

# A influência do uso do calço na movimentação do complexo lombo-pélvico e no equilíbrio corporal durante o exercício agachamento

\*Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

\*\*Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.  
(Brasil)

Juliano Dal Pupo\* Luciano  
Panosso da Silva\*  
Carlos Bolli Mota\*\*  
[juliano.dp@pop.com.br](mailto:juliano.dp@pop.com.br)

## Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar a movimentação pélvica e lombar durante o exercício meio agachamento realizado com e sem o uso de um calço de apoio no calcanhar e, verificar, por meio do COP (center of pressure), o equilíbrio corporal nas duas situações. Para a análise cinemática foi realizada videografia tridimensional, com duas câmeras de vídeo, do sistema Peak Motus. Para a obtenção do COP, utilizou-se uma plataforma de força da marca AMTI. Participaram deste estudo 5 homens com idade média de  $23,5 \pm 1,90$  anos, com o mínimo de um ano de prática no exercício. Os resultados mostraram que a coluna lombar retificou passando da posição em pé para agachada e, de acordo com a variação do ângulo lombar, estes movimentos da coluna foram semelhantes na situação com e sem uso de calço. No início do movimento, com os sujeitos usando calço, os mesmos sofreram retificação da lombar quando comparado ao não uso deste acessório. Em relação à movimentação pélvica, ocorreu retroversão passando da posição em pé para a agachada, sendo que esta movimentação foi semelhante nas duas situações estudadas. Encontrou-se diferença na posição da pelve no início do movimento, na qual a mesma estava mais retrovertida quando os sujeitos realizaram o meio-agachamento com os pés totalmente apoiados no solo. O equilíbrio, tanto nas direções antero-posterior quanto na médio-lateral, não foi modificado com o uso do calço no calcanhar.

Unitermos: Agachamento. Coluna lombar. Biomecânica.

## Abstract

The objective of this study was to analyse the pelvic and lumbar movement during the half-squat exercise accomplished with and without the use of support chock in the heel and, to verify, through of the center of pressure (COP), the body balance in the two situations. A Kinematic analysis was performed by using the method of three-dimensional videography, with two video cameras of the Peak Motus system. COP acquisition was made by using a force platform (AMTI). Five males with average of age  $23,5 \pm 1,90$  years participated of this study, with a minimum of one year of practice in the exercise. The results showed that the lumbar spine rectified passing from standing position for crouching position and, in accordance of the variation of the lumbar angle, these movements of the spine had been similar in the situation, with and without chock use. In the standing position, with the individual using chock, they had suffered rectification of the lumbar spine when compared with not use of this accessory. In relation to the pelvic movement, retroversion had occurred passing of the standing position from crouching position and, this movement, was similar in the two analyzed situations. It was observed difference in the pelvic position in the beginning of movement, in which the pelvic was with biggest retroversion when the subjects performed the half-squat without chock. The balance, as much in the anterior-posterior as in the medial-lateral directions, it was not modified with the use of the chock in the heel.

Keywords: Squat. Lumbar spine. Biomechanics.

<http://www.efdeportes.com/> Revista Digital - Buenos Aires - Año 13 - N° 121 - Junio de 2008

## Introdução

Os exercícios resistidos com pesos (ERP) têm sido considerado um dos meios mais usualmente praticados em academias para o desenvolvimento da força muscular. Eles tornaram-se um das formas mais conhecidas de exercícios e uma das atividades físicas que mais se desenvolvem no mundo, tanto para condicionamento de atletas como para melhora da forma física de não-atletas (FLECK e KRAEMER, 1999).

Dentre estes exercícios, o meio agachamento (caracterizado por flexionar o joelho somente até 90°) é um ERP largamente utilizado em treinamentos, principalmente por atletas, visando a melhoria na performance esportiva e a reabilitação músculo-esquelética. Este exercício caracteriza-se como multiarticular, envolvendo durante a sua execução, a flexão e extensão das articulações do joelho, quadril e tornozelo, nas fases excêntrica e concêntrica, respectivamente. Ele é indicado para fortalecimento muscular dos membros inferiores, mais especificamente para a musculatura anterior da coxa (quadríceps), para a posterior (isquiosurais) e glúteos (ESCAMILA et al., 2001). Porém, para sua execução, faz-se necessário uma boa técnica, consciência corporal e estrutura muscular previamente fortalecida para proteger algumas articulações que podem ficar vulneráveis, como o joelho e a coluna lombar. Isto parece ser um importante fator a ser considerado, já que Escamila, (2001) ressalta que tal exercício é associado a diversos tipos de lesões, que na maioria das vezes é causado por uma técnica de execução precária e/ou por falta de

uma estrutura muscular nas articulações mais exigidas.

O meio agachamento pode ser executado com os calcanhares apoiados em uma plataforma ou calço, no intuito de melhorar o equilíbrio na fase excêntrica, evitando que o tronco projete-se anteriormente. No entanto, se o executante fizer este exercício com todo calcanhar apoiado no chão, a manutenção do equilíbrio só é conseguida na fase excêntrica com esta projeção. Com o aumento da flexão do quadril, o braço de momento da resistência para essa articulação aumenta, aumentando a ação dos extensores da coluna e os riscos de lesões (CAMPOS, 2002).

Essa variação no grau de inclinação do tronco, de acordo como descrito anteriormente, ocorre em função da manutenção do equilíbrio corporal durante o movimento. A movimentação do tronco, no entanto, na maioria das vezes esta atrelada a movimentações simultâneas da pelve, já que, todo movimento pélvico é acompanhado por um realinhamento da coluna, mais acentuadamente na região lombar, devido a firmeza das junções sacroilíacas e lombossacrais (SMITH et al. 1997). Essa sincronia de movimentos entre coluna e pelve é um importante fator a ser considerado, já que variações na curvatura da coluna não acompanhadas por um movimento pélvico adequado podem trazer sobrecargas excessivas à coluna lombar (KAPANDJI, 1991).

Baseado nesses pressupostos, objetivou-se neste estudo verificar, em duas diferentes formas de realizar o exercício meio agachamento (com e sem calço de apoio) o posicionamento da coluna lombar e pelve. Além disso, no intuito de monitorar o equilíbrio dos indivíduos durante a realização do exercício, analisou-se o deslocamento do centro de pressão (COP), nas duas diferentes formas de execução.

A importância deste estudo encontra-se basicamente na busca de dados científicos que garantam segurança e eficiência na prática dos ERP, contribuindo principalmente na prevenção de lesões. O conhecimento da movimentação das estruturas corporais em exercícios físicos, neste caso da coluna vertebral e pelve, é importante no sentido de contribuir para uma correta indicação deste exercício tanto para as pessoas que buscam o rendimento como para as populações que buscam reabilitação músculo-esquelético.

## Materiais e métodos

O estudo foi realizado com a participação de 05 sujeitos do sexo masculino, com idade média de  $23,5 \pm 1,9$  anos, massa corporal de  $77 \pm 4,4$  kg, praticantes de TRP e que tinham o exercício meio-agachamento incluso em seu treino diário. Os mesmos foram selecionados intencionalmente, tendo como critério para seleção o tempo mínimo de um ano de prática do referido exercício. Todos os sujeitos concordaram com os itens abordados no termo de consentimento livre e esclarecido.

A primeira etapa da coleta de dados foi a realização de um teste de Repetições Máximas (RMs) (HEYWARD, 1998), a fim de encontrar a intensidade desejada para realizar a análise,, que foi correspondente a 10 RMs. Segundo tal protocolo, este número de repetições equivale a mais ou menos 75% da capacidade máxima relativa à uma repetição máxima (1RM). O teste de RMs realizado com o mínimo de dois dias de antecedência da coleta de dados.

A coleta de dados foi realizada em ambiente laboratorial. Com o intuito de realizar uma análise cinemática tridimensional do movimento, utilizou-se duas câmeras de vídeo do sistema Peak Motus (Peak Performance Inc, USA), operando na frequência de aquisição de imagens de 60Hz, dispostas, uma perpendicularmente ao plano sagital do movimento e a outra disposta diagonalmente a este plano, formando entre elas um ângulo de aproximadamente 60°. Para a calibração do espaço foi utilizado um calibrador tridimensional convencional do sistema Peak Motus com 17 pontos.

Os sujeitos foram marcados com marcadores reflexivos esféricos de 1 cm de diâmetro nas seguintes referências anatômicas: 12ª vértebra torácica (T12), vértebra lombar mais profunda, vértebra lombo sacro, ápice da crista ilíaca, espinha ilíaca ântero-superior direita (EIASD), trocânter maior do fêmur direito e epicôndilo lateral direito (visualizados na figura 01).

Para analisar o deslocamento do centro de pressão (COP) dos indivíduos durante a realização do exercício, utilizou-se uma plataforma de força baseada em sensores do tipo strain gages, da marca AMTI (Advanced Mechanical Technology Inc), operando com frequência de amostragem de 1000 Hz.

Após posicionarem-se sobre a plataforma de força, os sujeitos realizaram duas séries de 10 repetições máximas, em duas situações diferentes: sem apoio no calcanhar e posteriormente com apoio de um "calço" de 2 cm de altura. A ordem das séries foi realizada de maneira aleatória. O sujeito era instruído a realizar a flexão do joelho até próximo aos 90°, caracterizando assim meio agachamento, utilizando um afastamento lateral dos pés correspondendo à largura dos ombros. O intervalo recuperativo entre as duas séries foi de 10 minutos. Não foi realizado aquecimento prévio.



Figura 01. Sujeito com marcações reflexivas

As imagens adquiridas foram gravadas em fitas de vídeo S-VHS, sendo posteriormente transmitidas para um computador. A partir destas imagens, realizou-se um processo de reconstrução do movimento, através da digitalização das referências anatômicas descritas anteriormente. A reconstrução do movimento foi realizada através do método DLT (Direct Linear Transformation), proposto por Abdel-Aziz e Karara (1971), transformando os dados bidimensionais de cada imagem em coordenadas tridimensionais, obtendo assim, parâmetros lineares e angulares. Todo esse processo foi feito pelo sistema de análise do movimento Peak Motus. Para descrição dos movimentos segmentares, utilizou-se um modelo espacial com sete pontos definidos pelos referenciais anatômicos (ver figura 01). A digitalização foi automática e as coordenadas passaram por um processo de filtragem através do filtro de passa baixa Butter Worth, com frequência de corte de 8 Hz. Os dados cinéticos obtidos pela plataforma de força, depois de transformados de sinais analógicos para digitais através de uma placa A/D, foram adquiridos e armazenados por um microcomputador e gerenciados pelos softwares Net Force e Bio Analysis. A plataforma de força estava sincronizada com as câmeras de vídeo com o objetivo de obter os dados tanto cinemáticos quanto cinéticos dos instantes desejados para análise.

As variáveis cinemáticas analisadas foram: ângulo da coluna lombar (considerado o ângulo interno formado entre os pontos anatômicos T12, vértebra lombar mais profunda e vértebra lombo-sacra) e ângulo de inclinação pélvica no sentido antero-posterior (formado entre a vértebra lombar mais profunda, lombo sacro e EIASD), ilustrados na figura 02. Em relação à variável COP, este foi analisado nas direções antero-posterior e médio-lateral durante o movimento, obtendo-se assim o deslocamento do mesmo. Estas variáveis foram analisadas na quinta repetição do exercício, sendo os ângulos analisados em dois instantes: A - posição em pé e B - posição agachada, determinado como o início e o fim da fase concêntrica do exercício, respectivamente. A posição de maior agachamento (B) foi determinada através da análise das imagens, considerando o momento de maior flexão das articulações do joelho e quadril.



Figura 02. Localização dos ângulos da coluna lombar (a) e pelve (b)

Os dados obtidos foram submetidos a tratamentos estatísticos descritivos da medida de tendência central (média) e das medidas da variabilidade (desvio padrão). Após isso, verificou-se a normalidade dos dados através de um teste de Shapiro-wilk. Confirmando a normalidade, aplicou-se um teste t pareado para verificar se existiam diferenças entre as situações analisadas. O nível de significância utilizada foi de 5%.

## Resultados

Com relação ao comportamento cinemático da coluna lombar, a tabela abaixo apresenta os valores angulares encontrados nas situações com e sem uso de calço de apoio.

**Tabela 01:** Valores da variável ângulo da coluna lombar durante o exercício agachamento nas situações com sem e uso de calço.

Sujeitos	SEM CALÇO		COM CALÇO	
	A (°)	B (°)	A (°)	B (°)
1	162,52	170,68	163,8	172,04
2	162,6	167,71	164,9	170,55
3	164,8	166,33	167,3	171,13
4	163,5	170,2	166,35	171,42
5	168,73	172,49	168,45	169,03
<b>Média</b>	<b>164,43 ± 2,57</b>	<b>169,48 ± 2,45*</b>	<b>166,16 ± 1,85#</b>	<b>170,83 ± 1,14*</b>

A - Posição em pé ; B - Posição agachada

\* A diferente de B; # A diferente de A

De acordo com a análise estatística, verificou-se um aumento no ângulo da coluna lombar da posição A passando para a posição B. Isso ocorre tanto na situação usando calço ( $p=0,020$ ) quanto sem o uso de calço ( $p=0,012$ ). Esse aumento da angulação lombar que todos os sujeitos apresentaram indica a ocorrência de retificação da coluna lombar passando da posição em pé para a posição agachada. A variação neste ângulo entre estas posições foi de  $5,05 \pm 2,57^\circ$  sem calço e de  $4,67 \pm 2,79^\circ$  com uso do calço, sendo que tais valores não diferiram estatisticamente ( $p=0,70$ ). Comparando as duas situações, verificaram-se diferenças significativas ( $p=0,038$ ) no ângulo lombar dos sujeitos em pé (posição A), indicando que a coluna lombar, nesta posição, estaria mais retificada quando fez-se o uso do calço.

Em relação ao comportamento da pelve, a tabela 02 apresenta os valores angulares que representam a movimentação antero-posterior da mesma (anteversão e retroversão).

**Tabela 02:** Valores da variável ângulo de inclinação pélvica durante o exercício agachamento nas situações com e sem uso de calço

Sujeitos	SEM CALÇO		COM CALÇO	
	A (°)	B (°)	A (°)	B (°)
1	73,73	62,73	78,77	65,3
2	75,55	66,1	78,7	68,5
3	79	70,26	81,41	70,9
4	75,52	64,2	79,43	71,2
5	88,58	75,27	96,06	81,57
<b>Média</b>	<b>78,47 ± 5,96</b>	<b>67,71 ± 5,08*</b>	<b>82,87 ± 7,45#</b>	<b>71,49 ± 6,10*</b>

A - Posição em pé ; B - Posição agachada

\* A diferente de B; # A diferente de A

De acordo com a tabela 02, os sujeitos apresentaram valores angulares menores ( $p=0,001$ ) na posição B em comparação à posição A, nas situações com e sem o uso de calço. Essa movimentação pélvica da posição em pé para agachada indicou a ocorrência de retroversão pélvica. A variação neste ângulo entre estas posições foi de  $10,76 \pm 1,77^\circ$  sem calço e de  $11,38 \pm 2,55^\circ$  com uso do calço, sendo que tais valores não diferiram estatisticamente ( $p=0,56$ ). Comparando as duas situações, verificou-se diferença significativa na angulação pélvica ( $p=0,008$ ) apenas com os indivíduos na posição em pé (A), demonstrando assim que o uso do calço como acessório ocasionou anteversão da pelve nesta posição.

Em relação aos dados cinéticos, serão mostrados a seguir os valores obtidos do deslocamento do centro de pressão (COP) durante o exercício agachamento. Na tabela 03, observa-se o deslocamento do COP na direção antero-posterior (X) e médio-lateral (Y), do início ao fim do movimento, sendo considerado como um indicador de equilíbrio no movimento.

**Tabela 03:** Amplitude de deslocamento do COP nas direções antero-posterior e médio-lateral durante o exercício agachamento nas situações com e sem uso de calço.

Sujeitos	SEM CALÇO		COM CALÇO	
	COP X (cm)	COP Y (cm)	COP X (cm)	COP Y (cm)
1	7,38	9,39	8,41	7,33
2	8,97	9,34	10,53	9,57
3	5,33	7,67	7,09	6,08
4	6,46	8,1	8,42	7,32
5	6,88	3,41	5,6	4,48
<b>Média</b>	<b>7,00 ± 1,33</b>	<b>7,58 ± 2,45</b>	<b>8,01 ± 1,82</b>	<b>6,95 ± 1,87*</b>

\* COP X diferente de COP Y

Analisando-se o deslocamento do centro de pressão (COP) no eixo X e no eixo Y, verificou-se que não houve diferenças significativas nestes valores entre as situações com e sem uso do calço. No entanto, comparando-se COPx com COPy, verificou-se diferenças significativas ( $p=0,001$ ) entre os mesmos na situação com calço. Desta forma, esse maior deslocamento do COP no eixo X em relação à Y, na situação utilizando calço, ilustra maior desequilíbrio do indivíduo na direção antero-posterior do que na médio-lateral.

## Discussão dos resultados

Os movimentos de retificação da coluna lombar ao passar da posição A para a posição B já eram esperados. Esses resultados são compatíveis com os dados encontrados por Zanon et al. (2003), que avaliou sujeitos realizando o agachamento, na qual todos retificaram a coluna durante o exercício. Tal comportamento pode ser explicado em função da flexão do tronco à frente, característico do exercício agachamento, propiciando assim, uma tendência de diminuir a curvatura lombar. Essa variação do ângulo lombar apresentada pelos sujeitos deste estudo ao passar de A para B teve média de  $5,05 \pm 2,57^\circ$  na situação sem calço e  $4,67 \pm 2,79^\circ$  com uso do calço, sendo que tais valores não diferiram estatisticamente.

Passando da posição em pé para a posição agachada, como ocorre durante a realização do exercício agachamento, associada à retificação lombar, como visto no presente estudo, ocorre um aumento do braço de momento da resistência para a articulação do quadril em função da inclinação anterior do tronco. Essa inclinação, no entanto, como relatado por Campos, (2002) parece ser maior quando não faz-se o uso do calço, enquanto que, ao utilizar o apoio no calcanhar, não ocorre tanta inclinação deste segmento, reduzindo assim o braço de resistência para o quadril e conseguindo maior equilíbrio no movimento. No presente estudo, não foi mensurado o grau de inclinação do tronco, porém, analisou-se a movimentação do ângulo do segmento lombar, que vem a representar uma parte do tronco. Constatou-se, a partir de tal análise, que não houve diferenças na variação desta angulação durante a flexão do tronco, quando comparada as duas situações. Deste modo, verifica-se que os indivíduos conseguiram manter a mesma variação do ângulo lombar durante o agachamento (aproximadamente  $5^\circ$ ) com e sem uso do calço, sendo considerado um importante fator para o controle da flexão do tronco e minimizar os riscos de aumentar a sobrecarga nos discos intervertebrais.

Estudos realizados por McLaughlin (1985) demonstraram que ocorreram variações na técnica do agachamento entre indivíduos altamente treinados e menos treinados. O estudo verificou a tendência dos sujeitos menos experientes exibirem maiores torques no quadril, enquanto os mais treinados tentaram minimizar esse torque e o fizeram, em grande parte, reduzindo a inclinação dianteira do tronco. Conseqüentemente, os mesmos exibiram, em contrapartida, aumento do torque na articulação do joelho. Estas variações na magnitude do torque e nas angulações poderão ocasionar ênfase diferenciada de ação dos músculos atuantes nos ERP, como já previamente descrito (SIGNORILE, 2002; SILVA et al., 2007). Fica demonstrado assim que, o nível de experiência dos praticantes, associado a uma boa técnica de execução do exercício, são fatores determinantes no controle postural e dos riscos de lesões.

Com relação à movimentação pélvica, corroborando com os dados encontrados por Zanon et al. (2003), verificou-se que a mesma tendeu a realizar uma retroversão quando os indivíduos realizaram o agachamento, sincronizando-se aos movimentos de flexão do tronco. Esta movimentação foi semelhante nas duas situações analisadas, visto que a variação do ângulo pélvico da posição A para B não diferiu estatisticamente. Ao realizar o exercício com os pés totalmente apoiados no solo (sem calço), verificou-se, conforme visualizado na tabela 02, a tendência da pelve sofrer maior retroversão. Tal comportamento possivelmente ocorra em virtude da musculatura atuante na retroversão pélvica, especialmente os glúteos máximos (Bienfait, 1993), tornaram-se mais eficientes em relação ao seu comprimento-tensão no momento em que o sujeito não faz o uso do calço, favorecendo assim, maior produção de

força por essa musculatura nesta situação.

Se considerarmos um indivíduo em posição ortostática e relaxada, no momento em que a pelve é inclinada para frente (anteversão) irá ocorrer flexão do quadril e hiperextensão ou aumento da lordose lombar. Por outro lado, em decorrência de uma inclinação posterior (retroversão), o quadril irá estender e as vértebras lombares irão retificar (HAMIL E KNUTZEN, 1999). No presente estudo, os indivíduos apresentaram, na posição em pé, retificação da coluna lombar passando da situação sem para com apoio no calcanhar, visto que as angulações aumentaram significativamente, no entanto, a pelve sofreu anteversão. Esse comportamento não está de acordo ao descrito na literatura, pois, segundo Kapanji, (1991), quando ocorre retificação da coluna lombar há um movimento intrínseco de retroversão pélvica. Segundo o autor, este fenômeno é devido à pelve estar conectada ao segmento lombar por fortes ligamentos, resultando em realinhamento lombar toda a vez que ocorre movimento pélvico.

Quando se calcula a força de reação do solo com uma plataforma de força, ela representa a soma da distribuição da força, no caso do presente estudo, sobre os pés, e seu ponto de aplicação sobre os mesmos corresponde ao COP. O deslocamento do COP, tanto na direção antero-posterior como médio-lateral, mensurada neste estudo através da diferença entre maiores e menores valores obtidos, indica o quanto o mesmo se deslocou ou o quanto o indivíduo "desequilíbrio". Como o COP é uma medida de deslocamento e dependente da posição do centro de gravidade (CG), a oscilação do corpo e sua instabilidade causará um balanço no CG e, deste modo, implicará em um deslocamento do COP (DUARTE, 2000). Segundo o autor, o COP na verdade é a resposta neuromuscular ao balanço do CG em virtude das ações do sistema de controle postural e da força da gravidade. Desta maneira, durante o exercício agachamento livre ocorre uma variação da posição do CG e conseqüentemente uma resposta muscular, tanto dos músculos agonistas do movimento como dos estabilizadores, no intuito de conseguir manter o equilíbrio corporal. Em função de suas características técnicas de execução, o agachamento é um dos exercícios em que mais requisita de equilíbrio corporal para sua realização e, dependendo da magnitude de flexão do tronco, haverá maior ou menor dificuldade na manutenção deste equilíbrio. De acordo com a citação redigida na introdução deste artigo, o uso do calço ou apoio no calcanhar permitiria maior equilíbrio na direção antero-posterior ao praticante do agachamento, principalmente na fase excêntrica, em virtude do maior controle na flexão do tronco. No entanto, segundo os dados da tabela 03, não houve mudanças significativas no COP na direção antero-posterior (X) e nem médio-lateral (Y) quando comparadas as duas situações, indicando assim que o uso do calço parece não modificar o equilíbrio corporal.

## Conclusão

A partir dos resultados obtidos neste estudo, concluí-se que a coluna lombar retificou passando da posição em pé para agachada e, de acordo com a variação do ângulo lombar, estes movimentos da coluna foram semelhantes na situação com e sem uso de calço. Isso pode evidenciar assim que o controle na flexão do tronco, fator importante para minimizar os riscos de lesões na coluna, ocorre de maneira semelhante nas duas técnicas de execução do meio-agachamento. No início do movimento, no entanto, no momento em que os indivíduos estavam usando calço, os mesmos sofreram retificação da lombar quando comparado ao não uso deste acessório. Tal fato pode ter sido ocasionado, possivelmente, pela adoção de uma postura caracterizada de maior inclinação do tronco nesta situação.

Em relação à movimentação pélvica, houve a ocorrência de retroversão do início (em pé) para a posição agachada, sendo que esta movimentação foi semelhante nas duas situações estudadas (com e sem calço). Encontrou-se diferença na posição da pelve no início do movimento, na qual a mesma estava mais retrovertida quando os sujeitos realizaram o meio-agachamento com os pés totalmente apoiados no solo, podendo evidenciar assim maior ativação da musculatura atuante na retroversão pélvica nesta situação.

O equilíbrio corporal, mensurado neste estudo pelo deslocamento do COP, tanto nas direções antero-posterior quanto na média-lateral, não foi modificado com o uso do calço no calcanhar, como era preconizado anteriormente na literatura. Deve-se atentar, no entanto, a pequena amostra utilizada, podendo ser considerado um fator limitante para obter conclusões definitivas.

## Referências bibliográficas

- ABDEL-AZIZ, Y.I.; KARARA, H.M. Direct Linear Transformation from Comparator Co-ordinates into Object Space Co-ordinates. Proceedings. ASP/UI, In: Symposium on Close-range Photogrammetry. Falls Church, VA, 1971.
- BIENFAIT, M. Os desequilíbrios estáticos. São Paulo: Summus Editorial Ltda., 3ª Edição, 1993.
- CAMPOS, M. A. Biomecânica da Musculação. 2ª ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.
- DUARTE, M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quase-estática. Tese. Universidade de São Paulo, 2000.

- ESCAMILLA, R. F.; FLEISIG, G. S.; LOWRY, T. M.; BARRENTINE, S. W.; ANDREWS, J. R. A three-dimensional biomechanical analysis of the squat during varying stance widths. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(6),984-998.
- ESCAMILLA, R. F. Knee Biomechanics of the Dynamic Squat Exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 127-141.
- FLECK, W. J.; KRAMER, J. Fundamentos do treinamento de força. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. Bases biomecânicas do movimento humano. São Paulo: Editora Manole, 1999.
- HEYWARD, V.H. Assessing strength and muscular endurance. In Vivian H Heyward. *Advanced fitness assessment and exercise prescription*. 3rd edition, Human Kinetics, p.105-20, 1998.
- KAPANDJI, I. A. Fisiologia Articular. 15ª Edição. São Paulo: Manole, Vol.3, 1990.
- McLAUGHLIN, T. M. A kinematic analysis of the parallel squat as performed in competition by national and world class power lifters. Microform publications. Eugene: University of Oregon, College of Health, Physical Education and Recreation, 1985.
- SIGNORILE, J. F.; DUQUE, M.; COLE, N.; ZINK, A. Selective recruitment of the triceps surae muscles with changes in knee angle. *J Strength Cond Res* 2002; 16: 433-9.
- SILVA, L. P.; DAL PUPO, J; ALVES, J. V.; MOTTA, C. B. Effects of different handle techniques during the back pull exercise on the angular kinematic and production of strength. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 2007; 7 (2).
- ZANON, S; DREHER, D e MOTTA, C. B. Comportamento pélvico e lombar durante a execução do exercício agachamento em diferentes intensidades. In: *Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica*, vol 1, p.331-334, 2003.