

**Análise biomecânica do movimento de agachamento: estudo de caso****Biomechanical analysis of squat movement: case study**

DOI:10.34117/bjdv5n11-102

Recebimento dos originais: 10/10/2019

Aceitação para publicação: 11/11/2019

**Adriane Domingas de Moraes Alves Almeida**

Graduanda no curso de Fisioterapia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí.

Endereço: Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Rodovia BR-364, Setor Francisco Antônio- Jataí, GO.

E-mail: drialmeida22@gmail.com

**Ana Núbia de Barros**

Graduanda no curso de Fisioterapia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí.

Endereço: Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Rodovia BR-364, Setor Francisco Antônio- Jataí, GO.

E-mail: barrosananubia@gmail.com

**Alícia Pardim Barros**

Graduanda no curso de Fisioterapia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí.

Endereço: Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Rodovia BR-364, Setor Francisco Antônio- Jataí, GO.

E-mail: pardimalicia@gmail.com

**Allison Gustavo Braz**

Doutor em Engenharia Biomédica pela Universidade Brasil, UNIVBRASIL

Instituição: Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí.

Endereço: Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Rodovia BR-364, Setor Francisco Antônio- Jataí, GO.

E-mail: allisonbraz@gmail.com

**Ana Claudia de Souza Alves Braga**

Graduanda no curso de Fisioterapia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí.

Endereço: Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Rodovia BR-364, Setor Francisco Antônio- Jataí, GO.

E-mail: anaclaudiasouzaalves18@gmail.com

**Daniela Freitas de Oliveira**

Graduanda no curso de Fisioterapia pela Universidade Federal de Goiás

Instituição: Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí.

Endereço: Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Rodovia BR-364, Setor Francisco  
Antônio- Jataí, GO.  
Email: danifreoli@gmail.com

**Juciele Faria Silva**

Graduanda no curso de Fisioterapia pela Universidade Federal de Goiás  
Instituição: Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí.  
Endereço: Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Rodovia BR-364, Setor Francisco  
Antônio- Jataí, GO.  
Email: jucielefsilva@gmail.com

**Narryman Jordana Ferrão Sales**

Graduanda no curso de Fisioterapia pela Universidade Federal de Goiás  
Instituição: Universidade Federal de Goiás-Regional Jataí.  
Endereço: Universidade Federal de Goiás, Regional Jataí, Rodovia BR-364, Setor Francisco  
Antônio- Jataí, GO.  
Email: Narrymanjordana@gmail.com

**RESUMO**

O agachamento apresenta alto valor funcional, por ser análogo aos movimentos cotidiano como sentar e levantar-se, e por haver uma diversidade de execuções tal qual às variações técnicas disponíveis que alteram o torque exercidos nesta atividade. Dentre as inúmeras vertentes, foi escolhido como tema deste estudo o agachamento com flexão do joelho em 90°, de forma que a coxa fique paralela ao chão, denominado na literatura como meio agachamento. Trata-se de um estudo que analisa o movimento de agachamento livre de uma jovem do sexo feminino, 19 anos, ativa e sem problemas de saúde sob perspectiva biomecânica nas fases concêntrica, excêntrica e isométrica através da videogrametria realizada pelo programa Kinovea 8.26, destacando os ângulos e movimentos numa comparação com a literatura encontrada nos bancos de dados Scielo e Pubmed, no período de 2001 a 2017. As angulações pré-estabelecidas do agachamento são eficientes, no entanto ao comparar a literatura com a amostra, houve uma pequena variação nos números apresentados, onde a amostra ficou com número maior, contudo, quando se trata de um estudo que envolve seres humanos, as variáveis são evidentes e aceitáveis, desde que se respeite o limite físico, e anatômico de cada participante.

**Palavras-chave:** Kinovea, Movimentos Funcionais, videogrametria.

**ABSTRACT**

The squat has high functional value, because it is analogous to daily movements such as sitting and getting up, and because there is a diversity of executions such as the available technical variations that alter the torque exercised in this activity. Among the numerous aspects, the squat with knee flexion at 90°, was chosen as the theme of this study, so that the thigh is parallel to the floor, called in the literature as a half squat. This is a study to analyze the movement of free squat of a young female, 19 years old, active and without health problems from a biomechanical perspective in the concentric, eccentric and isometric phases through videogrammetry performed by the program Kinovea 8.26, highlighting the angles and movements in a comparison with the literature found in the Scielo and Pubmed databases,

from 2001 to 2017. The pre-established angles of the squat are efficient, however when comparing the literature with the sample, there was a small variation in the numbers presented, where the sample was with a higher number, however, when it comes to a study involving beings variables are evident and acceptable, provided that each participant's physical, and anatomical limit is respected.

**Keywords:** Kinovea, Functional Movements, videogrammetry.

## 1 INTRODUÇÃO/ JUSTIFICATIVA

O agachamento apresenta alto valor funcional, por ser análogo aos movimentos cotidiano como sentar e levantar-se, assim como sua aplicabilidade no campo da reabilitação e do esporte.

A utilidade do agachamento é perceptível quando analisada a manutenção das estruturas anatômicas a qual o exercício oferta, bem como a possibilidade de prevenir lesões, uma vez que o posicionamento do corpo durante a realização do agachamento estimula o desenvolvimento de mobilidade articular e flexibilidade muscular, colaborando, assim para a manutenção do equilíbrio do corpo.

Prudente (2016) ressalta como a diversidade funcional do agachamento pode ser associada à significativa diversidade de execuções tal qual às variações técnicas disponíveis que alteram o torque exercidos nesta atividade.

Outro benefício agregado a este exercício físico é que ele pode ser realizado em casa e apresenta baixo-custo, visto que pode ser feito utilizando somente o próprio corpo, de forma que não haja caráter excludente, podendo ser executado por indivíduos de todas as regiões, idades, raças e nível socioeconômico, desde que efetuado com posicionamento correto, evitando sobrecarga das articulações.

Entre as inúmeras vertentes do agachamento, foi escolhido como tema deste estudo o agachamento com flexão do joelho em 90°, de forma que a coxa fique paralela ao chão, denominado na literatura como meio agachamento. Segundo Nobre (2011) a flexão de joelho a 90° apresenta maior força de reação fêmoropatelar, havendo, assim, um contato articular maior e boa estabilidade desta, além de ser a angulação majoritariamente utilizada na realização das Atividades de Vida Diária (AVDs).

## 2 BASE TEORICA

Caterisano et al. (2002) classifica os agachamentos analisando o ângulo de flexão de joelho e os classificaram em: agachamento parcial ( $\pm 135^\circ$ ), agachamento paralelo ( $\pm 90^\circ$ ) e

agachamento completo ( $\pm 45^\circ$ ). Em cada tipo existe uma força muscular, uma coordenação motora e um equilíbrio adequado. No movimento, há o recrutamento de três principais articulações: do quadril, do joelho e do tornozelo, além de praticamente todos os músculos do membro inferior.

Durante o agachamento vários músculos são solicitados, dentre eles: reto femoral, vastos lateral e medial, isquiotibiais, glúteo máximo e tríceps sural, acrescentando ainda à ativação dos músculos estabilizadores lombo-pélvicos (ESCAMILLA ET AL., 2009).

Segundo Tânia (2015 apud ARAÚJO; ARNADIO, 1996) esse movimento é constituído por duas fases: concêntrica e excêntrica. A fase excêntrica é caracterizada pela flexão do joelho a  $90^\circ$ , ativação muscular basal e flexão do quadril. Já na fase concêntrica observa-se a extensão do joelho, a ativação muscular difusa e a ativação prévia do músculo quadríceps femoral.

Para Rasch (2008), no praticante do agachamento à coluna deve estar sempre ereta e o indivíduo olhando a um ponto à frente, sem fazer movimentos com a cabeça (como abaixar ou levantar olhando pra cima), com os pés afastados e paralelos à largura dos ombros. Hirata e Duarte (2007) ressaltam que na fase excêntrica os joelhos não podem passar da linha da ponta dos pés, pois esse movimento aumenta a força de compressão fêmoropatelar.

O agachamento é um exercício de cadeia cinética fechada (CCF) e é muito utilizado nas salas de musculação tanto no treinamento de força muscular, como na reabilitação de cirurgias ou lesões musculares e articulares (ESCAMILLA, 2001). Os benefícios de ser CCF é que proporciona um efetivo treinamento dos músculos do abdome, coluna lombar e membros inferiores, causando assim, melhor controle e estabilização para execução das atividades de vida diária (AVDs) e um melhor treinamento.

### **3 OBJETIVO**

Analisar o movimento de agachamento livre de uma jovem sob perspectiva biomecânica através da videogrametria, destacando os ângulos e movimentos comparando-o com a literatura.

### **4 METODOLOGIA**

A análise dos artigos foi feita nos bancos de dados da Scielo e Pubmed, selecionando artigos publicados entre 2001 a 2017 onde as palavras chaves foram: Agachamento livre; free squatting e; agachamento. Foi utilizado como comparação o vídeo de uma universitária, do sexo feminino com idade de 19 anos, ativa e sem problemas de saúde.

Na captura do vídeo, foram demarcadas as articulações coxofemoral, fêmoropatelar e tibio-társica com marcadores de isopor branco, afim de posteriormente realizar o cálculo da angulação através do programa Kinovea 8.26.

O vídeo foi gravado em um ambiente iluminado com luz natural do dia, com celular smartphone marca Apple modelo 6 com câmera lenta de resolução 720 a 240 FPS, fixado em um ponto imóvel e posicionado a dois metros da modelo. Para calibração da imagem foi posicionado um metro de fita branca no chão.

## **5 RESULTADOS**

O movimento realizado foi dividido em três etapas: fase de preparo, momento em que o indivíduo se posiciona para realizar o movimento; fase de execução, quando a ação é praticada; e fase de desaceleração, período logo após a realização da atividade. De acordo com as medidas goniométricas, as três articulações sofreram angulações variáveis: Angulações dos movimentos (ANG): na fase de preparo, o quadril obteve 169,4°, fase de execução 154,1°, fase de desaceleração, 170,4°. ANG joelho na fase de preparo foi 175,1°, fase de execução 135,3°, fase de desaceleração 170,6°. ANG no tornozelo analisou na fase de preparo 108,8°, fase de execução 81,1°, fase de desaceleração 104,6°.

Na fase excêntrica, no ato de agachar, são usados flexores plantares, extensores do joelho, extensores do quadril e extensores da coluna que por serem músculos posturais encontram-se contraídos antes da fase de preparo e após a fase de desaceleração. Similarmente, na fase concêntrica, quando retorna à posição inicial, são usados os mesmos grupos musculares para realizar os movimentos articulares de flexão plantar, extensão do joelho, extensão de quadril e extensão de tronco que são empregues durante todo o agachamento.

Segundo Gusmão et. al (2015) a cinemática adequada da coluna vertebral no momento do agachamento exige que esta esteja em retificação de suas curvaturas de forma isométrica. Os músculos do tronco, especialmente os eretores da coluna: (grande dorsal, infra espinhal, e os ileoscostais) são recrutados para dar apoio a essa postura durante todo o movimento, os músculos trapézio e romboides também participam de forma isométrica (para a estabilização do tronco), complementando. Teixeira (2014) diz que, o reto abdominal e transversos abdominais dão maior tensão a parede abdominal, auxiliando no controle de tronco e a flexibilidade pélvica, e assim no agachamento promove a modificação da posição da pelve, alterando a coluna. Conforme o tronco é inclinado à frente, a demanda de músculos dos membros inferiores diminui enquanto os músculos eretores da coluna aumentam, no entanto,

a sobrecarga articular imposta na coluna lombar é ampliada, o que necessita de uma maior resistência e fortalecimento dos músculos do tronco e abdominais.

O agachamento é um exercício que propicia estabilização em todas as articulações implicadas (tornozelo; joelho; quadril pelve e coluna vertebral), não se restringindo simplesmente ao fortalecimento dos músculos dos membros inferiores e tratando de um exercício completo e complexo, mas que faz parte também de grande parte das AVDs que somos submetidos e realizamos.

## 6 CONCLUSÃO

Foi possível fazer a análise das angulações e dos músculos utilizados nas fases concêntrica, excêntrica e isométrica em cada uma das três etapas destacadas no movimento.

As angulações pré-estabelecidas do agachamento são eficientes, no entanto ao comparar a literatura com a amostra, houve uma pequena variação nos números apresentados, onde a amostra ficou com número maior, contudo, quando se trata de um estudo que envolve seres humanos, as variáveis são evidentes e aceitáveis, desde que se respeite o limite físico, e anatômico de cada participante.

## REFERÊNCIAS

- CATERISANO, A. R. F. et al. The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.16, n.3, p. 428-432, 2002.
- ESCAMILLA, R. F. et al. Patellofemoral joint force and stress during the one-leg squat and wall squat. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.41, n.4, p.879-888, 2009.
- ESCAMILLA, R. F. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.** v. 33, n. 1, p. 127–141, 2001.
- GUSMÃO, T. R. De G; et al. Desempenho funcional do exercício de agachamento. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 2, n.3, p. 45-56, maio 2015.
- HAYEK, Y. E. et al. Os Benefícios do Exercício de Agachamento na Funcionalidade do Indivíduo na Terceira Idade. **Unifitalo em Pesquisa**, URL: [www.italo.com.br/pesquisa](http://www.italo.com.br/pesquisa). São Paulo SP, v.6, n.3, p. 55-71, jul/2016.

HIRATA, R. P.; DUARTE, M. Efeito da posição relativa do joelho sobre a carga mecânica interna durante o agachamento. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. São Carlos, v. 11, n. 2, p. 121 - 125, mar/abr 2007..

MARCIANO, J. O. S; ÂNGELO, A.; OLIVEIRO, M. F. L. Análise de biomecânica do agachamento livre com barra na musculação. **Revista Interfaces: ensino, pesquisa e extensão**. Suzano-SP, vol. 7, n 5, p.34-40, jun/2015.

NOBRE,T. **Comparação dos exercícios em cadeia cinética aberta e cadeia cinética fechada na reabilitação da disfunção femoropatelar**. Fisioter. Mov., Curitiba, v. 24, n. 1, p. 167-172, jan./mar. 2011.

PRUDENTE,P. **Efeito do exercício combinado de intensidade moderada nos fatores de risco cardiometabólicos em mulheres com e sem síndrome metabólica**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Goiás, Programa de pós-graduação em ciências da saúde, Goiânia, 2016.

RASCH, P.J. Cinesiologia e anatomia aplicada. Guanabara Koogan, 7ª edição, 2008.

TEIXEIRA, Cauê La Scala. Treinamento funcional e core training: definição de conceitos com base em revisão de literatura. **EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires**, Ano 18, Nº 188, janeiro de 2014