

# COMPARAÇÃO CINEMÁTICA E NEUROMUSCULAR DE UM EXERCÍCIO DE ABDOMINAIS NO SOLO E NA FITBALL

Fernandes E<sup>1</sup>, Oliveira M<sup>1</sup>, Cruz AM<sup>1,5</sup>, Vila-Chã CJ<sup>1,2</sup>, Silva AJ<sup>3,5</sup>, Rocha J<sup>4,5</sup> e Barbosa TM<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Desporto, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Engenharia Biomédica, Porto, Portugal

<sup>3</sup> Departamento de Ciências do Desporto, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

<sup>4</sup> Departamento de Tecnologia Mecânica, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal

<sup>5</sup> Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal

**PALAVRAS CHAVE:** músculos posturais, abdominais, superfície instável, cinemática, electromiografia

**RESUMO:** O objectivo deste estudo foi comparar a cinemática e a actividade neuromuscular em exercícios de abdominais no solo e na Fitball. Quinze jovens mulheres participaram voluntariamente neste estudo. Cada sujeito efectuou duas vezes, três séries de dez abdominais com um intervalo mínimo de 60 segundos entre cada série. O exercício foi efectuado uma vez no solo e outra na Fitball. Os dados cinemáticos e neuromusculares foram recolhidos ao longo de todo o protocolo. Foi avaliada a actividades neuromuscular do recto femoral, do recto abdominal superior, do recto abdominal inferior e do oblíquo externo. Um electrogoniómetro foi colocado entre a sexta costela e a crista ilíaca (coluna) e outro entre a crista ilíaca e a zona trocantérica (anca) para avaliação cinemática. O período do exercício entre as condições em estudo não foi significativo. O ângulo mínimo da anca e da coluna lombar foram significativamente inferiores durante a execução do exercício no solo do que na Fitball. A actividade neuromuscular foi significativamente superior quando o exercício foi realizado na Fitball do que no solo em todos os grupos musculares. Como conclusão, actividade neuromuscular é superior aquando da exercitação na Fitball do que no solo.

## 1 INTRODUÇÃO

Os exercícios de abdominais são uma componente essencial das actividades físicas orientadas para a saúde (vulgo *Fitness*) e para a performance desportiva. Além do mais, o correcto alinhamento do esqueleto axial nas actividades da vida diária (ou quotidiana) está relacionado com a adequada tonificação dos músculos posturais, como é o caso dos que constituem a região abdominal.

A electromiografia proporciona um método válido e fiável para avaliar o nível de activação neuromuscular. Os exercícios de abdominais, tais como os abdominais no solo (vulgo *curl up*), deverão envolver uma contribuição mínima dos músculos flexores da anca e estimular principalmente a musculatura abdominal como seja o recto abdominal e o oblíquo externo. O recto da femoral é frequentemente monitorizado

para fornecer uma indicação da actividade e, portanto, da flexão da anca, uma vez que é um músculo superficial do grupo de flexores da coxa sobre o tronco [8].

A *Fitball* é utilizada regularmente nos programas de reabilitação e, mais recentemente, em actividades de *Fitness*, assim como, em algumas modalidades desportivas relacionadas com o rendimento. Este equipamento é utilizado em contextos de *Fitness* para desenvolver o equilíbrio, estimular adaptações proprioceptivas e promover o desenvolvimento muscular. O exercício de abdominais no solo (*curl up*) é adoptado regularmente pela literatura como o exercício de referência das análises comparativas, já que é uma das formas mais populares de exercitação da região abdominal.

O objectivo deste estudo foi comparar a cinemática e a actividade neuromuscular de

exercícios de abdominais realizados no solo e na *Fitball*.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 AMOSTRA

Quinze jovens, do sexo feminino e saudáveis (i.e., fisicamente activas, sem história prévia de patologia ortopedia ou de lesões músculo-esqueléticas nos últimos seis meses) participaram voluntariamente neste estudo. Potenciais indivíduos com pregas abdominais subcutâneas superiores a 2.0 cm foram excluídos do estudo para minimizar os efeitos das componentes de alta frequência e de filtragem do sinal electromiográfico [5]. A tabela 1 apresenta as características dos sujeitos. Todos os procedimentos efectuados estão de acordo com a Declaração de Helsínquia no que diz respeito à investigação com Humanos.

Tabela 1. As características dos indivíduos da amostra.

	(N = 15)
Idade (anos)	21.5 ± 2.7
Estatuta (m)	1.63 ± 0.05
Massa corporal (kg)	52.3 ± 3.51
IMC (kg m <sup>-2</sup> )	19.7 ± 1.3
Classes de <i>Fitness</i> (min/semana <sup>-1</sup> )	334.5 ± 119.3

### 2.2 PROTOCOLO

Cada sujeito efectuou duas vezes três séries de dez abdominais (*curl up*) com um intervalo mínimo de sessenta segundos entre cada série. Uma série foi efectuada no solo e outra na *Fitball*. A ordem de realização do exercício entre os diferentes sujeitos foi aleatória.

Quando executado no solo, os sujeitos estavam em decúbito dorsal sobre um colchão, com um ângulo entre as pernas e as coxas de 90 °. As superfícies plantares estavam em contacto com o colchão à largura dos ombros e as mãos próximas dos lóbulos das orelhas. Foi solicitada a flexão do tronco até que as escápulas deixassem de tocar no colchão. Depois disso, os sujeitos retomavam a posição inicial.

O outro exercício foi feito numa *Fitball* (Gymnic, Classic Plus, Osoppo, Itália), com 75 cm de diâmetro. Os sujeitos estavam em decúbito dorsal, apoiados na bola, com um ângulo de 90 ° entre as pernas e as coxas, as superfícies plantares estavam a contactar com o solo à largura dos ombros e as mãos próximas dos lóbulos das orelhas. Foi solicitada a flexão do tronco até as omoplatas atingirem a tangente imaginária da projecção horizontal da *Fitball* e, em seguida, retomavam a posição inicial.

Os exercícios foram executados a uma frequência de dois segundos por ciclo (0.5 Hz), controlada electronicamente por meio de um metrónomo (Korg, MA-30, Tóquio, Japão) ligado a um sistema de som. Os sujeitos foram encorajados verbalmente ao longo do protocolo para sincronizar o ritmo respiratório com o ciclo gestual (inspiração na fase excêntrica do ciclo e expiração na concêntrica).

### 2.3 RECOLHA DE DADOS

Os dados cinemáticos e neuromusculares foram recolhidos ao longo de todo o protocolo. No entanto, foram avaliados apenas cinco ciclos gestuais (entre a terceira e a sétima repetição de cada série).

Os dados neuromusculares foram recolhidos com um sistema digital electromiográfico (Biopac Systems, MP100A, Santa Barbara, EUA) a uma frequência de 1 kHz. Os eléctrodos bipolares activos (Biopac Systems, 150A, Santa Barbara, EUA), com um ganho de 350 e uma banda entre 12-500 Hz foram fixos no recto femoral (RF), no recto abdominal superior (RAS), no recto abdominal inferior (RAI) e no oblíquo externo (OE). Todos os eléctrodos foram colocados no lado direito do corpo, uma vez que não foram encontradas diferenças significativas na actividade neuromuscular entre grupos musculares similares durante tarefas simétricas [p.e., 6]. Os eléctrodos foram fixos a uma determinada distância

relativa entre as inserções proximal e distal, como sugerido por Cram et al. [4] e orientados de acordo com as sugestões da literatura [1, 4, 7]. O eléctrodo de referência foi colocado na rótula. Foi utilizada uma amplificação diferencial com 1 M $\Omega$  de impedância, ganho de 1000, banda entre 15-400 Hz, factor de rejeição do modo comum superior a 90 dB. Para converter o sinal analógico em sinal digital foi utilizado um conversor A/D de 16 bits (Biopac Systems, MP100 e ISA 100A, Santa Barbara, EUA). Os dados neuromusculares foram recolhidos e processados com um *software* específico (Biopac Systems, AcqKnowledge v 3.5, Santa Barbara, EUA). Foi adoptado um período de tempo mínimo de cinco minutos entre a colocação dos eléctrodos e o início do protocolo [3]. O sinal foi processado digitalmente, a fim de se obter o valor quadrático médio (RMS). O sinal RMS foi normalizado baseado no valor médio das duas repetições mais elevadas dentro de uma determinada condição de exercitação.

Os dados cinemáticos foram recolhidos com dois electrogoniómetros (Biometrics, XM180, Gwent, Reino Unido). Um electrogoniómetro foi colocado na região lateral do tronco, entre a 6<sup>a</sup> costela e a crista ilíaca (coluna lombar). O outro foi colocado entre a crista ilíaca e a zona trocântérica (anca). Os dados neuromusculares e cinemáticos foram sincronizados utilizando o mesmo equipamento descrito previamente para a actividade neuromuscular. Avaliou-se o ângulo mínimo destas duas articulações e o período do ciclo de exercitação.

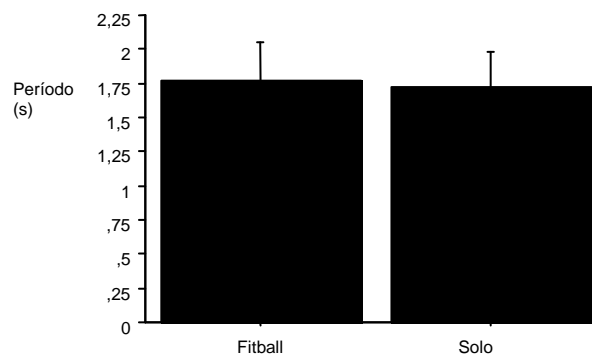
#### 2.4 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

A normalidade da distribuição foi avaliada com o teste de Shapiro-Wilkins. Foram calculadas as estatísticas descritivas (média  $\pm$  1 DP) de todas as variáveis neuromusculares e cinemáticas. O efeito das condições do exercício (solo *versus* *Fitball*) nas variáveis dependentes foi

estudado com o teste T de Student (amostras emparelhadas). O nível de significância estatística foi de  $P \leq 0.05$ . As análises estatísticas foram realizadas com um *software* específico (SPSS, v 13.0, Chicago, IL, EUA) e os gráficos foram produzidos noutro *software* (StatView, v 4.53, Califórnia, EUA).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 1 apresenta a comparação cinemática entre as duas condições de exercitação. A diferença do período de exercício entre as duas situações não foi significativa [ $t(14) = 1.777$ ;  $p = 0.10$ ]. Como era esperado, não houve diferenças significativas no período de exercício, já que este foi controlado com um metrónomo. No que diz respeito à cinemática segmentar, para a anca e para a coluna lombar, verificaram-se diferenças significativas. O ângulo mínimo da anca foi inferior durante a execução no solo do que na *Fitball* [ $t(14) = 2.743$ ;  $p < 0.01$ ]. Do mesmo modo, o ângulo mínimo da coluna lombar também foi inferior durante a execução no solo do que na *Fitball* [ $t(14) = 1.875$ ;  $p < 0.04$ ]. Houve uma menor flexão durante o exercício na *Fitball* provavelmente devido a esta fornecer uma superfície instável. Como consequência, ocorrerá uma redução do momento de força gerado pelo tronco a fim de manter o equilíbrio estável.



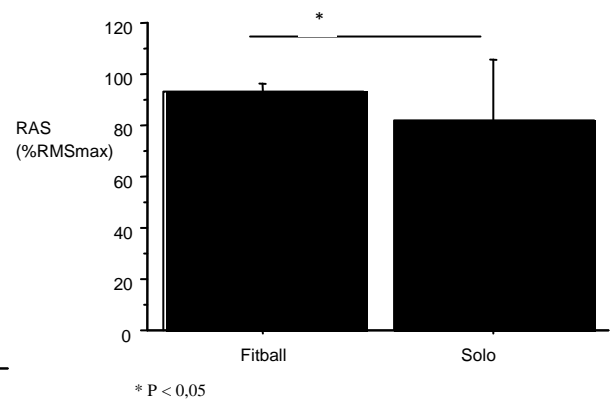
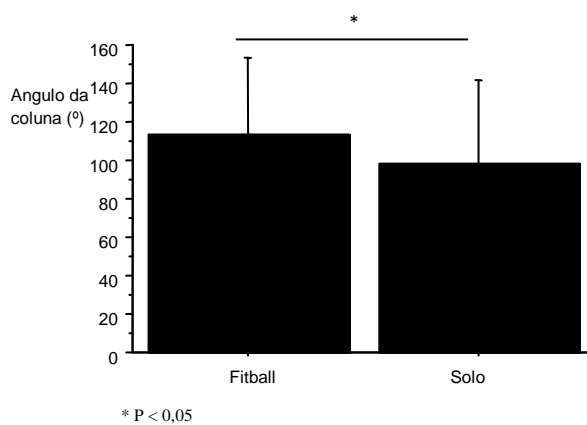
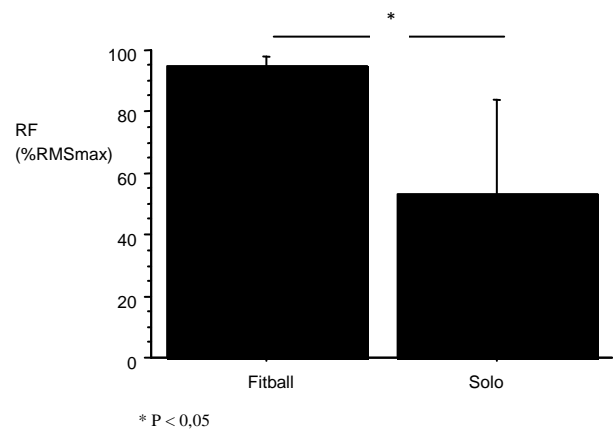
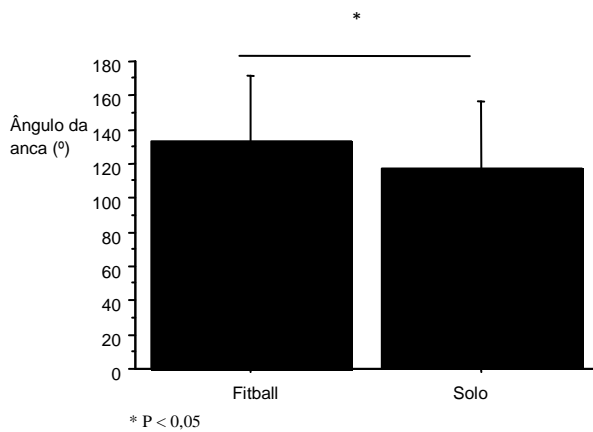


Fig. 1 Comparação cinemática do exercício de abdominais realizados no solo e na Fitball.

A Fig. 2 apresenta a comparação da actividade neuromuscular entre as condições de exercitação. Em todos os grupos musculares estudados, verificaram-se diferenças significativas. No RF [t(14) = 5.240; p < 0.01], RAS [t(14) = 1.876; p = 0.04], RAI [t(14) = 2.560; p = 0.01] e OE [t(14) = 2.424; p = 0.01] a actividade neuromuscular foi superior quando o exercício foi realizado na *Fitball* do que no solo. Outros autores também descreveram um aumento significativo da actividade neuromuscular quando os exercícios foram realizados na *Fitball* [p.e., 2, 9, 10]. Superfícies instáveis, tais como a *Fitball*, geram uma maior activação não só para a flexão do tronco, mas também para estabilizar o corpo ao longo de todo o ciclo gestual.

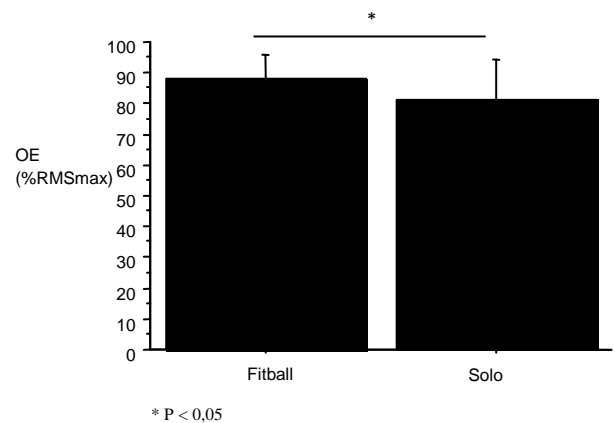
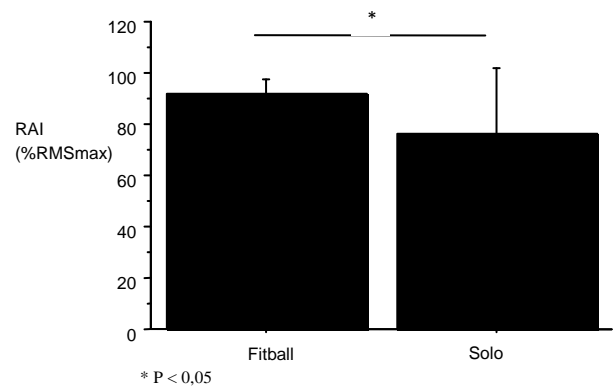


Fig. 2 Comparação da actividade neuromuscular do exercício de abdominais realizados no solo e na *Fitball*.

## CONCLUSÕES

A actividade neuromuscular é superior quando os exercícios de abdominais são realizados na *Fitball* do que no solo. Portanto, técnicos de desporto e saúde (p.e., instrutores de *Fitness*, treinadores, fisioterapeutas) podem aumentar a eficácia da sua prescrição para tonificar os músculos posturais tendo em consideração a aptidão física dos praticantes; nomeadamente, com base no tipo de exercício e equipamentos propostos para a prática. Por exemplo, indivíduos com elevados níveis de aptidão física podem obter mais benefícios caso se exercitem com recurso a superfícies instáveis.

## REFERÊNCIAS

- [1] Basmajian J, De Luca C. Muscle alive – their functions revealed by electromyography. Williams and Wilkins. Baltimore. 1985
- [2] Behm D, Leonard A, Young W, Bonsey W, MacKinnon S. Trunk electromyographic activity with unstable and unilateral exercises. *J Strength Cond Res.* 19:193-201, 2005.
- [3] Cram J, Rommen D. Effects of skin preparation on data collected using an EMG muscle-scanning procedure. *Appl Psychophys Biofeedback* 14: 75-82, 1989
- [4] Cram J, Kasman G, Holtz J. Atlas for electrode placement. In: Cram J, Kasman G (eds). *Introduction to surface electromyography.* pp. 223-388. Aspen Publication. Maryland. 1998.
- [5] Cram J, Kasman G. *Introduction to surface electromyography.* Aspen Publication. Maryland. 1998.
- [6] Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Andrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Med Sci Sports Exerc* 30: 556-569, 1998.
- [7] Hermens H, Freriks B, Merletti R, Stegemen D, Blok J, Rau G, Disselhorst-Klug C, Hägg G. *European Recommendations for Surface Electromyography,* Roessingh Research and Development. The Netherlands. 1999.
- [8] Hildenbrand K, Noble L. Abdominal muscle activity while performing trunk-flexion exercises using the Ab Roller, ABslide, FitBall and conventionally performed trunk curls. *J Athletic Training.* 39: 37-43, 2004
- [9] Marshall P, Murphy B. Increased deltoid and abdominal muscle activity during swiss ball bench press. *J Strength Cond Res.* 20: 745-750, 2006.
- [10] Sternlicht E, Rugg S, Fuji L, Tomomitsu K, Seki M. Electromyographic comparison of a stability ball crunch with a traditional crunch. *J Strength Cond Res.* 21: 506-509, 2007.