

ANÁLISE DE ASSIMETRIA DOS MEMBROS INFERIORES PARA JOGADORES DE FUTEBOL DE CAMPO

W. R. Livramento*, E. Y. Nagata*, M. A. Martin**, M. S. Martins*, T. Hirata*

*Dep. Mecânica, Fac. Eng.-UNESP, Guaratinguetá-SP, Brasil

** Colégio Davinci, Lorena-SP, Brasil

e-mail: walquiriarll@gmail.com

Resumo: O estudo apresenta o teste de resistência muscular unilateral utilizando o *Leg Press* Horizontal e salto horizontal unipodal (SHU) utilizando uma plataforma de força. O objetivo do estudo foi determinar se estes testes são capazes de identificar assimetrias nos membros inferiores. As variáveis para o teste de resistência muscular foram: repetições máximas e seu tempo, e para o teste de SHU foram: pico de força de reação do solo, tempo de contato e ângulo de saída. Participaram como amostra 12 jogadores de futebol de alto rendimento com $6 \pm 2,86$ anos de experiência profissional. Os resultados mostraram diferentes condições de assimetrias dependendo do tempo de prática em treinamento de alto rendimento e da posição do jogador no time que servirá para o planejamento futuro do treinamento e prevenção de lesões. Foi observado que o teste de SHU requer um treinamento específico antes de realizá-lo, devido a necessidade de eficiência do gesto motor.

Palavras-chave: Biomecânica desportiva, assimetrias dos membros inferiores, resistência em *Leg Press*, salto horizontal unipodal, jogadores de futebol de campo.

Abstract: *The study shows the unilateral muscular resistance test using the Horizontal Leg Press and the Horizontal One Leg Jumping test using a force platform. The objective of the study was to determine if these tests would be able to identify asymmetry of lower members. The variables used for the muscular resistance test were: maximum repetitions and duration, while for the one leg jumping test were: peak of reaction force, contact time and exit angle. The sample was composed of 12 high yield soccer players with $6 \pm 2,86$ years of professional experience. The results showed different asymmetry conditions depending on the high yield practice time and the position of the player in the game, which will serve for the future planning of the practice and prevention of lesions. It was observed that the one leg jumping test requires a specific training before execution, due to the need of gesture efficiency.*

Keywords: *Sports biomechanics, asymmetries of the lower limbs, muscle resistance in Leg Press, single leg horizontal jump, soccer players.*

Introdução

O futebol é um esporte muito praticado no mundo todo envolvendo praticantes amadores e profissionais. É uma modalidade que exige uma boa condição física para a melhor performance, necessitando boa capacidade anaeróbia e aeróbia, agilidade, força e velocidade [1]. Além disso, é um esporte de contato que oferece riscos de lesões, as quais ocorrem na maioria das vezes nos membros inferiores. Um dos fatores possivelmente causador de lesão é a assimetria que pode ser causada pelo desenvolvimento de força muscular de forma desequilibrada. Assim, o ato de avaliar unilateralmente e controlar a força muscular do atleta deve fazer parte dos programas de treinamento, no qual são monitorados seus efeitos bem como nos fatores de risco de lesões [2; 3]. O teste de salto horizontal unipodal (SHU) é um teste muito utilizado para identificar assimetrias de força nos membros inferiores em indivíduos que foram submetidos à cirurgia de ligamento cruzado anterior [4]. Sob o ponto de vista esportivo, estudos publicados na literatura, na sua maioria, abordam o salto para avaliação e treinamento de atleta. As análises costumam ser referentes à força e condicionamento e/ou intervenções fisioterapêuticas [5]. Outro teste que pode ser utilizado para avaliação de assimetrias é o teste de resistência muscular unilateral, que consiste na execução de repetições até a fadiga no aparelho *Leg Press* Horizontal [6]. Estudos mostram que métodos biomecânicos utilizados para o diagnóstico de assimetrias, no caso de teste isocinético, podem ser mais precisos e mais confiáveis [2], porém, o SHU apresenta-se como um método de triagem, no qual, dependendo da resposta apresentada, indivíduos podem ser encaminhados ou não a um teste mais preciso. Pode ser considerada também, a vantagem de ser um teste prático e de baixo custo, podendo ser administrado em qualquer ambiente [3]. Sendo os desequilíbrios associados à performance muscular, considerados possíveis causadores de lesão em atletas, métodos avaliativos para o diagnóstico de assimetrias são de fundamental importância. Este trabalho apresenta os dois métodos de avaliação de assimetria, SHU e teste com *Leg Press* Horizontal, nos membros inferiores para jogadores de futebol de campo.

Materiais e métodos

Participaram deste estudo 12 atletas profissionais de futebol de campo, do sexo masculino, com idade de $23,4 \pm 3,2$ anos, massa corporal de $76,9 \pm 8,1$ kg, estatura de $1,80 \pm 0,06$ m, com experiência profissional de $6,0 \pm 2,9$ anos, pertencentes a um clube de futebol profissional da cidade de Guaratinguetá - SP. Os atletas assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O critério de inclusão considerou apenas aqueles com ausência de disfunções musculoesqueléticas nos membros inferiores e coluna vertebral nos últimos seis meses. As circunferências da coxa e panturrilha foram medidas por meio de fita métrica, apresentando para coxa $58,41 \pm 4,69$ cm para membro inferior (MI) dominante e $58,12 \pm 4,68$ cm para MI não dominante e, para panturrilha $37,11 \pm 1,82$ cm para MI dominante e $37,11 \pm 1,95$ cm para MI não dominante.

Para o registro da capacidade de resistência muscular dos membros inferiores, foi utilizado um aparelho *Leg Press Horizontal*, da marca Portico com capacidade de 1200 N. Apenas uma série de repetições máximas foi realizada com cada perna. A sobrecarga utilizada foi de 80% em relação à massa corporal do sujeito. Este protocolo foi similar ao proposto por [6], com exceção a carga que foi adaptada, pois o presente estudo envolveu atletas com alto nível de condicionamento físico. Antes de executar o ensaio, os sujeitos realizaram um breve aquecimento, com cinco minutos em bicicleta estacionária seguido de um breve alongamento leve e geral. Os sujeitos foram instruídos a adotarem como posição inicial, a postura sentada, apoio unipodal com joelho flexionado a aproximadamente 90° , pé apoiado à placa que se movimentava horizontalmente conforme a extensão do joelho e mãos segurando o apoio lateral. Em seguida, foi realizado o movimento de extensão de joelho e quadril, fase concêntrica e, seguidamente, a flexão de joelho, quadril e dorsiflexão do tornozelo, fase excêntrica, retornando à posição inicial. A Figura 1 apresenta a sequência de movimentos realizados no aparelho *Leg Press Horizontal*.

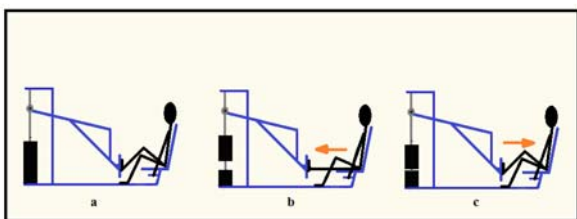


Figura 1: Movimentos realizados para o teste de resistência muscular, (a) posição inicial; (b) fase concêntrica; (c) fase excêntrica.

Para que todas as repetições do exercício fossem executadas dentro de um padrão, foi definida previamente a amplitude do movimento. Uma fita elástica foi esticada acima do joelho do avaliado com suas extremidades presas a duas hastes laterais, determinando a angulação ideal para cada sujeito.

O salto horizontal unipodal foi utilizado para avaliar

a capacidade de desenvolver a força rápida dos membros inferiores. Para o ensaio do salto, foi utilizada uma plataforma de força, desenvolvida no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Engenharia, com chapa de alumínio 5052, tamanho 500 x 500 mm, espessura de 10 mm, com quatro células de carga devidamente calibradas, apoiadas aos pés articulados por esferas em sua base, e capacidade de cargas de 3600N. Cada célula de carga foi constituída por quatro extensômetros (modelo J2A – 06 – SO38 – 350) montados na forma de ponte de *Wheatstone*, fator de ganho 2, fabricante MM que apresentaram excelente linearidade entre os valores de tensão elétrica (mV/V) e as forças aplicadas (N) com coeficiente de correlação ($R^2 = 0,999$). O condicionador de sinais utilizado, destinado a leitura das células de carga foi o *Spider8*, da marca HBM, com software de aquisição *CatmanEasy*. À frente da plataforma, foram colocados dois tatames com dimensões 1 m x 1,9 m e espessura de 4 mm, de forma longitudinal, formando um “corredor”, onde os sujeitos saltaram. Para o registro de imagens dos sujeitos e da medida de distância de salto foram utilizadas 2 câmeras digitais, marca CASIO, modelo *Exilim EX-ZR20* e, 1 câmera digital, marca SONY, modelo *Cybershot DSC-W120*. Antes de iniciar a coleta, os atletas realizaram algumas repetições de agachamento sem carga como forma de aquecimento das articulações. Em seguida, os atletas realizaram alguns saltos no mesmo local de ensaio, tendo em vista a familiarização com o espaço, ambiente de coleta e com o salto unipodal propriamente dito. Como postura inicial para o salto, os sujeitos foram instruídos a ficar em pé com apoio unipodal posicionado atrás de uma linha demarcada na plataforma. A postura inicial foi mantida com flexão de joelho e quadril em extensão do membro contralateral. As mãos foram posicionadas na cintura durante a execução do ensaio. A Figura 2 apresenta a sequência de movimentos realizados no salto unipodal. Cada sujeito executou três saltos com cada MI, seguindo protocolo de [7]. Foi realizado um intervalo de aproximadamente três minutos entre as tentativas. O registro da distância alcançada foi feito imediatamente após a aterrissagem, utilizando uma fita métrica e conferido posteriormente através das imagens obtidas com a câmera.

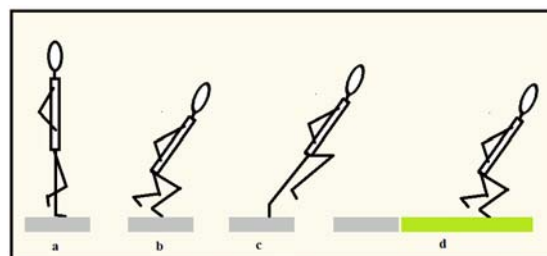


Figura 2: Movimentos realizados no salto unipodal, (a) postura inicial; (b) preparação para o salto; (c) salto horizontal; (d) aterrissagem.

Resultados

A Tabela 1 apresenta o número de repetições máximas realizadas com o MI dominante e não dominante no teste de resistência muscular unilateral no aparelho *Leg Press* Horizontal. Observou-se que não houve diferença significativa do grupo entre as médias e desvios padrão para o número de repetições realizadas, apesar da significativa variação entre sujeitos, consequentemente nos tempos de realização para alcançar número máximo de repetições.

Tabela 1: Resultados de resistência muscular em *Leg Press* Horizontal do MI dominante e não dominante.

Sujeitos	MI-Domin.	MI-Domin.	MI-Não Domin.	MI-Não Domin.
	No. repet.	Tempo (s)	No. repet.	Tempo (s)
1	117	101,17	82	80,36
2	112	101,28	193	143,96
3	54	50,15	62	58,76
4	123	110,04	73	71,36
5	132	112	200	163,28
6	175	136,13	165	128,19
7	182	146,74	200	154,95
8	344	269	317	279,44
9	196	151,15	94	71,77
10	105	111,24	126	110,44
11	183	161,68	242	179,2
12	217	168,24	194	149,89
Média	161,67	134,9	162,33	133,05
DP	73,96	53,4	77,19	61,96

As correlações entre os anos de experiência profissional como jogadores de futebol de campo e número de repetições alcançadas encontra-se nos gráficos da Figura 3.

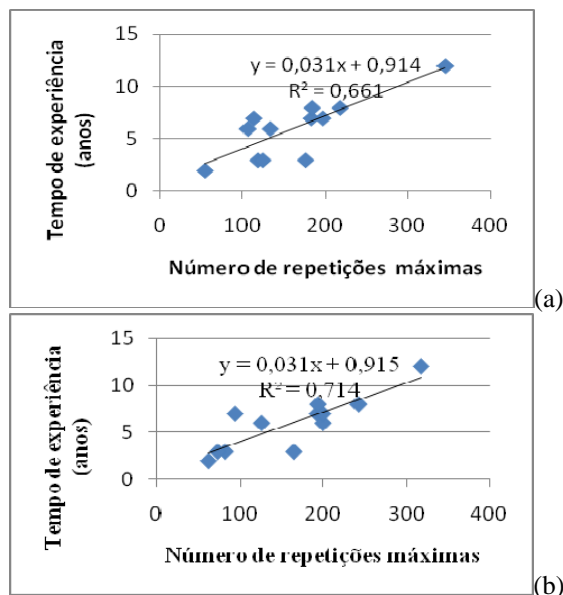


Figura 3: Correlação linear entre o tempo de experiência profissional e a capacidade de resistência muscular do MI dominante (a) e não dominante (b).

Conforme os resultados da Figura 3, o tempo de experiência apresenta significativa contribuição nos

ganhos de resistência muscular ao longo do treinamento realizado como profissional, porém, entre MI dominante e não dominante pouca diferença foi observada em número de repetições máximas. A Tabela 2 apresenta os resultados de ensaios com SHU, em termos de picos de força de reação, normalizadas em peso corporal, tempo de execução do salto e respectivo ângulo de saída. O tempo de execução são aqueles intervalos desde a preparação do salto até a iminência de afastar da plataforma, equivalente às fases *b* e *c* da Figura 2. E o ângulo de saída indica os ângulos entre o membro inferior de salto, dominante ou não dominante, com relação ao nível de chão (na direção horizontal).

Tabela 2: Resultados do teste de salto horizontal unipodal do MI dominante e não dominante.

Sujeitos	MI- Dominante			MI- Não Domi nante		
	Fn,pico norm.	Tempo (s)	Ang. Saída	Fn,pico norm.	Tempo (s)	Ang. Saída
1	1,55	0,97	47°	1,5	1,67	44°
2	1,6	1,4	41°	1,6	3,34	41°
3	1,8	1,51	43°	1,6	1,34	43°
4	1,5	2,24	41°	1,55	1,73	44°
5	1,65	0,8	43°	1,75	0,77	41°
6	1,85	1,5	41°	1,9	1,73	44°
7	1,95	0,6	42°	1,8	0,84	43°
8	1,5	0,84	39°	1,7	0,77	44°
9	1,6	2,4	41°	1,45	1,87	42°
10	1,5	0,93	33°	1,6	0,9	41°
11	1,5	3,35	45°	1,75	2,4	47°
12	1,8	1,96	40°	1,7	0,86	35°
Média	1,6	1,54	41,33°	1,65	1,52	42,41°
DP	0,16	0,82	3,42°	0,13	0,78	2,9°

Tanto nos picos de forças de reação normalizada quanto nos ângulos de saída não apresentaram diferenças significativas entre os membros dominante e não dominante. Entretanto, o tempo de execução variou bastante entre os sujeitos e também entre os membros dominante e não dominante. Como o salto foi realizado na posição unipodal e mãos apoiadas na cintura, o fator equilíbrio pode ter interferido no processo. Foi observado pelas filmagens que os atletas tiveram um pouco de dificuldade de manter na posição inicial em equilíbrio. Para manter o equilíbrio há necessidade da ação dos músculos estabilizadores que não são exigidos no salto bipodal. Esse fator acaba interferindo no nível atencional durante o salto. A atenção foi direcionada para o controle motor e assim a performance em relação a distância foi prejudicada, causando excessivo tempo de reação para alguns sujeitos.

Discussão

No presente estudo, verificou-se que existe uma correlação entre o tempo de experiência em treinamento de alto rendimento e a capacidade de resistência muscular obtida através do teste de flexão e extensão unipodal dos membros inferiores realizado no aparelho *Leg Press* Horizontal. Isto pode ser explicado pelo tempo de treinamento, ou seja, a quantidade de prática dos atletas em treinamento de alto rendimento interfere na maior resistência muscular. De acordo com [8], a capacidade de assimilação de um treinamento aumenta

rapidamente atingindo seu máximo entre as idades de 20 e 30 anos, sendo que o pico apresenta-se em torno de 26 e 28 anos. Um outro fator que pode ser associado a maior capacidade de resistência muscular é a posição do jogador em campo. O estudo de [9] analisaram a força isocinética de jogadores de futebol comparando as diferentes posições de jogo. Nos músculos flexores do joelho, foi observado um maior índice para suportar fadiga nos laterais comparado aos atacantes. No presente estudo, os dois sujeitos que apresentaram o melhor desempenho relacionado à resistência muscular, jogam na posição de lateral e também são os mais experientes. No entanto, o número de sujeitos é considerado muito pequeno para indicar a correlação entre a capacidade de resistência muscular e o posicionamento dos jogadores. Em relação à assimetria detectada em alguns jogadores no teste de capacidade de resistência muscular, pode-se supor que esta pode ser ocasionada pela posição do jogador. O jogador com maior índice de assimetria no teste foi o goleiro. A posição de goleiro durante o jogo é o menos exigida em relação à capacidade de resistência muscular.

Uma variação relativamente maior entre os jogadores no teste de salto horizontal pode ser explicada quando o foco atencional for dado ao movimento e não a meta interferindo no resultado (performance do salto). Para que esse fator não interfira é necessário uma maior quantidade de prática, ou seja, maior familiarização da situação específica do teste [5].

Sobre a quantificação de assimetria, [6] propôs um índice de assimetria (IA em %), equação 1, onde Vd e Vn indicam respectivamente para parâmetros dominante e não dominante.

$$IA = 100 * \left| \frac{(Vd - Vn)}{(Vd + Vn)} \right| \quad (1)$$

A Tabela 3 apresenta os valores de IA determinados nos parâmetros de avaliação registrados em testes de resistência muscular e de salto horizontal. Valores acima de 15% indicam a presença de assimetria.

Tabela 3: Índice de assimetria entre o membro dominante e não dominante para teste de resistência muscular e para salto horizontal.

Sujeito	Índice de assimetria (IA)				
	No. rep.	t,rep.	Fn,pico	t,salto	Ang,saida
1	35,17	22,92	3,27	53,03	6,59
2	53,11	34,8	0	81,85	0
3	13,79	15,81	11,76	11,92	0
4	51,02	42,64	3,27	25,69	7,05
5	40,96	37,25	5,88	3,82	4,76
6	5,88	6	2,66	14,24	7,05
7	9,42	5,44	8	33,33	2,35
8	8,16	3,8	12,5	8,69	12,04
9	70,34	71,21	9,83	24,82	2,4
10	18,18	0,72	6,45	3,27	21,62
11	27,76	10,27	15,38	33,04	4,34
12	11,19	11,53	5,71	78,01	13,33
Med	22,97	13,67	6,16	25,25	5,67
Dp	21,26	20,98	4,58	26,97	6,26

Somente dois sujeitos satisfizeram para todos os testes realizados. E na análise do grupo, picos de forças e ângulos de saída apresentaram baixo índice de assimetria. Os testes realizados neste trabalho, quanto à resistência muscular e controle motor pelo salto horizontal, em termos de fator de assimetria, podem auxiliar técnicos a planejar futuros treinamentos específicos para cada jogador para a prevenção de lesões nos membros inferiores.

Referências

- [1] Cunha,S.A. Análises biomecânicas no futebol. Motriz, 2003; 9(1):25-30.
- [2] Fonseca,S.T et. al. Caracterização da performance muscular em atletas profissionais de futebol. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2007; 13(3):143-147.
- [3] Silva,C.B.M. Diagnóstico de assimetrias laterais dos membros inferiores em jogadores de futebol por meio de variáveis biomecânicas e de testes motores.[dissertação]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2008.
- [4] Luz,B.S. Análise da simetria em tarefas motoras em sujeitos submetidos à reconstrução do ligamento cruzado anterior.São Paulo: Universidade de São Paulo; 2009.
- [5] Meylan,C.M.P. et. al. Temporal and kinetic analysis of unilateral jumping in the vertical, horizontal, and lateral directions. Journal of Sports Sciences, 2010; 28(5):545-554.
- [6] Marchetti,P.H., Uchida,M.C.Influência da Fadiga Unilateral de Membro Inferior sobre o Salto Vertical Bilateral.Rev Bras Med Esporte, 2011;17(6): 405-408.
- [7] Wilk,K.E, et. al. Relationship Between Subjective Knee Isokinetic Testing, and Functional Testing in the ACL-reconstructed Knee. Journal Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1994;20(2):
- [8] Weineck,J. Treinamento ideal: instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil. 9º Ed. São Paulo: Manole; 2003.
- [9] Goulart,L.F et. al. Força isocinética de jogadores de futebol categoria sub-20. Ver. Bras. Cineant. & Desemp. Hum.,Florianópolis, 2007; 9(2);165-169.