup>	0,26	0,83 <sup>a</sup>	0,09
		COPml	1,29 <sup>a</sup>	0,20	1,29 <sup>a</sup>	0,22	1,20 <sup>a</sup>	0,15

<sup>abc</sup> Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) em relação as diferentes bases de apoio (*Bonferroni*).

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar se a estabilidade corporal é alterada pela gestação e como o equilíbrio é influenciado pelo uso de diferentes bases de apoio e pela sensibilização do sistema visual em diferentes fases da gestação.

No presente estudo, os resultados demonstram aumento da instabilidade corporal durante o período de gestação, assim como estudos de Jang, Hsiao e Hsiao-Weckslar (2008), Butler et al. (2006a) e Butler et al. (2006b) tanto com quanto sem a sensibilização do sistema visual (Tabela 2). Comparando-se os valores do grupo controle com os valores do grupo das gestantes, percebeu-se um aumento progressivo de instabilidades com avançar da gestação, sugerindo que nesse período ocorrem mudanças significativas no controle postural das gestantes.

As semelhanças no equilíbrio corporal das gestantes em relação ao grupo controle foram observadas em ambas as variáveis analisadas (COPap e COPml) para o grupo 1, nas três bases de apoio estudadas, em ambas as condições sensoriais, o que indica que o início do período gestacional não é o mais acometido pelas alterações no equilíbrio. Esses dados são semelhantes aos encontrados por Butler et al. (2006a) os quais evidenciaram que o equilíbrio foi diminuindo no segundo e no terceiro trimestres, tanto com olhos abertos quanto com olhos fechados, comparados aos valores de mulheres não gestantes. O mesmo foi observado no estudo de Jang, Hsiao e Hsiao-Weckslar (2008) que avaliou 15 gestantes (GG) e um grupo controle de não gestantes (GC). As gestantes foram avaliadas a cada quatro semanas e respectivamente na 6<sup>a</sup>, 12<sup>a</sup> e 24<sup>a</sup> semanas após o parto. Os resultados mostram diferenças, estatisticamente, significativas entre os grupos estudados a partir da 20<sup>a</sup> semana gestacional. Durante a gestação ocorreu aumento da oscilação corporal na direção ântero-posterior diminuindo os valores de oscilação após o parto. Na direção médio-lateral as oscilações permaneceram estáveis durante a gravidez, mas aumentadas após o parto (JANG; HSIAO; HSIAO-WECKSLER, 2008).

Segundo Butler et al. (2006b), o ganho de peso gradativo característico do primeiro trimestre da gestação, explica a falta de diferença no equilíbrio corporal no primeiro trimestre gestacional em comparação a não gestantes. A partir do segundo e terceiro trimestres com um ganho de peso maior o que pode explicar a diminuição em estabilidade postural durante essas fases da gestação. O ganho de peso, o aumento da altura do CG e a frouxidão ligamentar combinados provocam as alterações no equilíbrio durante a gestação (BUTLER et al., 2006b).

Hue et al. (2007) afirmam que o aumento do peso, causado pelo aumento da massa corporal, causa maiores instabilidades, em virtude do centro de massa do corpo mover-se para frente, afetando assim a estabilidade postural em resposta às perturbações que ocorrem pela relação entre a posição do centro de massa e a resposta do torque do tornozelo a este movimento. Além disso, as instabilidades corporais também são causadas pela diminuída habilidade dos mecano-receptores em receber as sensações cutâneas com ganho de massa do corpo e a alteração da área de contato dos pés que faz com que as pressões sejam maiores, reduzindo a captação da informação sensorial (HUE et al., 2007).

Com o ganho de peso aumenta-se o torque necessário para manter o equilíbrio, causando um aumento na atividade muscular envolvida para atuar motoramente na tarefa de trazer o centro de massa de volta para dentro da base de apoio, o que aumenta os valores das variáveis de oscilação, já que o corpo em posição ereta é frequentemente comparado com um sistema de pêndulo, movendo-se pelo eixo dos tornozelos (DUARTE, 2000). Essa distribuição anormal de massa, principalmente na região do abdome, causa, por exemplo, um desequilíbrio para frente, devendo haver uma resposta necessária de torque do tornozelo, para recuperar o equilíbrio, de magnitude muito alta, fato este recorrente durante a gestação (DUARTE, 2000).

Quando se investigou a influência da visão sobre ambas as variáveis nas três bases de apoio (Tabela 2) observou-se que a partir do G2 ocorre uma maior dependência da informação visual. Esses dados vão ao encontro da literatura consultada que afirma que a informação visual é importante para manter a estabilidade durante a gestação (BUTLER et al., 2006a; BUTLER et al., 2006b).

Em estudo de Butler et al. (2006b) as maiores diferenças comparando-se as condições olhos abertos e olhos fechados ocorreram no terceiro trimestre da gestação, denotando que com o avançar do período gestacional ocorre aumento da dependência visual, permanecendo assim até alguns meses após o parto.

Segundo Buchanan e Horak (1999) o sistema visual contribui para manter o balanço natural do corpo distante dos limites da base de apoio, informando como fixar a posição da cabeça e do tronco quando o centro de massa é perturbado pela translação da base de apoio. Para a lenta translação da base de apoio, os mesmos autores propõem que o SNC tolera oscilações do campo visual e escolhe informações vestibulares e proprioceptivas para o controle postural. Os autores do presente estudo atribuem as não diferenças reportadas ao mecanismo de compensação. Segundo Ruwer, Rossi e Simon (2005) com a ausência de apenas um sistema sensorial os demais serão capazes de realizar uma compensação, mas se dois ou mais estiverem ausentes uma maior instabilidade ocorrerá e uma queda torna-se mais recorrente.

Outro aspecto que merece destaque é a modificação da base de apoio durante a gestação e após o parto, atuando como uma estratégia do sistema de controle postural para manter a estabilidade corporal e evitar as quedas (JANG; HSIAO; HSIAO-WECKSLER, 2008). Jang, Hsiao e Hsiao-Weckslar (2008) relataram um aumento da base de apoio, que variou entre 17,9 cm e 20,6 cm entre a 16<sup>a</sup> e a 36<sup>a</sup> semanas de gestação, chegando a 21,9 cm na 40<sup>a</sup> semana de gestação. Logo após o parto houve uma diminuição para 17,6 cm e esta foi para 17,7 cm na 24<sup>a</sup> semana após o parto.

Quando as diferentes bases foram comparadas (Tabela 3) encontraram-se diferenças nas duas direções estudadas, sendo que no sentido ântero-posterior a P3, tanto com quanto sem a informação visual, foi a que mais se diferenciou estatisticamente das demais, sendo que nesta base os limites de estabilidade encontram-se aumentados neste sentido, com os menores valores de oscilação corporal. Uma possível explicação para isso estaria vinculada ao número de graus de liberdade na direção ântero-posterior, relacionado ao maior número de articulações envolvidas para manutenção do equilíbrio, quando comparada à direção médio-lateral, pois esta

se resumiria basicamente a articulação do quadril e também em função da anatomia do tornozelo (MOCHIZUKI et al., 2006). A não diferença reportada entre as demais bases justifica-se por não ocorrer um aumento da base de apoio para a direção ântero-posterior como ocorre na P3. Esses dados corroboram com Freitas e Duarte (s.d.) que afirmam que o aumento da base de apoio, principalmente na direção ântero-posterior proporciona maior estabilidade ao indivíduo.

Um comportamento diferente foi encontrado em relação aos grupos estudados para o sentido médio-lateral no qual o equilíbrio é influenciado pelo aumento da base de apoio no sentido médio-lateral, apresentando dessa forma diferença entre P1 e P2 o que não ocorreu para o COPap. Acredita-se que durante o avançar da gestação uma pequena variação no tamanho da base de apoio, seja ela diminuindo no sentido médio-lateral (P1) ou aumentando no sentido ântero-posterior (P3), provoca diferenças significativas no equilíbrio corporal nessa direção. No terceiro trimestre da gestação qualquer alteração na base de apoio provoca alterações no equilíbrio para essa direção (médio-lateral), demonstrando que o final da gestação é mais sensível a modificações da base de apoio. Esses resultados corroboram com a literatura que afirma que o equilíbrio é influenciado pela manipulação da base de apoio (DUARTE, 2000; LATASH et al., 2003; MOCHIZUKI et al., 2006; MANN et al., 2008).

Segundo Horak e Macpherson (1996) o tamanho da base de apoio ou suporte e a distância relativa entre o centro de massa e a base de suporte, devem ser considerados como fatores que interferem no equilíbrio corporal. Quanto maior sua área, maiores são os limites de estabilidade do indivíduo e maior é a área disponível para o indivíduo controlar seu centro de massa e manter a estabilidade corporal. Mesmo assim, qualquer interferência sensorial seja ela visual (privação da visão), somatossensorial (variação da base de apoio) ou vestibular (hipofusão, estimulação elétrica ou térmica) influenciará no equilíbrio corporal (MANN et al., 2008).

Winter et al. (1996) reportaram que quando os membros inferiores são posicionados paralelamente na largura do quadril, os músculos adutores/abdutores do quadril são responsáveis pelo controle postural na direção médio-lateral por um mecanismo de contração/relaxamento, enquanto que os músculos do tornozelo regulam o controle postural na direção ântero-posterior. Já, em uma posição onde os membros inferiores são posicionados um a frente do outro, ambos os mecanismos (estratégia de quadril e de tornozelo) atuam separadamente, mas não de forma independente para a regulação do equilíbrio na direção médio-lateral (WINTER et al., 1996). Os resultados do presente estudo vão ao encontro destas considerações, uma vez que, a COPap na P3 é menor que na P1 e na P2.

Essas informações são corroboradas pelo estudo de Mochizuki et al. (2006) os quais realizaram um estudo com nove indivíduos saudáveis, com objetivo de verificar mudanças durante a oscilação postural frente a manipulação da base de apoio. Os resultados mostram que o aumento de oscilação foi mais pronunciado quando a menor base de apoio foi utilizada. Segundo os mesmos autores, até mesmo pequenas alterações na base de apoio têm grande influência sobre o equilíbrio corporal. Schieppati et al. (1994) investigaram a influência de diferentes bases de apoio e da informação visual no equilíbrio corporal na direção ântero-posterior em

indivíduos normais e idosos patológicos. Esses autores observaram maior oscilação quando o COP estava perto dos limites de estabilidade (base de apoio reduzida). Os autores concluíram que a maior oscilação encontrada não indicou maior instabilidade corporal, mas uma exploração intencional da base de apoio para a manutenção da postura naquela posição. Esses achados corroboram com os resultados aqui encontrados, uma vez que, acredita-se que o aumento de oscilação corporal pode estar relacionado a uma adaptação neuromuscular ou a uma estratégia compensatória para manter a postura ereta em uma situação, em que a projeção vertical do centro de gravidade se encontre próximo aos limites da base de apoio.

## Conclusão

As gestantes apresentaram maiores instabilidades corporais nas variáveis indicativas de equilíbrio corporal, tanto com quanto sem a informação visual, quando comparadas às mulheres não gestantes, nas três bases de apoio estudadas, principalmente nas fases mais avançadas da gestação. Este fato confirma que a gestação provoca maiores instabilidades corporais, principalmente a partir do segundo trimestre da gestação. A supressão da informação visual afetou a estabilidade corporal das gestantes e o uso de diferentes bases de apoio ou posicionamento dos pés é outro fator de diferenças nas oscilações corporais.

As principais implicações dos resultados obtidos neste estudo é que a partir da 22ª semana de gestação há necessidade de maiores cuidados e medidas preventivas para manter a estabilidade corporal e evitar as quedas, já que se evidenciou que maiores instabilidades corporais acontecem nesse período. Situações em que a ausência da visão está presente, bem como situações estáticas ou dinâmicas em que diferentes posicionamentos de pés são necessários requerem cuidados especiais. Uma maior percepção corporal é requerida para minimizar os desequilíbrios existentes e pode ser estimulada pela prática de exercícios físicos.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Diego Spagnuolo pela vetorização das figuras.

## Referências

- BACSI, A. M.; COLEBATCH, J. G. Evidence for reflex and perceptual vestibular contributions to postural control. *Exp Brain Res.*, v. 160, n. 1, p. 22-28, 2005.
- BIRCH, K. et al. Stature loss and recovery in pregnant women with and without low back pain. *Am Acad Phys Med Rehabil.*, v. 84, n. 4, p. 507-512, 2003.
- BOVE, M.; NARDONE, A.; SCHIEPPATI, M. Effects of leg muscle tendon vibration on group Ia and group II reflex responses to stance perturbation in humans. *J Physiol.*, v. 550, n. 1, p. 617-630, 2003.
- BUCHANAN, J. J.; HORAK, F. B. Emergence of postural patterns as a function of vision and translation frequency. *J*

**Physiol.**, v. 81, n. 5, 2325-2339, 1999.

BUTLER, E. E. et al. An investigation of gait and postural balance during pregnancy. **Gait Post.**, v. 24 (suppl. 2), p. 128-129, 2006a.

BUTLER, E. E. et al. Postural equilibrium during pregnancy: Decreased stability with an increased reliance on visual cues. **Am J Obstet Gynecol.**, v. 195, n. 4, p. 1104-1108, 2006b.

CARPES, F. P. et al. Women able-bodied gait kinematics during and post pregnancy period. **Rev Bras Biomec.**, v. 9, n. 16, p. 33-40, 2008.

CARPES, F. P.; REINEHR, F. B.; MOTA, C. B. Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: a pilot study. **JBMT.**, v. 12, n. 1, p. 22-30, 2008.

CESARI, H.; DUARTE, M. Modelagem do controle postural humano. **Motor Control**, v. 39, n. 1, p. 12-27, 2001.

DUARTE, M. **Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática** 2000. 87 f. Tese (Livre Docência na área de Biomecânica) - Departamento de Biodinâmica do Movimento do Corpo Humano, Universidade de São Paulo; 2000.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. **Rev. Bras. Fisioter.** v. 14, n.3, p. 183-192, 2010.

FREITAS, S. M. S. F.; DUARTE, M. **Métodos de Análise do Controle Postural.** p. 1-13, SD.

HORAK, F. B.; MACPHERSON, J. M. Postural orientation and equilibrium: exercise: regulation and integration of systems multiple. In: ROWELL, L. B.; SHEPARD, J. T. **Handbook of physiology.** New York: Oxford University Press, 1996. p. 255- 292.

HUE, O. et al. Body weight is a strong predictor of postural stability. **Gait Post.**, v. 26, n. 1, p. 32-38, 2007.

JANG, J.; HSIAO, K. T.; HSIAO-WECKSLER, E. T. Balance (perceived and actual) and preferred stance width during pregnancy. **Clin Biomech.**, v. 23, n. 4, p. 468-476, 2008.

LATASH, M. L. et al. Movement sway: changes in postural sway during voluntary shifts of the center of pressure. **Exp Brain Res.**, v. 150, n. 3, p. 314-324, 2003.

MANN, L. et al. A utilização de diferentes bases de apoio com e sem informação visual na manutenção do equilíbrio corporal de idosas. **Acta ORL**, v. 26, n. 4, p. 14-29, 2008.

MANN, L. et al. Gestação: equilíbrio corporal, dor lombar e quedas. **Rev Bras Biomec.**, v. 9, n. 18, p. 14-21, 2009.

MANN, L. et al. Influência dos sistemas sensoriais na manutenção do equilíbrio em gestantes. **Fisioter Mov**, v. 24, n. 2, p. 315-25, 2011.

MEEREIS, E. C. W. et al. Deficiência visual: uma revisão focada no equilíbrio postural, desenvolvimento psicomotor e intervenções. **R. bras. Ci. e Mov**, v. 19, n. 1, p. 108-113, 2011.

MERGNER, T. et al. Human postural responses to motion of real and virtual visual environments under different support base conditions. **Exp Brain Res.**, v. 167, n. 4, p. 535-556, 2005.

MOCHIZUKI, L. et al. Changes in Postural Sway and Its Fractions in Conditions of Postural Instability. **J Appl Biomech.**, v. 22, n. 1, p. 51-60, 2006.

OLIVEIRA, D. N.; BARRETO, R. R. A avaliação do equilíbrio estático em deficientes visuais adquiridos. **Revista Neurociências**, v. 13, n. 3, p. 122-127, 2005.

RAMOS, B. M. B. **Influência de um programa de atividade física no controle do equilíbrio de idosos.** 2003. 65 f. Monografia (Bacharel em Educação Física) - Departamento de Biodinâmica, Universidade do Estado de São Paulo; 2003.

RUWER, S. L.; ROSSI, A. G.; SIMON, L. F. Equilíbrio no idoso. **Rev Bras Otorrinolaringol.**, v. 71, n. 3, p. 298-303, 2005.

SÁ, C. G.; BIM, C. R. Análise estabilométrica pré e pós-exercícios fisioterapêuticos em crianças deficientes visuais. **Fisioter Mov**, v. 25, n. 4, p. 811-819, 2012.

SCHIEPPATI, M. et al. Subjective perception of body sway. **J Neurol Neurosurg Psychiatry.**, v. 66, n. 3, p. 313-322, 1999.

SCHIEPPATI, M. et al. The limits of equilibrium in young and elderly normal subjects and in parkinsonians. **Electroencephalogr Clin Neurophysiol.**, v. 93, n. 4, p. 286-298, 1994.

TAKALA, E. P.; KORHONEN, L.; VIKARI-JUNTURA, E. Postural sway and stepping response among working population: reproducibility, long-term stability, and associations with symptoms of the low back. **Clin Biomech.**, v. 12, n. 8, p. 429-431, 1997.

TEIXEIRA, et al. Equilíbrio corporal e exercícios físicos: uma investigação com mulheres idosas praticantes de diferentes modalidades. **Acta Fisiátrica**, v. 15, n. 3, p. 154-157, 2008.

TRESCH, M. C. A balanced view of motor control. **Nat Neurosci.**, v. 10, n. 10, p. 1127-1128, 2007.

WINTER, D. A. et al. Unified theory regarding A/P and M/L balance in quiet stance. **J Neurophysiol.**, v. 75, n. 6, p. 2334-2343, 1996.