

CURVATURA LOMBAR E INCLINAÇÃO DO TRONCO DURANTE O PERÍODO GESTACIONAL¹

LUMBAR CURVATURE AND THE TRUNK INCLINATION ALONG PREGNANCY

Fernanda Antico BENETTI²

Cíntia PEGORETTI^{2,5}

Daniela Saldanha WITTIG²

Pedro Paulo DEPRÁ^{2,3}

Mário Hebling CAMPOS²

José Hugo SABATINO⁴

René BREZIKOFER²

RESUMO

Objetivo

Acompanhar a adaptação da curvatura lombar e da inclinação do tronco durante o período gestacional e após o parto.

Métodos

Trabalho descritivo, incluindo cinco gestantes livres de doenças. A forma da coluna vertebral em toda sua extensão foi representada por uma curva contínua seguindo a linha definida pelos processos vertebrais. A metodologia utilizada é não invasiva, baseada na reconstrução tridimensional por videogrametria de marcadores aderidos à pele do dorso da gestante. A descrição quantitativa da forma da curva foi obtida aplicando o conceito de curvatura geométrica bidimensional.

¹ Artigo elaborado a partir da dissertação de F. A. BENETTI, intitulada "Análise quantitativa das adaptações da coluna vertebral em mulheres grávidas". Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas. 2004. *E-mail*: fernandabenetti@ig.com.br.

² Laboratório de Instrumentação para Biomecânica, Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas. Rua Érico Veríssimo, 701, Cidade Universitária, 13083-851, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: F. A. BENETTI. *E-mail*: <fernandabenetti@ig.com.br>.

³ Departamento de Educação Física, Faculdade Estadual de Maringá. Maringá, PR, Brasil.

⁴ Departamento de Tocoginecologia, Hospital das Clínicas, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, Brasil.

⁵ Faculdade de Educação Física, Faculdades Integradas de Amparo. Amparo, SP, Brasil.

Conseguiu-se, assim, uma medição direta e detalhada tanto da curvatura na região lombar quanto da inclinação do tronco. As coletas de dados foram realizadas em quatro momentos da gestação e após o parto, com as gestantes em posição estática. Os resultados de cada gestante foram normalizados para destacar os efeitos da gestação frente à grande variabilidade postural entre os sujeitos.

Resultados

O grupo de voluntárias analisadas apresentou aumento significativo da curvatura na região lombar e inclinação significativa posterior do tronco. No pós-parto, observaram-se redução da lordose e inclinação anterior do tronco.

Conclusão

As alterações observadas ao longo da gestação foram acentuação da lordose e inclinação posterior do tronco, com tendência inversa no período pós-parto.

Termos de Indexação: coluna vertebral, gravidez, lordose.

A B S T R A C T

Objective

Accompany the adaptation of lumbar spine curvature and trunk inclination during pregnancy and early postpartum.

Methods

Descriptive study using five pregnant women, free of diseases. The shape of the spine in all its extension was represented by a continuous curve following the line determined by the vertebral processes. The methodology is non invasive and based on the videogrametric three-dimensional reconstruction of markers adhered to the skin on the backs of the volunteers. The quantitative description of the shape of the curve was based on the concept of two-dimensional geometric curvature. Thus, a direct and detailed measurement of both variables: the curvature in the lumbar region and the inclination of the trunk, were obtained. Five measurements were taken, four at distinct moments during the pregnancy and the last one at eight weeks postpartum. All measurements were taken in the static position. The results for each volunteer were normalized in order to partially neutralize the high inter-volunteer variability and emphasize the effect of pregnancy.

Results

The group of volunteers analyzed presented a significant increase in lumbar curvature and a significant posterior inclination of the trunk as pregnancy progressed. The postpartum values for both variables showed an irregular tendency to decline.

Conclusion

Lumbar lordosis increased throughout pregnancy and decreased postpartum. The trunk inclined forward during pregnancy and backward postpartum.

Indexing terms: spine, pregnancy, lordosis.

INTRODUÇÃO

A coluna vertebral humana desempenha papel importante tanto na postura estática como

durante os movimentos do corpo. Na gravidez, ela tem suas características modificadas por um aumento considerável do peso do abdome, explicado pela

presença do feto, placenta e líquido amniótico e por ação hormonal (relaxina)¹⁻³.

A acentuação da lordose e a inclinação posterior do tronco estão descritas como sendo comuns na gravidez^{1,2}. O efeito é relacionado principalmente ao deslocamento anterior do centro de gravidade devido ao aumento do peso. Segundo a clássica descrição do fenômeno, para manter a projeção do centro de massa na área de sustentação na posição ereta, a pelve se inclina anteriormente e a região torácica se dobra posteriormente^{1,2}.

Na literatura médica, encontramos estudos qualitativos que tratam de tais mudanças^{2,4}, porém observa-se escassez de estudos quantitativos analisando alterações na geometria da coluna em função do tempo de gestação. A quantificação da lordose lombar, em geral, é obtida a partir do ângulo medido entre tangentes às regiões torácica e sacral^{3,5-7}. Esse ângulo quantifica uma curva média lombar sem detalhar a variação do grau das curvaturas nessa região.

Gilleard et al.³ filmaram nove grávidas, em quatro sessões, no decorrer da gestação e oito semanas após o parto, nas posições em pé e sentada. Analisaram as mudanças ocorridas no alinhamento da pelve e da coluna vertebral através de três segmentos considerados rígidos: pelve, tórax e cabeça. Observaram, posteriormente, anteversão da pelve e inclinação do tronco, mas não significativas durante a gestação. A curva lombar foi obtida a partir do ângulo entre os segmentos pélvicos e torácicos e não mostrou evolução significativa durante a gestação. É interessante observar que a variabilidade das grandezas observada entre os diferentes sujeitos foi maior que a evolução das mesmas variáveis ao longo da gestação; essas diferenças interpessoais podem ter mascarado as sutis adaptações intrapessoais durante a gravidez. No trabalho de Dumas et al.⁷ aparece também o mesmo efeito preponderante da heterogeneidade postural do grupo analisado em relação às adaptações provocadas pela gestação, e, nesse caso, a acentuação da curva lombar também não foi significativa.

São poucos os métodos não invasivos que permitem medir e quantificar, de forma detalhada, as curvas da coluna vertebral. Nosse⁸, Frobin & Hierholzer⁹ e Ortale et al.¹⁰ apresentam métodos que permitem descrever parcialmente as características da forma externa do dorso e da postura adotada, porém, não quantificaram desvios e alterações no alinhamento da coluna vertebral.

Brenzikofer et al.^{11,12} apresentaram metodologia que trata a coluna vertebral como uma curva contínua no espaço tridimensional, que segue a linha virtual desenhada pelos processos espinhosos das vértebras, desde a região sacral até a cervical, em cada instante do movimento. Essa curva é obtida a partir de marcadores colocados, ao longo da curva representativa, a cada dois centímetros. A quantificação detalhada das curvas, em toda a extensão da coluna, é descrita usando o conceito de curvatura geométrica bidimensional. O método oferece alta sensibilidade e precisão melhor que 5% da variação observada^{11,12}. Desenvolvido para posturas dinâmicas, neste trabalho, o método foi adaptado para a postura estática de gestantes.

Este trabalho visa quantificar as adaptações da forma da coluna vertebral, principalmente na região lombar, e da inclinação do tronco ao longo da gestação na posição estática. Para isso, utilizamos o método mencionado acima por apresentar as seguintes vantagens: não é invasivo; não há contato físico com a gestante durante as medições; modela a coluna como um órgão contínuo e flexível; oferece adequada precisão e sensibilidade; tem boa adaptabilidade nos diferentes períodos da gestação e é de baixo custo.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo que prevê o acompanhamento da evolução da curvatura da coluna vertebral e da inclinação do tronco da gestante, avaliadas uma vez a cada trimestre da gestação e no pós-parto. O projeto e os procedimentos experimentais do estudo foram submetidos e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da

Unicamp. Para participar do experimento as voluntárias não poderiam apresentar sinais de ameaça de aborto ou parto prematuro, risco gestacional (hipertensão, diabete etc.) e sinais ou sintomas de antecedentes que levassem a suspeitas de alterações no sistema locomotor e, em especial, na coluna vertebral. Todas deveriam participar de pelo menos três coletas de dados durante a gestação.

Doze gestantes se inscreveram no programa. No entanto, quatro delas não compareceram às primeiras coletas, reduzindo a amostra a oito gestantes. As participantes foram informadas a respeito dos procedimentos e, então, assinaram o 'Termo de Consentimento Livre e Esclarecido'. No decorrer da pesquisa, três voluntárias apresentaram intercorrências e foram descontinuadas do estudo, concluído com cinco gestantes, identificadas como G1, G2, G3, G4 e G5.

Durante a primeira sessão foi realizada a avaliação médica, preenchida uma ficha de identificação com dados pessoais, número de partos anteriores etc, e feita a avaliação antropométrica, que registrou os seguintes valores: idade entre 26 e 38 anos, altura entre 1,52 e 1,64m e peso entre 62,5 e 83,0kg. As medidas antropométricas foram repetidas a cada sessão de coleta de dados. O peso e a altura foram medidos por balança biomédica, e a circunferência abdominal, com o auxílio de uma fita métrica na região de maior circunferência da área.

Cinco coletas de dados foram realizadas. Quatro delas em momentos representativos das seguintes semanas de gestação (média \pm desvio padrão): 10 \pm 2, 19 \pm 1, 27 \pm 4, 35 \pm 2 e uma última coleta foi realizada oito semanas após o parto. Uma das gestantes apresentou parto prematuro e não compareceu à quarta coleta.

Os procedimentos experimentais para a obtenção da representação da coluna vertebral compreenderam: marcação do dorso da voluntária, registro videográfico da postura ereta estática, cálculo da localização 3D dos marcadores e obtenção da curva representativa e de suas características. Todos esses procedimentos são de caráter não invasivo, não sendo considerados prejudiciais à gestação.

A marcação da coluna foi feita com discos adesivos analérgicos de cinco milímetros de diâmetro, colocados a cada dois centímetros ao longo da linha definida pelos processos espinhosos das vértebras. Mais cinco pares de marcadores foram colocados de cada lado da coluna para a identificação futura de regiões anatômicas de interesse, como as espinhas ilíacas póstero-superiores (EIPS) e os processos vertebrais L4, T12, T6, T1. A marcação seguiu a metodologia de Brenzikofer et al.^{11,12} e os pontos anatômicos foram localizados por meio de palpação¹³.

No registro da postura da gestante, foram utilizadas duas câmeras de vídeo digitais posicionadas no plano sagital posteriormente à voluntária, focando seu dorso. O volume de interesse foi previamente calibrado para permitir a reconstrução tridimensional da posição dos adesivos em relação a um sistema de referência fixo. A localização 3D dos marcadores foi obtida por técnicas videogramétricas convencionais, usando o sistema para análise tridimensional de movimentos humanos Dvideow^{14,15}.

A curva contínua, representativa da coluna vertebral, foi quantificada por funções polinomiais $P_x(z)$ no plano sagital (xz) e $P_y(z)$ no plano frontal (yz), funções parametrizadas na coordenada vertical z e ajustadas às coordenadas 3D dos marcadores pelo método dos quadrados mínimos¹⁶. Na descrição das características da curva representativa usamos o conceito de "curvatura geométrica bidimensional", definido como o inverso do raio da circunferência que tangencia e se ajusta à curva na região considerada¹⁷. Essa variável quantifica o grau de curvatura e é calculada por meio das primeiras e segundas derivadas das funções polinomiais. O valor adotado como representativo da curvatura lombar foi o valor máximo da curvatura geométrica registrado nessa região da coluna.

A inclinação do tronco foi analisada através da tangente do ângulo do vetor, definido do marcador de L4 ao de T6, e a vertical. Valores crescentes indicam inclinações posteriores desse segmento do tronco¹⁸.

Com o intuito de neutralizar a grande variabilidade interpessoal entre as características posturais das voluntárias, como constatado nos trabalhos de Wu et al.⁵, Lee et al.⁶ e Dumas et al.⁷, e permitir que os efeitos intra-individuais originados pela evolução da gestação se destacassem, realizamos a normalização dos dados brutos obtidos. Como mencionado em Sadeghi¹⁹, a normalização de dados é rotina e consiste em introduzir um fator de escala fixo e individual. Nesse trabalho usamos como fator de normalização, para cada gestante e cada variável, o valor médio dessa variável durante a gestação; cada resultado experimental obtido foi dividido pela média no período. Dessa forma, as variáveis passam a ser adimensionais e mostram todas as variações em torno da unidade, podendo assim ser comparadas. Não há perda de informação, pois o valor original pode ser obtido multiplicando o valor normalizado pelo fator de normalização.

Em cada sessão de coleta de dados, para caracterizar a amostra, usamos os conceitos de distância entre quartis e de mediana, que descrevem conjuntos de dados de forma mais robusta, não

dependendo da normalidade da distribuição da amostra²⁰. Gráficos em forma de *box plots* exploram essas distâncias entre quartis e foram utilizados para ilustrar a evolução do grupo de gestantes ao longo da gestação e no pós-parto.

As correlações entre a evolução das medianas do grupo e o tempo de gestação foram avaliadas através do coeficiente de correlação de Pearson²⁰. O nível de significância foi fixado em $p=0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observamos em todas as voluntárias e nos momentos das gestações estudados que, tanto para as curvaturas da coluna vertebral como para a inclinação do tronco, as maiores alterações ocorreram no plano sagital. No caso da curvatura da coluna, as principais adaptações foram observadas na região lombar.

Os valores experimentais, não normalizados, obtidos para a curvatura lombar e a inclinação do tronco são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Evolução da curvatura lombar, em 1/m durante a gestação, média utilizada para a normalização e curvatura após o parto.

Voluntários	Coletas	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Médias	Pós-parto
	Semanas	10	19	27	35		
G1		7,00	8,90	10,60	10,00	9,11	7,50
G2		7,20	6,30	7,00	7,50	7,01	7,80
G3		12,70	14,60	16,80	15,90	15,01	13,60
G4		5,10	4,50	5,60	7,30	5,61	6,00
G5		9,00	9,50	9,50	–	9,45	11,30

Tabela 2. Evolução da inclinação do tronco durante a gestação, média utilizada para a normalização e inclinação após o parto. A inclinação é adimensional.

Voluntários	Coletas	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	Médias	Pós-parto
	Semanas	10	19	27	35		
G1		0,12	0,14	0,20	0,32	0,19	0,23
G2		0,18	0,16	0,19	0,22	0,19	0,15
G3		0,15	0,23	0,23	0,19	0,20	0,17
G4		0,09	0,10	0,15	0,10	0,11	0,15
G5		0,11	0,08	0,09	–	0,08	0,14

Observam-se, em cada coleta (coluna), grandes faixas de variação interindividuais para as duas variáveis apresentadas nas Tabelas 1 e 2; essa variabilidade é comparada com a evolução intra-individual durante a gravidez (linhas). A diferença constatada levou-nos à normalização dos valores conforme descrito no método.

Os resultados normalizados, tanto de curvatura lombar como de inclinação do tronco, estão apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Os *boxplots* de cada figura apresentam as medianas (traço horizontal central) e as distâncias entre quartis dos dados do grupo de gestantes para cada coleta.

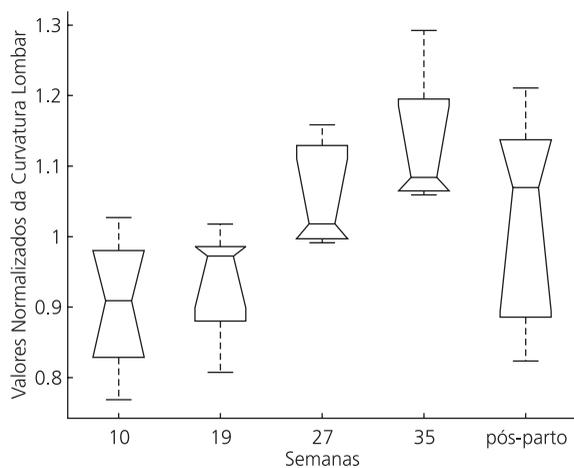


Figura 1. *Boxplots* mostrando a evolução das curvaturas lombares do grupo analisado ao longo da gestação e após o parto.

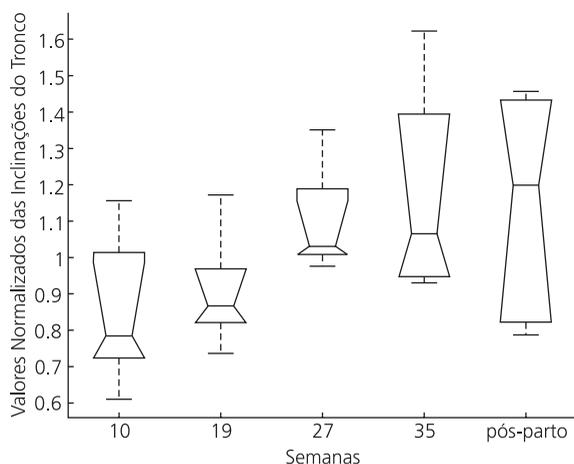


Figura 2. *Boxplots* mostrando a evolução da inclinação do tronco do grupo analisado ao longo da gestação e após o parto.

A correlação entre as medianas das curvaturas no plano sagital e o tempo de gestação mostrou acentuação significativa da curvatura na lombar no decorrer da gestação ($r=0,95$ e $p<0,05$). Essa acentuação ocorreu juntamente com um aumento da massa e da circunferência abdominal das gestantes. Após o parto, as curvaturas apresentaram diminuição de seus valores, assim como diminuição dos valores de massa corporal e de circunferência abdominal. Algumas gestantes apresentaram valores de curvaturas lombares próximos dos valores obtidos no início da gestação.

Quanto à inclinação do tronco, os resultados apresentaram uma inclinação posterior com correlação também significativa ($r=0,99$ e $p<0,05$) com a evolução da gestação. Após o parto, nem todas as gestantes retornaram o tronco à posição anterior.

Assim, detectamos efeitos significativos de acentuação da lordose lombar e inclinação posterior do tronco no decorrer da gestação. O fato de as pesquisas de Gilleard et al.³ e de Dumas et al.⁷ detectarem tendências no mesmo sentido, mas sem significância estatística, mesmo trabalhando com amostras maiores, leva-nos a apontar duas diferenças metodológicas importantes entre este trabalho e os dos autores citados.

O método Brenzikofer et al.^{11,12}, adaptado para o presente trabalho, representa a coluna como curva contínua e acessa a curva lombar diretamente a partir de oito a dez marcadores aderidos à pele, o que permite maior detalhamento e precisão, além da escolha da curvatura máxima da região como variável característica. Ao contrário, os autores mencionados acima estimam a lordose lombar de maneira indireta, por extrapolação das regiões torácica e sacra.

A normalização adotada neste estudo, sem perda de informação, destacou as adaptações provocadas pela gestação, tanto na curvatura lombar como na inclinação do tronco, evitando que a grande variabilidade postural entre as pessoas pesquisadas pudesse mascarar os efeitos procurados, como parece ter acontecido nos trabalhos referidos.

CONCLUSÃO

As alterações observadas ao longo do período de gestação foram a acentuação da lordose e a inclinação posterior do tronco, com tendência inversa no período pós-parto. Apesar do reduzido número de voluntárias, o método utilizado se mostrou potencialmente preciso e sensível, indicando a necessidade de aumento da amostra para a validação dos resultados.

REFERÊNCIAS

1. Cunningham et al. Williams obstetrícia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1983.
2. Rezende J, Coslouky S. Obstetrícia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. p.130.
3. Gilleard WL, Crosbie J, Smith R. Static trunk postura in sitting and standing during pregnancy and early postpartum. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83(12): 1739-44.
4. Leon J. Tratado de obstetrícia. Rio de Janeiro: Salvat; 1968.
5. Wu W, Meijer OG, Lamoth CJ, Uegaki K, van Dieen JH, Wuisman PI, et al. Gait coordination in pregnancy: transverse pelvic and thoracic rotations and their relative phase. *Clin Biomech.* 2004; 19(5):480-8.
6. Lee YH, Her LL, Tsuang YH. A comparison of sitting posture adaptations of pregnant and non-pregnant females. *Int J Ind Ergonomics.* 1999; 23(5-6):391-6.
7. Dumas GA, Reid JG, Wolfe LA, Griffin MP, McGrath MJ. Exercise, posture, and back pain during pregnancy. *Clin Biomech.* 1995; 10(2):98-103.
8. Nosse LJ. Measurement system for low back contour. *Phys Ther.* 1985; 65(8):1212-3.
9. Frobin W, Hierholzer E. Rasterstereography: a photogrammetric method for measurement of body surface. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.* 1981; 47(12):1717-24.
10. Ortale RL, Brenzikofer R, Ortale JR. Detecção das curvaturas e torções da coluna vertebral por meio de análise tridimensional quantitativa. *Bioikos.* 2000; 14(2):21-30.
11. Brenzikofer R, Barros RML, Lima Filho EC, Toma E, Bordini LS. Alterações no dorso e coluna vertebral durante a marcha. *Rev Bras Biom.* 2000; 1(1):21-6.
12. Brenzikofer R, Deprá PP, Lima Filho EC, Barros RML. Quantificação das curvaturas da coluna vertebral durante a marcha. *Anais 9º Congresso Brasileiro de Biomecânica.* 2001; 2:230-5.
13. Hoppenfeld S. Propedêutica ortopédica: coluna e extremidades. São Paulo: Atheneu; 1993.
14. Barros RML, Brenzikofer R, Leite NJ, Figueroa PJ. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise tridimensional de movimentos humanos. *Rev Bras Eng Biom.* 1999; 15(1-2):79-86.
15. Figueroa PJ, et al. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine.* 2002; 72(2):155-65.
16. Bevington PR. Data reduction and error analysis for the physical science. New York: McGraw-Hill Book Company; 1969.
17. Lang S. Cálculo. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico; 1970. v. 2.
18. Benetti FA. Análise quantitativa das adaptações da coluna vertebral em mulheres grávidas [tese]. Campinas: Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas; 2003.
19. Sadeghi H, Allard P, Shafie K, Mathieu PA, Sadeghi S, Prince F, et al. Reduction of gait data variability using curve registration. *Gait Posture.* 2000; 12(3):257-64.
20. Callegari-Jacques SM. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed; 2004.

Recebido para publicação em 27 de agosto de 2004 e aceito em 6 de maio de 2005.

