



O EFEITO DE UMA AULA DE PILATES NA POSTURA VERTEBRAL

Lívia de Siqueira Farah
Mário Hebling Campos
René Brenzikofer

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o efeito de uma aula de Pilates na configuração geométrica da coluna vertebral. Para este propósito, a curvatura da coluna de duas voluntárias foi analisada antes e após uma aula de Pilates. A coluna de cada voluntária foi representada por uma curva contínua obtida a partir de marcadores retro-refletivos aderidos à superfície da pele ao longo dos processos espinhosos no dorso. A localização tridimensional desses marcadores foi reconstruída por videogrametria convencional. As curvas foram projetadas no plano sagital e no plano frontal e quantificadas pelo conceito de curvatura geométrica bidimensional. Os resultados indicaram que as voluntárias apresentaram tendência de retificação da forma geométrica da coluna. Assim, os resultados sugerem que o método Pilates pode modificar a postura da coluna vertebral.

Palavras chave: pilates, coluna vertebral, postura, videogrametria.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the effect of a Pilates session in the spine geometrical configuration. For this purpose, the spine curvature of two volunteers was analyzed before and after a Pilates class. The spine of each volunteer was represented by a continuous curve obtained from retro-reflective markers adhered to the skin surface along the alignment of the spinous processes on the back. The three-dimensional localization of the markers was reconstructed by conventional videogrammetry. The curves were projected in the sagittal and in the frontal planes and quantified by two-dimensional geometrical curvature. The results indicate that both volunteers showed rectification tendency of the spine shape. Thus, the results suggest that Pilates method can modify the spine posture.

Key words: pilates, spine, posture, videogrammetry.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue el efecto de una clase de Pilates en la configuración geométrica de la columna vertebral. Con este fin, la curvatura de la columna vertebral en dos voluntarios fueron analizados antes y después de una clase de Pilates. La columna de cada tema fue representado por una curva continua obtenida de marcadores retro-reflectantes unido a la superficie de la piel sobre las



apófisis espinosas en la parte posterior. La ubicación tridimensional de estos marcadores fue reconstruido por videogrametria convencionales. Las cuervas se proyecta en el plano sagital y frontal y cuantificar con curvatura geométrica en dos dimensiones. Los resultados indicaron que los voluntarios tienden a enderezar la forma geométrica de la columna. Por lo tanto, los resultados sugeren que el método Pilates puede modificar la postura de la columna.

Palabras clave: pilates, columna vertebral, postura, videogrametría.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, ocorreu um aumento na popularidade do método Pilates e, conseqüentemente, no número de adeptos desta prática (Lange et al., 2000). É consensual que um dos principais objetivos desse método é a melhoria da postura (Segal et al., 2004; Lange et al., 2000; Blum, 2002). Embora amplamente praticado, as pesquisas científicas a respeito do método Pilates são ainda incipientes.

Alguns estudos sobre Pilates mostram uma preocupação na análise dos efeitos desse método no condicionamento físico e composição corporal (Segal et al., 2004; Otto et al., 2004; Carneiro et al. 2009), no processo de reabilitação (Bryan, 2003; Blum, 2002), na função dos músculos extensores e flexores do tronco (Kolyniak et al., 2006) e na habilidade de contração do músculo transverso abdominal (Herrington et al., 2005). O estudo de Emery et al. (2010) sugere que a postura vertebral, em especial na região torácica no plano sagital, é retificada com o treinamento de Pilates. Entretanto, a metodologia empregada neste estudo (Emery et al., 2010) não possibilitou avaliar os efeitos do método Pilates na coluna vertebral como um todo.

Neste sentido, estudos quantitativos sobre a curva vertebral com um todo têm trazido importantes contribuições para o melhor entendimento do comportamento postural humano. Munhoz (1995) fez uma análise tridimensional das adaptações posturais da coluna vertebral observadas nos indivíduos submetidos à sobrecarga progressiva unilateral, simulando a ação de sustentar uma criança. Também avaliando a postura estática, Benetti (2004) fez a análise quantitativa das adaptações da coluna vertebral por videogrametria em mulheres grávidas. Para as coletas estáticas, Benetti (2004) e Munhoz (1995) adotaram o método Brenzikofer de quantificação da curvatura vertebral, metodologia que está bem descrita em Brenzikofer et al. (2000) e que trata a coluna vertebral como uma curva contínua, permitindo analisá-la detalhadamente.

Este estudo objetivou analisar o efeito de uma aula de Pilates na configuração geométrica da coluna vertebral como um todo, através do método proposto em Brenzikofer et al. (2000).

MÉTODOS

Voluntárias e Marcação Dorsal

Duas voluntárias participaram deste experimento sendo ambas praticantes do método Pilates. Estão identificadas neste texto por V1 e V2 e suas características foram respectivamente 40 e 24 anos; 1,72 e 1,68 m de estatura; 67,0 e 57,3 kg de massa corporal; 16 e 24 meses de prática do método Pilates.

Para a marcação do dorso das voluntárias, foram utilizados marcadores adesivos analérgicos, retro-refletivos, com formato de discos planos de 6 mm de diâmetro.

Através de técnicas de anatomia palpatória, foram demarcados os processos espinhosos de T1, T6, T12, L4 e as espinhas ilíacas póstero-superiores, cujo ponto mediano corresponde a S2 também demarcado. Para a identificação desses pontos, pares de marcadores foram colocados ao lado da coluna nas alturas correspondentes. Após esse procedimento, o restante da coluna foi preenchido com marcadores colocados de forma equidistante seguindo o alinhamento dos processos espinhosos como ilustra a figura 1. A marcação dorsal foi mantida durante a aula de Pilates sendo utilizada para as duas sessões de avaliação postural (descritas no protocolo experimental).



Figura 1. Imagem registrada por uma das câmeras mostrando a marcação dorsal.

Protocolo experimental

A coleta de dados neste experimento ocorreu em duas sessões de avaliação postural quantitativa, antes e após uma aula de Pilates realizada no solo. O protocolo utilizado na aula encontra-se no anexo 1.

Em cada sessão de avaliação postural, a postura ortostática foi medida cinco vezes. Para cada medição, as voluntárias foram orientadas a realizar uma breve caminhada em linha reta pelo laboratório e, em seguida, a parar por alguns segundos em posição ortostática dentro do volume calibrado (seção de reconstrução tridimensional) para a tomada de uma postura estática.

Reconstrução tridimensional das coordenadas dos marcadores

O registro das imagens do experimento foi feito por duas câmeras de vídeo comerciais, da marca JVC, modelo GR – DVL 9500. Essas câmeras foram posicionadas posteriormente às voluntárias de modo que ambas enquadrassem todos os marcadores. A cada uma foi associado um iluminador para explorar a



retro-refletividade dos marcadores, possibilitando ajustar as câmeras de forma a otimizar o contraste entre os marcadores e o restante da imagem.

O sistema de calibração utilizado, desenvolvido no laboratório, foi composto por uma placa metálica fixada em um suporte portátil com cinco fios de aço suspensos, cada um contendo sete marcadores cujas posições espaciais eram conhecidas em relação a um sistema de referência ortogonal fixo no laboratório.

O sistema de coordenadas foi orientado como segue: eixo “x” para frente, eixo “z” vertical de baixo para cima e eixo “y” ortogonal aos outros dois e com sentido para a esquerda.

As seqüências das imagens geradas foram armazenadas em fitas e posteriormente transferidas para o disco rígido do computador. A frequência de amostragem das câmeras foi de 30 quadros por segundo com shutter fixado em 1/500. Através do sistema *Dynamic Posture* (CAMPOS, 2010), as imagens registradas foram desentrelaçadas permitindo uma análise a 60 Hz.

Para que fosse possível a reconstrução tridimensional das coordenadas dos marcadores, foi necessária a obtenção das imagens desses marcadores nas duas câmeras no mesmo instante de tempo. Para tanto, a sincronização dos registros foi feita através de um movimento brusco registrado por ambas as câmeras. O avaliador bateu uma palma e o momento no qual as mãos se tocaram foi identificado e utilizado para a verificação da defasagem temporal entre as câmeras, possibilitando identificar duas imagens, uma de cada câmera, relativas ao mesmo instante de tempo.

Após a sincronização das câmeras, foram selecionados e armazenados os quadros referentes às cinco posturas estáticas de cada voluntária realizadas em cada sessão de análise postural. Também foram selecionadas e armazenadas as imagens dos calibradores obtidas antes e após a aula.

As coordenadas de tela dos pontos do calibrador foram medidas manualmente no *Dynamic Posture* e as coordenadas de tela dos marcadores da coluna foram medidas de forma semi-automática no mesmo software que foi desenvolvido no laboratório em ambiente Matlab®.

Uma vez obtidas as coordenadas de tela dos marcadores da coluna, foi realizada a reconstrução 3D da posição desses marcadores. O processo de reconstrução se deu através do método DLT (Transformação Linear Direta) proposto por Abdel-Aziz e Karara (1971).

O conjunto de dados referentes às posições espaciais dos marcadores da coluna foi armazenado em forma de matriz, contendo as coordenadas x, y, z desses marcadores. No total foram obtidos vinte arquivos relativos às dez posturas de cada voluntária.

Curvatura Geométrica

Para o pós-processamento das coordenadas 3D dos marcadores e análise foi utilizado o programa Matlab®.

Inicialmente, a origem do sistema de coordenadas foi transladada para T12. Assim, os marcadores posicionados na região torácica ficaram com valores positivos de z (coordenada vertical) e os marcadores posicionados na região lombar apresentaram coordenada z negativa.

Cada postura medida foi analisada nos planos frontal e sagital. Para cada plano de projeção foi feito um ajuste polinomial pelo método dos quadrados mínimos obtendo uma função que representa geometricamente a curva da coluna vertebral. Dessa forma, estabeleceu-se a relação das coordenadas x (eixo sagital) em função das coordenadas z, a projeção da coluna no plano sagital, e das coordenadas y (eixo transversal) em função das coordenadas z, a projeção da coluna no plano frontal.

O ajuste polinomial foi feito com um polinômio de grau nove definido pelo teste Quiquadrado reduzido (Bevington, 1969).

Para a posterior análise, foi selecionada uma região específica da projeção da coluna que compreendia o trecho delimitado pelos marcadores T1 e L4. Esse trecho incluiu quase toda a região lombar e a região torácica. A função polinomial da projeção da coluna vertebral nessa região foi derivada duas vezes para encontrar os valores da curvatura geométrica bidimensional através da equação 1 apresentada a seguir (Carmo, 1971):

$$K(z) = \frac{P''(z)}{[1 + P'(z)^2]^{3/2}}$$

Equação 1. Fórmula através da qual o valor da curvatura geométrica bidimensional (K) foi calculado.

Usualmente designada por K, a curvatura geométrica bidimensional é definida como o inverso do raio da circunferência que se ajusta à curva na região de interesse (Lang, 1970). É uma variável que quantifica localmente a forma da curva.

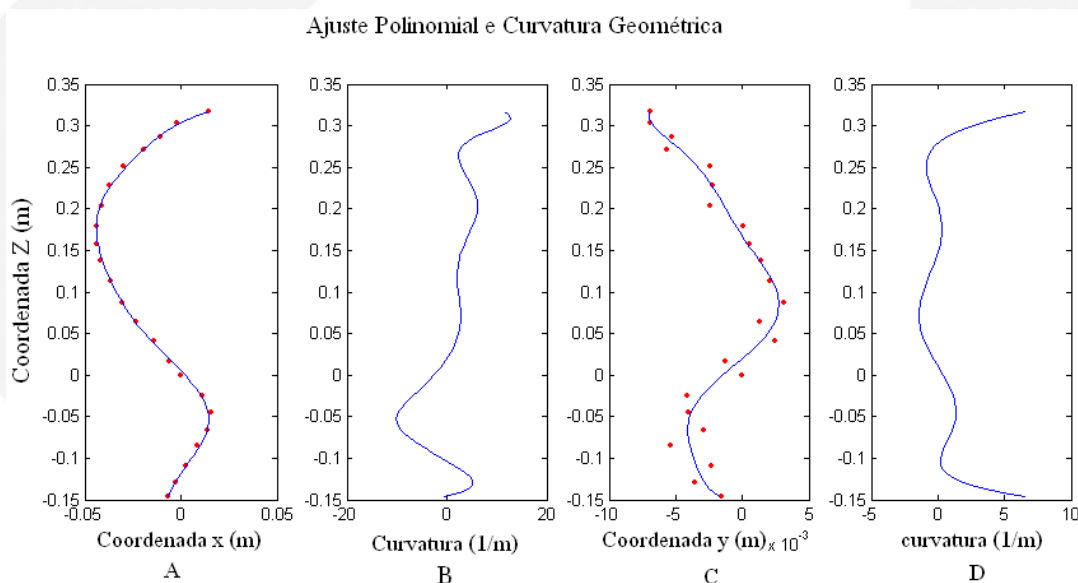


Figura 1. Exemplos do ajuste polinomial e curvatura geométrica 2D apresentada pela coluna vertebral. A- Polinômio ajustado no plano sagital. B- Curvatura geométrica apresentada no plano sagital. C- Polinômio ajustado no plano frontal. D- Curvatura geométrica apresentada no plano frontal.

Desta forma, foram encontrados valores de K em função do parâmetro z em cada projeção bidimensional. No plano frontal, devido à orientação do sistema de referência do laboratório, nos locais da coluna em que ela foi côncava para a direita do sujeito teve curvatura geométrica negativa e, do contrário, sendo côncava para a esquerda, teve curvatura geométrica positiva. Já no plano sagital, um local da coluna côncavo anteriormente teve curvatura geométrica positiva e, quando côncavo

posteriormente, teve curvatura geométrica negativa. A figura 2 ilustra, para cada plano de projeção, um exemplo do ajuste polinomial bem como os respectivos valores de curvatura geométrica em função do parâmetro z .

Ferramenta Estatística

Para a análise dos dados, a coluna foi dividida em vinte partes eqüidistantes em relação ao parâmetro z . Para cada plano de projeção e para cada altura z foram construídos dois diagramas de caixa (boxplot), sendo que o primeiro agrega as informações dos valores de K referentes às cinco posturas medidas antes da aula (pré) e, o segundo, os valores de K referentes às cinco posturas medidas após a aula (pós). Foram utilizados boxplots acinturados indicando o intervalo de confiança das medianas. Essas foram consideradas diferentes ($p < 0.05$) quando os intervalos de confiança não se sobrepuseram (McGill et al., 1978).

Através da análise dos boxplots foi possível verificar, nos planos sagital e frontal, em quais alturas da coluna aconteceram mudanças nos valores de curvatura geométrica quando comparadas as posturas medidas antes (pré) e após (pós) a aula de Pilates. Não foram realizados testes de hipóteses neste trabalho, pois cada local analisado da coluna apresentou apenas cinco dados em cada condição (pré e pós).

RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos a partir da comparação dos valores de curvatura geométrica referentes às posturas realizadas pelas duas voluntárias antes e após a realização da aula de Pilates.

A voluntária 1, no plano sagital, apresentou mudanças nos valores de K em oito alturas da coluna o que representa 40% da região analisada. Esses locais estão indicados na figura 3A através de círculos azuis. Os três círculos inferiores se referem à região lombar cuja curvatura nas 10 posturas estão apresentadas nas figuras 3B, C e D. Da mesma forma, os cinco círculos superiores se referem à região torácica cujas curvaturas estão apresentadas nos diagramas de caixa da figuras 3E até a figura 3I.

Pela figura 3, na região lombar é possível notar que houve uma redução do valor absoluto de K na lombar baixa (Figura 3B) o que indica uma diminuição da concavidade posterior da curva nessa região após a aula de Pilates.

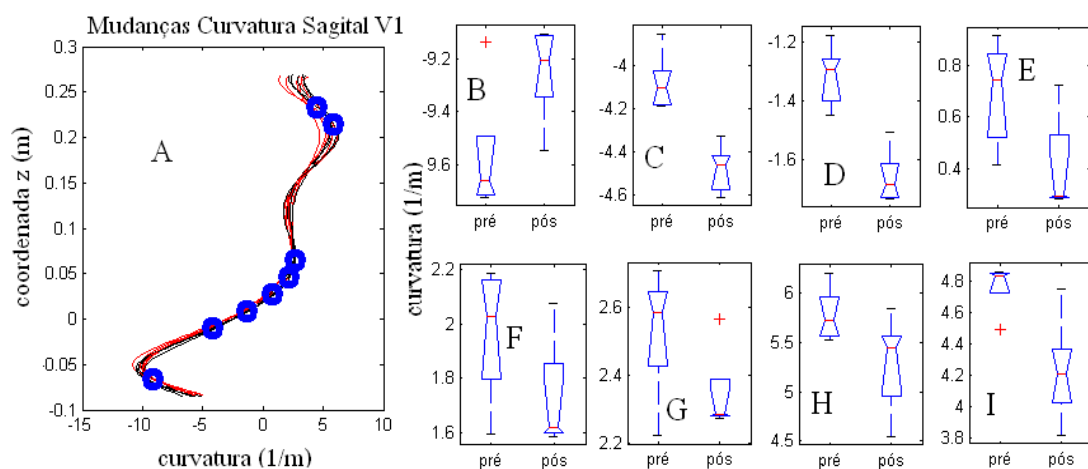


Figura 3. Adaptações geométricas da coluna de V1 no plano sagital. A- Curvatura da coluna vertebral nas posturas medidas antes (linhas negras - pré) e após (linhas vermelhas - pós) a aula de pilates. Os círculos indicam os locais onde ocorreram mudanças nos valores de curvatura geométrica. B até I- Diagramas de caixa (Boxplot) contendo informações sobre os valores de K antes e após a aula nas alturas onde ocorreram mudanças. Os boxplots estão apresentados de acordo com a altura dos círculos da figura A, de baixo para cima na coluna.

Seguindo a análise da figura 3, no trecho entre a lombar baixa e a lombar alta não correram mudanças nos valores de curvatura geométrica. Pouco mais acima, na região lombar alta, próximo a junção tóraco-lombar o valor absoluto de K referente ao momento posterior à aula aumentou (figuras 3C e D). Isso indica que, nessa região, ocorreu um aumento da concavidade posterior após a aula. Já na região torácica ($z > 0$), o valor de K diminuiu em cinco alturas demonstrando uma diminuição da concavidade anterior após a aula.

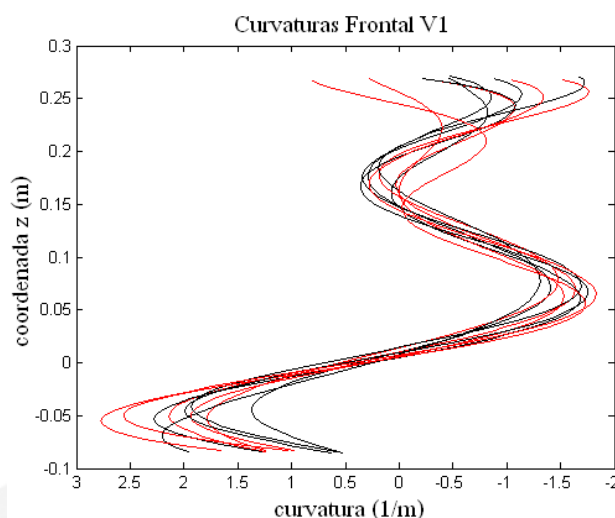


Figura 4 Curvatura geométrica da coluna vertebral no plano frontal de V1 nas posturas medidas antes (linhas negras) e após (linhas vermelhas) a aula de Pilates.

No plano frontal, constatou-se que a voluntária 1 não apresentou mudanças evidentes nos valores de curvatura geométrica quando comparadas as posturas realizadas antes e após a aula de Pilates (figura 4).

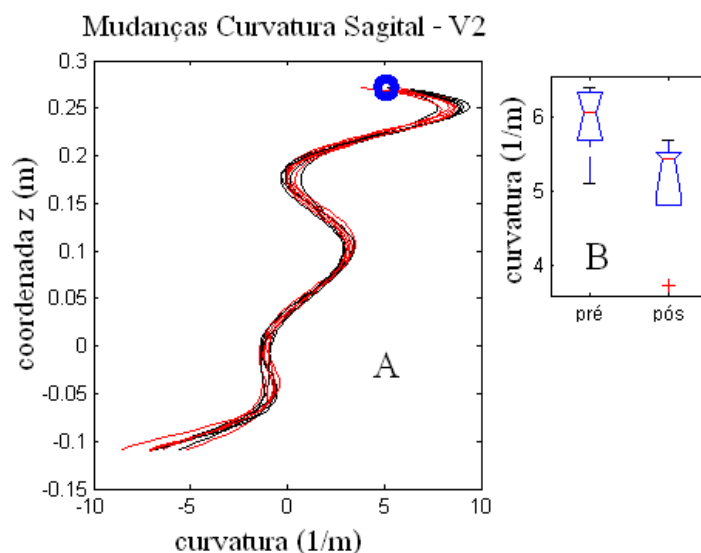


Figura 5 Adaptações geométricas da coluna de V2 no plano sagital. A- Curvatura da coluna vertebral nas posturas medidas antes (linhas negras) e após (linhas vermelhas) a aula de Pilates. O círculo indica o local onde ocorreu mudanças nos valores de curvatura geométrica. B- Diagrama de caixa (Boxplot) contendo informações sobre os valores de K antes e após a aula na altura onde ocorreu mudança (círculo da figura A).

A verificação dos resultados da voluntária 2 indicou que, no plano sagital (Figura 5A), ocorreu mudança nos valores de curvatura geométrica na altura da torácica alta, ou seja, 5% da região analisada. Nesse local, o valor de K referente ao momento posterior à aula diminui em relação ao momento anterior (Figura 5B), o que indica uma diminuição da concavidade anterior.

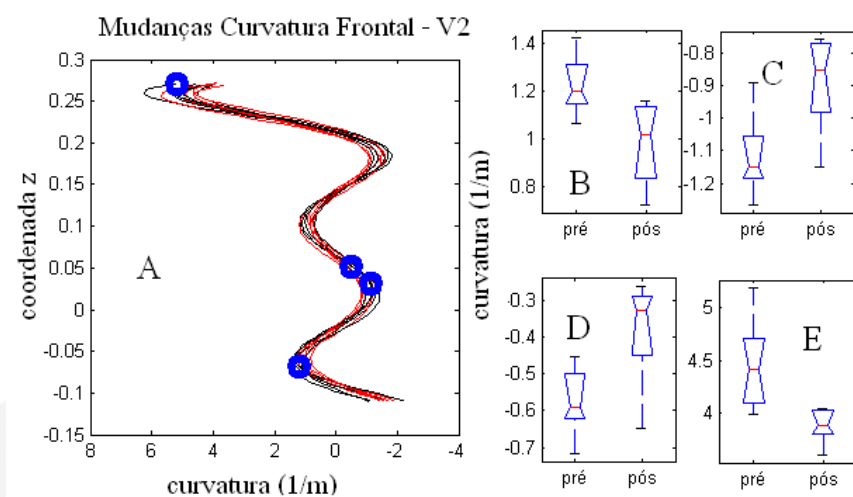


Figura 6 Adaptações geométricas da coluna de V2 no plano frontal. A- Curvatura da coluna vertebral nas posturas medidas antes (linhas negras - pré) e após (linhas vermelhas - pós) a aula de pilates. Os círculos indicam os locais onde ocorreram mudanças nos valores de curvatura geométrica. B até E- Diagramas de caixa (Boxplot) contendo informações sobre os valores de K antes e após a aula nas alturas onde ocorreram mudanças. Os boxplots estão apresentados de acordo com a altura dos círculos da figura A, de baixo para cima na coluna.

No plano frontal, a voluntária 2 apresentou mudanças nos valores de curvatura geométrica em quatro alturas, ou seja, 20% da região analisada (Figura 6A). No centro da região lombar ocorreu uma diminuição da concavidade para a esquerda. Na região torácica baixa (Figura 6C e D) houve uma diminuição da concavidade para a direita e, na altura da torácica alta (Figura 6E), ocorreu uma diminuição da concavidade para a esquerda.

DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito imediato de uma aula de Pilates na postura vertebral. Os resultados obtidos neste estudo indicam que as duas voluntárias analisadas apresentaram alterações posturais após a intervenção sugerindo que o método Pilates pode modificar a postura vertebral. Foram observadas mudanças nos valores de curvatura geométrica sendo que, no caso da voluntária 1, as mudanças ocorreram no plano sagital e, no caso da voluntária 2, a maioria das mudanças ocorreu no plano frontal. Embora tenha ocorrido esta diferenciação entre as participantes, nota-se que a tendência foi de retificação da coluna para ambas.

No plano sagital foi possível notar que ambas as voluntárias apresentaram uma diminuição dos valores de K na região torácica alta indicando a retificação da coluna nessa altura. Essa tendência à retificação indica uma diminuição na cifose torácica como demonstrado no trabalho de Emery et al. (2010). No presente trabalho, essa diminuição da curvatura vertebral no plano sagital, exceto na junção



tóraco-lombar, também foi identificada na região lombar e torácica baixa da voluntária 1. Já a voluntária 2 não apresentou alteração da curvatura lombar no plano sagital, mas isso pode ter relação com o fato de ela ter uma curvatura lombar menor que a voluntária 1, já antes da aula.

No plano frontal, a voluntária 1 não apresentou alterações na curvatura vertebral. Já para a voluntária 2 os valores de curvatura se aproximaram de zero em quatro pontos da região analisada da coluna, indicando uma tendência à retificação da postura. Interessante observar que a voluntária 1 demonstrou uma coluna mais retificada no plano frontal se comparada à voluntária 2, o que pode explicar o fato de não ter ocorrido mudanças na sua postura.

Estudos futuros sobre os efeitos crônicos do Pilates envolvendo um maior número de voluntários e a análise da postura dinâmica poderão possibilitar um maior aprofundamento neste tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-AZIZ, Y. I.; KARARA H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object-space coordinates. PROC. ASP/UI SYMP. ON CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRY. 1971, Urbana, Illinois. Anais... 1971.

BENETTI, F. A. Análise Quantitativa das Adaptações da Coluna vertebral em Mulheres Grávidas. Dissertação de Mestrado em Educação Física. Faculdade de Educação Física. UNICAMP, 2004.

BEVINGTON, P. R. Data reduction and error analysis for the physical sciences. New York: McGraw-Hill, 1969.

BLUM, C. Chiropractic and Pilates Therapy for the Treatment of Adult Scoliosis. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Maio, 2002.

BRENZIKOFER, R.; BARROS R. M. L.; LIMA FILHO, E. C.; TOMA, E.; BORDINI, L. S. Alterações no dorso e coluna vertebral durante a marcha. Revista Brasileira de Biomecânica, v.1, n.1, p. 21-26, 2000.

BRYAN, M.; HAWSON, S. The Benefits of Pilates Exercise in Orthopaedic Rehabilitation. Techniques in Orthopaedics. N.1, vol. 18, 2003.

CAMPOS, M. H. Sistema de Análise de Movimento para avaliação da postura vertebral durante corrida no teste de esforço máximo incremental. Tese (FEF/Unicamp). 2010.

CARMO, M. P. Elementos de geometria diferencial. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S. A., 1971.

CARNEIRO, J. A.; SILVA, M. S.; VIEIRA, M. F. Efeitos do Método Pilates e do Treinamento com Pesos na cinemática da marcha de mulheres obesas. Revista Brasileira de Biomecânica. v. 10 (18). 2009.

EMERY, K.; SERRES, S. J. de; McMILLAN, A.; COTE, J. N. The effects os the Pilates trainig program on arm-trunk posture and movement. Clinical Biomechanics. v. 25. 2010.



IMPLICAÇÕES NA/DA EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DO ESPORTE

HERRINGTON, L.; DAVIES, R. The influence of Pilates training on the ability to contract the Transversus Abdominis muscle in asymptomatic individuals. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. Vol. 9, p. 52-57, janeiro, 2005.

KOLYNIK, I.; CAVALCANTI, S.; AOKI, M. Avaliação isocinética da musculatura envolvida na flexão e extensão do tronco: efeito do método Pilates. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006

LANG, S. Cálculo. Rio de Janeiro: Ao livro técnico SA, v.2., 1970.

LANGE, C.; UNNITHAN, V.; LARKAM, E.; LATTA, P. Maximizing the benefits of Pilates- inspired exercise for learning functional motor skills. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. Abril, 2000.

MCGILL, R.; TUKEY, J.; LARSEN, W. Variations of Boxplots. *The American Statistician*. Vol. 32, No. 1, pp. 12-16, 1978.

MUNHOZ, M. P. Estudo das Adaptações Posturais Momentâneas Decorrentes da Aplicação Progressiva de Sobrecarga Unilateral. Dissertação de Mestrado em Educação Física. Faculdade de Educação Física. UNICAMP, 1995.

ORTALE, R. L. Método de Reconstrução Tridimensional para Avaliação Postural. Dissertação de Mestrado em Educação Física. Faculdade de Educação Física. UNICAMP, 1993.

OTTO, A. et al. The Effect of Twelve Weeks of Pilates vs Resistance Training on Trained Females. *Medicine and Science in Sports & Exercise*. Vol. 36(5) Suplemento, maio, 2004.

SEGAL, N. et al. The Effects of Pilates Training on Flexibility and Body Composition: Na Observational Study. *Arch Phys Med Rehabil*. Vol. 85, dezembro, 2004.

ANEXO 1: Exercícios e fundamentos utilizados em aula que foram extraídos das apostilas de *Mat Pilates e Standing Pilates (Physicalmind Institute)*.

- Exercícios e fundamentos que se iniciam em decúbito dorsal:
Breathing, pelvic bowl, cervical nod, spinal bridging up, bowing, hundred modificado com pernas em *table top leg, hundred, knee sway* passivo, *roll up* e *roll over*.
- Fundamento realizado em seis apoios (mãos, joelhos e dorso dos pés em contato com o solo):
Cat, cat com flexão lateral.
- Exercícios que se iniciam sem posição sentada (quadril em flexão e levemente abduzidos):
Spine stretch associado com *cat, rolling like a ball, spine twist, saw*.
- Exercícios e fundamentos que se iniciam em decúbito ventral:



Prone hip extension, flight, swimming modificado com extensão de quadril e ombro contralateral, *swimming*. Observação: após a execução desses movimentos, as voluntárias foram orientadas a se ajoelhar, sentar sobre os calcanhares e flexionar o tronco de modo que este ficasse apoiado nas pernas. Essa posição foi mantida por alguns segundos e, depois, associada com flexões laterais da coluna.

- Exercício realizado em decúbito lateral:
Twist. Observação: após esse exercício foi realizado um alongamento dos músculos flexores do quadril.
- Exercícios e fundamentos que se iniciam de pé:
Leg pull front support e lateral bend

Finalização: as voluntárias foram orientadas a flexionar o tronco iniciando com a flexão cervical, prosseguindo com a flexão torácica e terminando com a flexão lombar. Após a flexão, a orientação foi de extensão do tronco partindo da região lombar e terminando na cervical.

Prof. Dr. Mário Hebling Campos.

Faculdade de Educação Física – Universidade Federal de Goiás.

Rodovia Goiânia - Nerópolis, Km-12, Campus Samambaia. Caixa Postal: 131.

CEP: 74001 – 970. Goiânia – GO.

mariohcampos@gmail.com

Recurso tecnológico necessário para comunicação oral: data show.

Lívia de Siqueira Farah

Laboratório de Instrumentação para Biomecânica – FEF – UNICAMP

Mário Hebling Campos

Laboratório de Biomecânica e Bioengenharia – FEF – UFG

Laboratório de Instrumentação para Biomecânica – FEF – UNICAMP

René Brenzikofer

Laboratório de Instrumentação para Biomecânica – FEF – UNICAMP