

GISELE LOPES HENRIQUES CRUZ

**IDENTIFICAÇÃO DE DIFERENÇAS LATERAIS
DINÂMICAS EM JOGADORES DE FUTEBOL POR MEIO
DO TESTE ISOCINÉTICO E SALTOS VERTICAIS**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2006

GISELE LOPES HENRIQUES CRUZ

**IDENTIFICAÇÃO DE DIFERENÇAS LATERAIS
DINÂMICAS EM JOGADORES DE FUTEBOL POR MEIO
DO TESTE ISOCINÉTICO E SALTOS VERTICAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Área de concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Hans-Joachim Menzel, UFMG.

Co-orientador: Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca, UFMG.

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2006



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA
OCUPACIONAL - EEEFTO.

Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Pós-Graduação *Strictu Senso* - Curso de Mestrado em Educação Física

Dissertação intitulada **“IDENTIFICAÇÃO DE DIFERENÇAS LATERAIS DINÂMICAS EM JOGADORES DE FUTEBOL POR MEIO DO TESTE ISOCINÉTICO E SALTOS VERTICAIS”**, de autoria da mestranda Gisele Lopes Henriques Cruz, foi aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Hans-Joachim Karl Menzel – EEEFTO/UFMG – Orientador

Prof. Dr. Hans-Joachim Karl Menzel
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física -
EEEFTO/UFMG
Belo Horizonte, 2005.

Aos meus pais, Gilmar e Zélia.

Dedico-lhes meu amor e esta vitória que é fruto do que semearam, é produto da luta incessante, dos ensinamentos concretizados em gestos, das adversidades superadas e do amor desmedido. O melhor desse momento é ter vocês comigo e ver o olhar cheio de orgulho que me move e me preenche a alma. Obrigada por serem o que são e pela essência que me deram. A vida, em cada etapa, pôde me oferecer acúmulo de conhecimento, mas só vocês me garantiram a sabedoria.

Ao meu amor, Calos Eduardo.

Juntos vencemos mais essa etapa. Até aqui, tantos foram os sonhos e quantas foram as dificuldades! Em tudo recordo a sua presença. A força que nos uniu pela cumplicidade, pela fidelidade, pelo diálogo e pelo amor tem nos levado a um largo caminho. Os tropeços nos fizeram mais certos do nosso amor e as vitórias foram muitas. Peço desculpas pelos momentos em que estive ausente ou mesmo abstraída em pensamentos e agradeço o companheirismo ainda que silencioso e a confiança depositada nos meus ideais. Ao seu lado, supero o medo, as incertezas e as angústias. A você, meu porto seguro, dedico todo o meu amor!

Ao nosso primeiro filho, Pedro Badaró.

A você, força que nos move e que nos ensinou o milagre da vida, dedico essa conquista tão sonhada... Cada sonho, cada vitória, cada batalha é por você, extensão das nossas vidas e do nosso amor. Obrigada por ser minha inspiração, por me preencher e por existir. Que você traga todo amor plantado e o melhor que a vida pode oferecer!

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pela presença sublime.

Aos meus queridos irmãos, Cristiane e Gilmar, também mestres, pelo exemplo de vida e por acreditarem em mim. Amo vocês!

Ao Professor Dr. Hans-Joachim Menzel pelo amparo, acolhimento, competência e dedicação. Por ter me ensinado a dizer “*não sei*” sem, no entanto permanecer sem saber; a expressar-me por meio de frases curtas e simples e, sobretudo, a respeitá-lo não apenas pelo conhecimento, mas por suas atitudes. Ainda quando falou pouco me ensinou muito! Como já pude lhe escrever um dia:

“Um professor influi para a eternidade; nunca se pode dizer até onde vai a sua influência (Henry B. Adams).”

Obrigada pelos valores que construiu em mim e por ter se revelado professor exemplar: competente, compenetrado, dedicado e, quando necessário, rude. Sempre espelharei no seu exemplo. A você, todo meu apreço.

Ao Professor Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca pelo auxílio, pelo incentivo e por ter cedido o necessário para a realização deste trabalho.

Aos meus alunos que me motivam a buscar, a inovar e a ser incessante na leitura e no aprimoramento. Vocês que sempre confiam e acreditam em mim são a motivação da minha escalada. Obrigada por compreenderem a falta de tempo ou o mau humor de alguns momentos.

Aos colegas de laboratório: Jú Herr, Elder, Dresão, Cíntia, Leopoldo, Gustavo, Luiz, Dani Zazá, Josi, Silvia... pelo acolhimento, pela amizade, pelo coletivismo, pelas sugestões e pelos agradáveis momentos que compartilhamos. Vocês são muito especiais para mim!

Ao Professor Dr. Emerson Silami e Professor Dr. Luciano pela disponibilidade, pelo apoio e pela cooperação.

A Débora e Gustavo, monitores de coleta, pela garra, disposição, empenho e pelo incentivo, mesmo em momentos que quase desisti. Nos méritos dessa conquista há muito de vocês.

À Cecília, que muito contribuiu na coleta de dados. Obrigada pelo coleguismo, boa vontade, desprendimento e dedicação.

Ao Gustavo Tasca e aos colegas, funcionários e amigos da FASEH, pela amizade, pela compreensão e pela torcida.

A Cláudia pela seriedade, competência, amizade e auxílio constante.

Ao Ézio pelo incentivo, profissionalismo, disposição e pelos cafezinhos do CENESP.

Aos amigos, familiares e pacientes, pessoas ilustres na minha história, os quais estimo muito. O apoio de vocês sempre foi muito importante para mim.

“A maravilhosa disposição e harmonia do universo só pode ter tido origem segundo o plano de um Ser que tudo sabe e tudo pode. Isto fica sendo a minha última e mais elevada descoberta.”

Isaac Newton

RESUMO

Este estudo teve por objetivo a identificação de diferenças laterais de variáveis dinâmicas de membros inferiores em atletas de futebol de alto nível. Para tanto foram empregados dois métodos de medição, saltos verticais em plataforma dupla de força e a dinamometria isocinética. Foi também objetivo correlacionar os resultados obtidos em cada teste e analisar se o teste isocinético é preditor dos saltos verticais ao identificar diferenças laterais em atletas. Compuseram a amostra 51 jogadores de futebol de campo, categoria profissional. Cada jogador realizou três saltos verticais com contramovimento em plataforma dupla de força. O melhor salto foi escolhido para a análise da diferença lateral por meio das variáveis força máxima, potência e impulso. Já o teste isocinético foi realizado em seguida, na mesma data, no modo concêntrico para os extensores de joelho, bilateralmente, nas velocidades angulares de 60, 180 e 300°/s. As variáveis isocinéticas para análise da diferença lateral foram pico de torque e trabalho máximo. Estatística descritiva, teste de correlação e análise de regressão foram calculados para cada variável dinâmica avaliada. Os jogadores de futebol foram assimétricos pelas variáveis pico de torque 60°/s ($11,49 \pm 12,39\%$), Trabalho Máximo 60°/s ($10,93 \pm 10,79\%$), impulso ($24,82 \pm 20,22\%$) e potência ($27,63 \pm 20,84\%$). Todas as variáveis tiveram significativa correlação ($p < 0,01$) na análise da diferença lateral. A maior correlação ocorreu entre Trabalho máximo 300°/s e Força Máxima (constante = 629) e entre Pico de Torque 300°/s e Força Máxima (constante = 625). Na análise de regressão entre variáveis dinâmicas dos saltos verticais e as variáveis dinâmicas isocinéticas, na identificação das diferenças laterais, os maiores níveis de predição também ocorreram entre Força Máxima e Pico de Torque 300°/s (R^2 ajustado = 379) e entre Força Máxima e Trabalho Máximo 300°/s (R^2 ajustado = 383). Esses achados indicam que jogadores de futebol, categoria profissional, possuem diferença lateral dinâmica tanto pelos saltos verticais quanto pelo teste isocinético. As velocidades angulares mais altas da dinamometria isocinética são mais preditoras dos saltos verticais ao investigar assimetria em atletas.

Palavras-chave: diferença lateral. jogador de futebol. isocinético. saltos verticais.

ABSTRACT

The aim of this study was to identify lateral differences of dynamic variables of the lower limbs in high level soccer players. For that, two measuring methods were used, vertical jumps on a double force-platform and the isokinetic-dynamometer method. It was also an objective of this study to correlate the results obtained from each test and analyse whether the isokinetic test can predict the vertical jumps when identifying lateral differences in athletes. Participants in this study were 51 professional soccer players. Each subject performed 3 jumps with countermovement on a double force-platform. The best jump was chosen for the analysis of the lateral difference through maximal force, maximal power output and momentum variables. The isokinetic test was then performed in the same day, concentrically for the knee extensors, bilaterally, in the angular velocities of 60, 180, and 300°/s. The isokinetic variables for the analysis of bilateral differences were peak torque and peak work. Descriptive statistics, correlation test and regression analysis were calculated for each dynamic variable evaluated. The soccer players were asymmetric for the variables peak torque at 60°/s ($11,49 \pm 12,39\%$), peak work at 60°/s ($10,93 \pm 10,79\%$), momentum ($24,82 \pm 20,22\%$) and maximal power output ($27,63 \pm 20,84\%$). All variables were significantly related ($p < 0,01$) in the lateral difference analysis. The greatest relation occurred between peak work 300°/s and maximal force (constant = 629) and between peak torque at 300°/s and maximal force (constant = 625). In the regression analysis between dynamic variables of the vertical jumps and dynamic variables of the isokinetic test to identify the lateral differences, the greatest prediction levels also occurred between maximal force and peak torque at 300°/s (R^2 adjusted = 379) and between maximal force and peak work at 300°/s (R^2 adjusted = 383). These findings indicate that professional soccer players have dynamic lateral differences for both vertical jumps and isokinetic test. The higher angular velocities in the isokinetic dynamometer method predict vertical jumps to a greater extent when investigating athletes asymmetry.

Keywords: lateral differences. soccer player. Isokinetic. vertical jumps.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELA 1	Técnicas do salto vertical.....	29
TABELA 2	Representação esquemática dos principais músculos, uni e biarticulares, envolvidos no salto vertical.....	31
TABELA 3	Curva Força x Tempo: salto com contramovimento e Drop Jump.....	32
TABELA 4	Posicionamento para execução dos saltos verticais em plataforma dupla de força.....	43
TABELA 5	Posicionamento para a execução da dinamometria isocinética.....	44
TABELA 6	Posicionamento dos cintos para o teste isocinético.....	44
QUADRO 1	Síntese da revisão de literatura.....	37
QUADRO 2	Equações das variáveis dinâmicas investigadas.....	46
GRÁFICO 1	Percentual de diferença lateral para cada variável dinâmica.....	50
GRÁFICO 2	Razão entre Força máxima e Pico de Torque a 300°/s na identificação das diferenças laterais.....	56
GRÁFICO 3	Razão entre Força máxima e Trabalho Máximo a 300°/s na identificação das diferenças laterais.....	57
GRÁFICO 4	Razão entre Impulso e Pico de Torque a 180°/s na identificação das diferenças laterais.....	58
GRÁFICO 5	Razão entre Impulso e Trabalho Máximo a 60°/s na identificação das diferenças laterais.....	59
GRÁFICO 6	Razão entre Potência e Pico de Torque a 180°/s na identificação das diferenças laterais.....	60
GRÁFICO 7	Razão entre Potência e Trabalho Máximo a 300°/s na identificação das diferenças laterais.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Análise descritiva das variáveis antropométricas da amostra.....	41
TABELA 2	Análise descritiva da diferença lateral investigada para cada variável isocinética.....	49
TABELA 3	Análise descritiva da diferença lateral investigada para as variáveis do salto vertical.....	49
TABELA 4	Correlação do percentual relativo de diferença lateral identificado pelas variáveis isocinéticas.....	52
TABELA 5	Análise da correlação do percentual de diferença lateral identificado para as variáveis do salto vertical.....	53
TABELA 6	Análise da correlação entre variáveis isocinéticas e variáveis do salto vertical na identificação do percentual de diferença.....	54
TABELA 7	Análise de regressão da variável $F_{máx}$ pelas variáveis $PT60^{\circ}/s$, $PT180^{\circ}/s$, $PT300^{\circ}/s$	55
TABELA 8	Análise de regressão da variável $F_{máx}$ pelas variáveis $TM60^{\circ}/s$, $TM180^{\circ}/s$, $TM300^{\circ}/s$	56
TABELA 9	Análise de regressão da variável impulso pelas variáveis $PT60^{\circ}/s$, $PT180^{\circ}/s$, $PT300^{\circ}/s$	57
TABELA 10	Análise de regressão da variável $F_{máx}$ pelas variáveis $TM60^{\circ}/s$, $TM180^{\circ}/s$, $TM300^{\circ}/s$	58
TABELA 11	Análise de regressão da variável potência pelas variáveis $PT60^{\circ}/s$, $PT180^{\circ}/s$, $PT300^{\circ}/s$	59
TABELA 12	Análise de regressão da variável potência pelas variáveis $TM60^{\circ}/s$, $TM180^{\circ}/s$, $TM300^{\circ}/s$	60
TABELA 13	Nível de predição entre variável do salto vertical e Variáveis isocinéticas na análise da diferença lateral.....	62

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	Objetivos.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	Diferença lateral.....	19
2.1.1	<i>Diferença lateral na marcha.....</i>	20
2.1.2	<i>Diferença Lateral no Esporte.....</i>	23
2.2	Métodos e instrumentos de avaliação no esporte.....	27
2.2.1	<i>Testes Funcionais na análise da assimetria.....</i>	27
2.2.2	<i>Saltos Verticais.....</i>	27
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
3.1	Delineamento e cuidados éticos.....	40
3.2	Amostra.....	40
3.3	Instrumentos.....	41
3.4	Procedimentos.....	42
3.4.1	<i>Saltos Verticais.....</i>	42
3.4.2	<i>Dinamometria Isocinética.....</i>	43
3.5	Parâmetros avaliados.....	45
3.6	Análise estatística.....	46
4	RESULTADOS.....	48
4.1	Caracterização da amostra.....	48
4.2	Diferença lateral.....	48
4.3	Análise da correlação das diferenças laterais entre as variáveis	51

	dinâmicas.....	
4.4	Análise de regressão das diferenças laterais entre as variáveis dinâmicas.....	54
5	DISCUSSÃO.....	63
6	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS.....	68
	ANEXO 1.....	78
	ANEXO2.....	81

1 INTRODUÇÃO

As diferenças laterais de membros decorrem de fatores morfológicos e/ou funcionais. Os fatores morfológicos resultam da constituição genética do indivíduo e da sua interação com ambiente durante o desenvolvimento (BRYDEN, 1990; LEVY, 1976). Já os fatores funcionais estão relacionados com as capacidades físicas, como a magnitude da força muscular e a coordenação motora. Em adultos, a diferença lateral está relacionada com a preferência, ou seja, vantagem de um dos membros no desempenho de ações motoras complexas como chutar (TEIXEIRA *et al.*, 2000) e arremessar (WATSON e KIMURA, 1989).

Estudos em animais (COLLINS, 1975; RIGAL, 1992) e em humanos (PETERS, 1976) demonstram que a demanda ocupacional, ambiental e o tempo de exposição a ela, possuem importância na determinação da diferença lateral. Esses fatos atribuem à diferença lateral um caráter transitório e dinâmico, passível de reequilíbrio por meio de treinamento, quer seja num enfoque preventivo quer seja num enfoque de retorno ao nível funcional pré-lesão.

No futebol, o sucesso de jogadas em arrancadas, corridas curtas e rápidas com mudança de direção pode estar relacionado com a diferença lateral em gerar força de membros inferiores (KRAMER *et al.*, 1990). Neste sentido, corroboram os achados de Carey *et al.* (2001) que investigaram a preferência lateral de 236 jogadores de futebol profissional em situação real de jogo por meio da cinematria, quando na execução de movimentos como: dribles, chutes a gol, passes, arrancadas, entre outros. Eles concluíram que esta população geralmente possui uma diferença lateral de membros relacionada à maior habilidade com um dos pés.

A maioria dos jogadores de futebol tem um membro inferior dominante para executar as exigências técnicas, o que caracteriza uma demanda unilateral que pode resultar em diferenças laterais cinemáticas e dinâmicas. Kramer *et al.* (1990) demonstraram por meio do teste isocinético a uma

velocidade angular de 60°/s e 180°/s que jogadores de futebol, categoria profissional, sem histórico de lesão, manifestaram preferências laterais compatíveis com comportamento motor assimétrico. Já os jogadores de futebol categoria amadores foram equivalentes quando submetidos aos mesmos testes.

Preferências laterais que superam valores de normalidade devem ser diagnosticadas (YOUNG *et al.*, 2001). Nota-se que o membro inferior de apoio durante a execução de chute e passe também é submetido à grande exigência de força. O comportamento motor assimétrico ocasiona o favorecimento crônico de um membro em detrimento de outro, o que pode levar a traumas cumulativos (SCHOT *et al.*, 1994). Assim, a assimetria de membros inferiores pode desencadear lesões e, na atividade desportiva, afetar o desempenho do atleta. É bem descrito na literatura que estas disfunções estão relacionadas com o desequilíbrio dos movimentos e da força entre os lados, o que ocasiona sobrecarga e compensações, além de comprometer o movimento e a postura (BHAVE *et al.*, 1999; KOTTKE & LEHMANN, 1994; DOWNIE, 1987; CAILLIET, 1976). Com frequência as lesões em membros inferiores acometem apenas um dos lados, o que salienta a importância do diagnóstico das equivalências laterais (SCHOT *et al.*, 1994). Sendo assim, o diagnóstico das diferenças laterais relacionadas às capacidades físicas como a força muscular, é necessário para nortear o treinamento de atletas, bem como o protocolo de reabilitação em atletas e não atletas (KRAMER *et al.*, 1990).

Na Ciência do Esporte e na Fisioterapia, tradicionalmente os parâmetros para retorno à capacidade funcional e ao esporte são avaliados por meio de análise de variáveis dinâmicas, sobretudo força muscular, utilizando a dinamometria isocinética. É notório que embora o teste isocinético forneça um acurado diagnóstico do tecido conectivo ou contrátil afetado, reproduz pouco da capacidade funcional e do gesto desportivo. A explicação reside no fato de o teste isolar o músculo, ser em cadeia aberta, unilateral, em velocidade angular constante e em uma angulação passível de ser controlada, portanto pré-determinada. Desse modo, difere em todos os aspectos citados, dos movimentos como corrida, marcha, chute, lançamento e outros.

Baseado na Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF), estabelecida pela Organização Mundial de Saúde em 2001 (International Classification of Functioning Disability and Health – ICF, 2001), o indivíduo clinicamente afetado deve ser abordado no aspecto estrutural e funcional de modo a mensurar o impacto da doença sobre o ser e seu ambiente. Diante desse paradigma, testes funcionais em cadeia fechada e bilateral deveriam ser implementados como critério na avaliação do desempenho e do nível funcional.

Recentemente alguns autores têm utilizado os saltos verticais e os saltos em distância a fim de analisar a diferença lateral entre o membro afetado e o não afetado (PETSCHNIG *et al.*, 1998; BARBER *et al.*, 1990; LEPHART *et al.*, 1992). PETSCHNIG *et al.*, (1998) consideraram os saltos verticais como um teste de alta sensibilidade na detecção da limitação funcional em indivíduos pós reconstrução do ligamento cruzado anterior (LCA). O movimento demanda uma alta capacidade de estabilização dinâmica em uma ação muscular agonista, sinérgica e co-contração em um curto período de tempo e máxima força muscular para gerar o maior impulso possível. Desse modo, a execução do salto vertical envolve tanto a capacidade física quanto a coordenação neuromuscular e abrange todos os aspectos que determinam também a assimetria funcional, fatores mecânicos e neurológicos. A validade e confiabilidade dos saltos verticais, unipodal e bipodal, em plataforma de força como teste de mensuração da simetria funcional em indivíduos saudáveis já foi comprovada em estudos de Bosco *et al.* (1983) e Tkac *et al.* (1990).

A avaliação de um movimento funcional bilateral permite o acompanhamento da reabilitação motora após lesões (SCHOT *et al.*, 1994). Através da plataforma dupla de força, pode ser feita a análise separada das forças de reação de ambos os membros inferiores durante os saltos verticais. A separação das curvas força x tempo (F-t) para os membros esquerdo e direito permite identificar não apenas a diferença lateral, bem como o momento de maior assimetria. Portanto, além da relevância no processo de otimização do desempenho esportivo, os saltos verticais podem ter aplicabilidade na investigação das equivalências laterais.

Conforme alguns autores, diferenças funcionais entre membros maiores que 15% representam assimetria quando análise for feita por meio dos saltos verticais (PETSCHNIG *et al.*, 1998; BARBER *et al.*, 1990; DANIEL *et al.*, 1988; NOYES *et al.*, 1983). Já para o teste com a máquina isocinética valores que superam 10% de diferença relativa entre os lados são considerados assimétricos (PETSCHNIG *et al.*, 1998; BACH *et al.*, 1994; BARON *et al.*, 1995; KANNUS *et al.*, 1994; LEPHART *et al.*, 1993; NOYES *et al.*, 1991). Por ser o salto vertical um movimento funcional, os dois métodos - dinamometria isocinética e saltos verticais em plataforma de força - se complementam no diagnóstico da integridade estrutural e da função do corpo. Sob esse enfoque, a análise do movimento humano por meio dos saltos verticais pode ter um acentuado impacto no Treinamento Esportivo e na Reabilitação.

1.1 Objetivos

Assim, esse estudo tem por objetivos:

- I. Identificar as diferenças laterais de membros inferiores de atletas de futebol de alto nível. Para tanto, serão empregados dois métodos de medição – os saltos verticais em plataforma dupla de força e a dinamometria isocinética.
- II. Correlacionar os valores de diferença lateral identificados pelas variáveis dinâmicas do salto vertical – Força máxima, Impulso e Potência.
- III. Correlacionar os resultados entre os testes para averiguar se as variáveis da dinamometria isocinética são preditoras do desempenho em saltos verticais, na análise da assimetria lateral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Diferença lateral

Sabendo que a assimetria pode ser causa de lesão (VAGENAS & HOSHIZAKI, 1991; KUJALA *et al.*, 1991; GRATTAN *et al.*, 1992; TEIXEIRA *et al.*, 1998; LUNDIN *et al.*, 1995; CROWE *et al.*, 1996; HERZOG *et al.*, 1989; SADEGHI *et al.*, 1997; KUJALA *et al.*, 1987; ÖSTENBERG *et al.*, 1998) o resultado de pesquisas que investigam esse tema tem tido significativo impacto no treinamento de atletas e na reabilitação. Já foi definido que para os saltos verticais diferença entre os membros que superam 15% é considerada assimetria (PETSCHNIG *et al.*, 1998; BARBER *et al.*, 1990; DANIEL *et al.*, 1988; NOYES *et al.*, 1983) enquanto que para o teste isocinético são assimétricos valores que superam 10% de diferença (PETSCHNIG *et al.*, 1998; BACH *et al.*, 1994; BARON *et al.*, 1995; KANNUS *et al.*, 1994; LEPHART *et al.*, 1993; NOYES *et al.* 1991).

A diferença entre os lados foi analisada em várias tarefas, a exemplo da marcha, passar da posição sentada para de pé, chute, saltos verticais e horizontais. Skelton *et al.* (2002) avaliaram a simetria lateral na geração de força e potência muscular de idosas, por meio da dinamometria isocinética. A amostra foi constituída de idosas caidoras e não caidoras. Não houve diferença dos valores médios de força e potência muscular entre grupos. Entretanto, as caidoras tiveram uma significativa maior assimetria entre lados quando comparadas com as não caidoras e ambos os grupos apresentaram assimetria. Esses achados confirmam os de Lundin *et al.* (1995) citados anteriormente, nos quais o desequilíbrio entre lados direito e esquerdo esteve associado à idade. Alguns autores associam a fraqueza muscular de membros inferiores a quedas frequentes em idosos, entretanto Skelton *et al.* (2002) apontaram as quedas como um fator vinculado à assimetria. Por meio de dinamometria isocinética Skelton *et al.* (2002) não observaram diferença significativa de força muscular

entre idosos caidores e não caidores. De outro modo, os caidores foram significativamente mais assimétricos que os não caidores. Trinta por cento dos não caidores e sessenta por cento dos caidores apresentaram assimetria entre membros inferiores que superou 10%. Nota-se que as quedas em idosos estão frequentemente associadas a fraturas e lesões ocasionando um ciclo de incapacidade – inatividade – incapacidade.

A assimetria passa a ser muito investigada no desporto em atletas de variadas modalidades, com ênfase no protocolo de treinamento e reabilitação. A dinamometria isocinética torna-se instrumento freqüente na análise da simetria entre os membros por meio de variáveis dinâmicas – pico de torque, trabalho máximo, potência (PETSCHING *et al.*, 1998; NOYES *et al.*, 1991; ÖSTENBERG *et al.*, 1998; MAUPAS *et al.*, 2002).

2.1.1 Diferença lateral na marcha

Preliminarmente, estudos investigaram a assimetria de membros analisando a marcha na tentativa de estabelecer um critério de mensuração entre movimento patológico e normal a fim de nortear as avaliações no processo de reabilitação das afecções que acometem tronco, pelve e membros inferiores.

Deste modo, em 1983, Hannah *et al.* avaliaram a marcha de indivíduos portadores de prótese transfemoral com o objetivo de observar se a colocação ótima da prótese coincidia com a maior simetria dos membros inferiores durante o movimento. A partir de achados de Fisher *et al.* (1978) que descreveram o aumento do consumo de energia quando a marcha é assimétrica, Hannah *et al.* (1983) adaptaram o eletrogoniômetro bilateral nas articulações do quadril e joelho de modo a analisar as variáveis cinemáticas nos três planos de movimento. Constataram mudança da simetria entre membros associada à mudança do alinhamento da prótese. Quanto melhor o alinhamento da prótese maior a simetria, sobretudo para a articulação do quadril no plano sagital.

Em 1984, Hannah *et al.* avaliaram as variáveis cinemáticas de membros inferiores durante a caminhada de 12 indivíduos saudáveis também por meio do eletrogoniômetro. Eles observaram simetria para a articulação do joelho no plano sagital enquanto que, menor simetria foi observada para o quadril no plano sagital, frontal e transversal. Do mesmo modo, a simetria foi significativamente menor para a articulação do joelho no plano frontal e transversal.

Herzog *et al.* (1988) avaliaram a diferença lateral de membros inferiores na marcha 62 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, por meio da plataforma de força. Eles adotaram o índice de simetria proposto por Robinson *et al.* (1987), no qual:

$$\text{Simetria} = \frac{X_d - X_e}{\frac{1}{2}(X_d + X_e)} \cdot 100\%$$

X_d corresponde a variável analisada para o membro direito e X_e para o membro esquerdo. Valores de simetria iguais a zero indicam que não há diferença entre X_d e X_e , ou seja, corresponde à simetria entre os lados. De outro modo, valores positivos ou negativos indicam assimetria sendo que o primeiro atribui a maior magnitude a X_d enquanto que o segundo a X_e . Esta definição do índice de simetria é usada para variáveis da marcha mensuradas pela plataforma de força. Neste estudo, Herzog *et al.* (1988) não observaram simetria para nenhuma variável analisada durante a marcha de indivíduos saudáveis.

Perttunen *et al.*, (2004) também investigaram a diferença lateral entre membros inferiores durante a marcha. Entretanto, em seu estudo abordam tanto o aspecto morfológico quanto o aspecto funcional da diferença relativa, uma vez que o objeto foi investigar a influência da discrepância entre membros inferiores de 25 indivíduos no percentual relativo de diferença lateral durante a marcha. Foi critério de inclusão ter pelo menos 2 cm de diferença no comprimento dos membros inferiores direito e esquerdo. As variáveis para análise foram coletadas mediante plataforma de força e eletromiografia. Os

resultados confirmam a hipótese inicial do autor de que assimetrias morfológicas moderadas de membros inferiores manifestam assimetria funcional severa quando na execução da marcha. Isto pode resultar em distúrbios musculares que comprometem o sistema e desencadeiam sobrecarga e compensações. Neste sentido, as correções cirúrgicas ou por meio de órteses, são necessárias em um caráter preventivo.

Para tanto, investigaram a marcha de indivíduos saudáveis de ambos os gêneros, por meio da cinemetria e da plataforma de força. Foi observada assimetria que não relacionou com a dominância lateral. Estes achados sugerem que tarefas cíclicas, bilaterais, alternadas e automatizadas, como é a marcha; podem não manifestar membros de domínio, portanto preferências laterais.

Maupas *et al.* (1999 e 2002) revelam os resultados de seu estudo os quais se assemelham muito aos de Hannah *et al.*(1984) e Sadeghi *et al.* (1997). Os autores investigaram a diferença angular entre os membros direito e esquerdo durante a marcha de indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, por meio do eletrogoniômetro de joelho. A preferência lateral dos olhos, mãos e pernas, também foi avaliada e correlacionada com a diferença entre os lados na marcha. 51,6% apresentou assimetria lateral no ângulo de flexão do joelho e esta diferença não esteve correlacionada com a dominância. Esta assimetria observada é normal para indivíduos saudáveis.

Além da preferência lateral, a velocidade com a qual o movimento é executado pode influenciar a simetria. Desse modo, Crowe *et al.* (1996) investigaram a relação da velocidade da marcha com a simetria de variáveis analisadas pela plataforma de força em mulheres e homens saudáveis. Embora tenham encontrado mudanças de algumas variáveis como tempo do ciclo, força máxima; não foi observada nenhuma relação entre diferentes velocidades da marcha e parâmetros de simetria.

Em estudo de revisão Sadeghi *et al.* (2000) relacionaram várias pesquisas que analisaram a diferença lateral de membros inferiores e a preferência lateral de indivíduos saudáveis durante a execução da marcha.

Diante de todos os achados eles concluíram que existe assimetria entre os lados durante a marcha de indivíduos saudáveis. Esta diferença está relacionada com a contribuição de cada membro na propulsão e controle motor durante a realização da tarefa e não está relacionada com a preferência lateral. Neste estudo Sadeghi *et al.* (2000) ratificam em suas conclusões os demais resultados mencionados anteriormente.

2.1.2 Diferenças laterais no esporte

O tipo de modalidade esportiva é um fator que interfere na manifestação da diferença lateral. Smak *et al.*, (1999) investigaram a diferença lateral no ciclismo partindo do pressuposto que as forças distribuídas e equilibradas para ambas as pernas durante a pedalada reduzem o impacto no joelho assim como o risco de lesão por estresse repetitivo. Os resultados demonstraram relação entre a preferência lateral e a assimetria. Também houve relação entre mudança na frequência da pedalada e a assimetria, esta última relação foi específica para cada indivíduo.

O futebol é um esporte de demanda assimétrica no qual a maioria das tarefas são efetuadas por membros preferidos. O chute é um dos movimentos mais estudados no futebol (LEES *et al.*, 1997). Entretanto, outras habilidades como o drible, o passe, a corrida, a mudança de direção e os saltos têm sido investigadas nesse esporte.

Kramer e Balsor (1990), analisaram a relação entre membro dominante e capacidade de gerar força de jogadores de futebol de duas categorias (amadores e profissionais) por meio do dinamômetro isocinético. Em todos os protocolos experimentais (isometria a 60° de flexão de joelho, isocinético modo concêntrico – excêntrico a 60°/s e 180°/s) os jogadores de futebol categoria profissional apresentaram assimetria superior a 10% entre membros direito e esquerdo para a variável pico de torque. Para esta população a diferença entre os lados esteve relacionada à dominância. Já os jogadores de futebol categoria

amador foram simétricos. Os resultados de Kramer *et al.*, (1990) sugerem que tanto a demanda quanto o tempo de exposição estão associados à assimetria.

No entanto, em 2001, os achados de Amato *et al.* corroboram com os de Kramer *et al.* (1990). Eles encontraram simetria dos valores médios do pico de torque para membro dominante e não dominante em jogadores de futebol categoria juvenil. Embora as velocidades angulares isocinéticas tenham sido idênticas àquelas adotadas no estudo de Kramer *et al.* (1990) o modo adotado foi diferente (concêntrico – concêntrico).

Neste sentido, tanto a prática desportiva quanto o tempo de exposição a ela, influenciam a equivalência motora e provocam adaptações ao sistema de ordem neurologia, fisiológica e mecânica. A relevância de estudos com esse tema é devido à aplicabilidade dos resultados para profissionais da reabilitação e treinadores físicos num enfoque preventivo. A partir disso, é relevante investigar as adaptações do sistema diante das solicitações mecânicas da atividade desportiva de modo a compreender o momento em que elas se tornam um risco à integridade física do atleta.

Barfield (1995) avaliou jogadores de futebol sem lesão mediante o registro de variáveis, por meio da cinemetria e da plataforma de força, quando na execução de chutes. O estudo se torna relevante por seu caráter funcional, uma vez que o chute é similar à demanda desportiva e um movimento freqüente em uma partida de futebol. Diferença entre os lados foram identificadas para 5 variáveis cinemáticas sendo elas:

1. velocidade linear máxima dos dedos,
2. velocidade linear dos dedos após o contato com a bola,
3. velocidade linear do tornozelo após o contato com a bola,
4. valores médios da velocidade linear dos dedos do contato do membro de apoio ao momento pós contato com a bola, e
5. valores médios da aceleração linear do joelho, do contato do membro de apoio ao momento pós contato com a bola.

Kramer *et al.* (1990), já havia investigado a relação entre dominância e assimetria em jogadores de futebol, categoria amador e profissional. Para tanto, analisaram o torque muscular da articulação do joelho por meio do dinamômetro isocinético no modo isométrico e concêntrico – excêntrico, a velocidades angulares de 60° e 180°/s. Em todos os protocolos experimentais, os jogadores de futebol profissional apresentaram valores médios de pico de torque que superaram 10% de assimetria relativa entre os lados. O membro de maior produção de torque foi o membro preferido, caracterizando a relação entre dominância e assimetria. De outro modo, na categoria amadores, os jogadores manifestaram equivalência motora nos resultados dos testes. Os achados de Kramer *et al.* (1990) demonstram uma relação entre os fatores demanda (modalidade), tempo de exposição (categoria), dominância e assimetria.

Em estudo similar, Chavet *et al.* (1997) analisaram se os membros inferiores foram diferentes na recepção e acomodação da carga durante pressão plantar unilateral sobre plataforma de força com os joelhos posicionados a 20° de flexão. A amostra foi composta por 24 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros. 65% dos indivíduos manifestaram assimetria dos membros na realização da tarefa. Neste caso, contrariamente ao estudo de Kramer *et al.* (1990), a assimetria não esteve associada à preferência lateral.

Esses achados demonstram a relação do desequilíbrio entre os lados e o esporte. Neste sentido, o futebol parece ser um esporte de demanda unilateral, que desenvolve membros preferidos na execução das tarefas (chutes, passes, dribles, arrancada e outros) o que leva ao desequilíbrio entre membros. Charles *et al.* (2001), comprovaram esta afirmativa quando investigaram características estruturais das pernas de futebolistas juniores e relacionaram as diferenças com a dominância. Apontaram as questões adaptativas do músculo relacionadas a fatores ambientais e ao treinamento, bem como ao uso preferencial do membro dominante com relação ao não dominante. A amostra foi composta por não atletas (grupo controle, n = 20) e jogadores de futebol (n = 26). Houve maior diferença percentual entre membros dominante e não dominante no grupo de jogadores de futebol quando comparado ao grupo

controle, sendo que para a primeira população, a diferença entre membros da área de secção transversa do músculo esteve relacionada com a preferência lateral.

Haaland e Hoff (2003), demonstraram o impacto do treinamento na equivalência motora em jogadores de futebol categoria profissional. O estudo foi elaborado com ênfase no protocolo de treinamento para as variadas modalidades esportivas. Para tanto, 39 jogadores de futebol foram distribuídos em dois grupos, controle (n = 21) e experimental (n = 18). Os pré e pós - testes para análise da equivalência motora, foram aplicados em ambos os grupos e constaram da avaliação do desempenho de ambos os lados em tarefas como recebimento e lançamento de bola, passe e chute em alvo específico. A intervenção constou de 8 semanas de treinamento com objetivo de obter a simetria lateral. De modo geral, o grupo experimental apresentou significativa melhora do desempenho com o membro não dominante quando comparado ao grupo controle e isto resultou também em melhora do desempenho do membro dominante. Portanto, o grupo experimental revelou aprimoramento do desempenho motor bilateral no pós-teste.

É possível inferir, então, que o treinamento com ênfase na equivalência motora tem impacto na habilidade e no desempenho de ambos os membros, direito e esquerdo. A partir desses resultados, pode-se ratificar o caráter dinâmico e mutável do desequilíbrio entre os lados e até da manifestação da preferência lateral. No momento em que a simetria é treinável, a aplicabilidade do programa de treinamento se estende ao processo de reabilitação pós-lesão. Neste sentido, técnicos e treinadores devem estar atentos ao desequilíbrio motor de atletas que praticam esporte de demanda unilateral, a exemplo do futebol, de modo à corrigir os desequilíbrios neuromusculares em programas de treinamento.

2.2 Métodos e instrumentos de avaliação no esporte

2.2.1 Testes funcionais para análise da assimetria.

Testes funcionais (saltos verticais, saltos horizontais, corrida a curta distância, chute, etc.) são comumente utilizados na Ciência do Esporte e da Reabilitação. Bandy *et al.* (1994), definiram os testes funcionais como sendo, o desempenho de um esforço máximo ou uma série de atividades numa dada tarefa, de modo a quantificar as capacidades físicas (força, impulso e potência muscular) e avaliar a função. Segundo os mesmos autores, os testes funcionais podem ser aplicados para:

1. determinar a assimetria nas extremidades, que pode predispor a lesão;
2. avaliar a evolução clínica em um processo de reabilitação e
3. avaliar a capacidade das extremidades de tolerar forças externas.

Clinicamente, o indivíduo afetado em extremidade inferior, deveria ser avaliado no desempenho funcional específico a tarefa, o que permite calcular o déficit percentual entre membro afetado e não afetado. O resultado do teste determina o critério de conveniência para o retorno à prática esportiva.

2.2.2 Saltos verticais

Na área da Ciência do Esporte e da Reabilitação os saltos verticais são testes frequentemente utilizados para avaliar a função motora (CORDOVA & ARMISTRONG, 1996; TRICOLI *et al.*, 1994; KUJALA *et al.*, 1994; GARGANTA & MAIA, 1991). Diversos estudos utilizaram os saltos verticais como meio de

avaliação do potencial mecânico dos membros inferiores, sobretudo para estimar e analisar a potência muscular, a força explosiva, a composição de fibras musculares, o ciclo encurtamento-estiramento e a energia elástica (GALDI, 2000).

A força, a velocidade e a resistência dos membros inferiores são capacidades motoras requisitadas no cotidiano e em atividades esportivas. Então, as investigações desenvolvidas com saltos verticais são, em sua maioria, direcionadas para avaliação dessas capacidades. Na prática do treinamento esportivo, a força muscular é classificada em força máxima, força explosiva e resistência de força (WEINECK, 1999). No desporto tem sido definida como: "*capacidade do músculo de produzir tensão ao ativar-se ou ao contrair-se*". (GONZÁLES BADILLO, JUAN JOSÉ, 1997). Do ponto de vista esportivo, a força muscular é a capacidade da musculatura de produzir aceleração ou deformação de um corpo, mantê-lo imóvel ou frear seu deslocamento. O produto da força pela velocidade é que determina a Potência:

$$P = F \times V$$

F - Força V - Velocidade

Existem análises biomecânicas da força muscular que a classificam de outra forma (SCHMIDTBLEICHER, 1992; KOMI, 1992). Assim, a capacidade muscular de gerar força é subclassificada em quatro categorias de acordo com o tipo de trabalho muscular: isométrico, concêntrico, excêntrico e no ciclo estiramento-encurtamento (CEE). Esta última categoria é uma contração com pré-inervação (causando *short-range-elastic-stiffness*) e reflexo de estiramento, devendo ser considerada distinta e não uma simples combinação de uma ação excêntrica - concêntrica (KOMI & BOSCO, 1978; BOSCO, 1982; KOMI, 1984; GOLLHOFER *et al.*, 1984). Além das contrações isométricas, concêntricas e excêntricas, um grande número de movimento esportivo e cotidiano é realizado com a contração muscular no CEE como, por exemplo, a corrida e os saltos em alta velocidade.

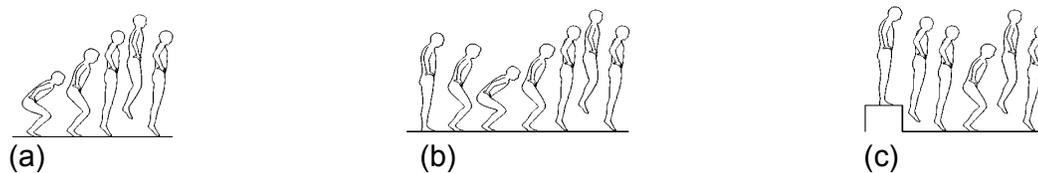


FIGURA 1: Técnicas do salto vertical: (a) sem contramovimento, (b) com contramovimento e (c) Drop Jump.
Fonte: MENZEL, 1999.

O salto vertical é um movimento que pode ser realizado utilizando do CEE ou das contrações do tipo concêntrica e/ou excêntrica. O tipo de contração muscular utilizado distingue os três diferentes saltos verticais.

O salto sem contramovimento (*squat jump* – Fig.1a) inicia-se na posição agachada com joelhos a 90° partindo para extensão que ocorre de proximal para distal. Portanto, a forma de contração é exclusivamente concêntrica e a posição inicial assumida possibilita somente a utilização do sistema contrátil do músculo (BOSCO, 1982).

De outro modo, no salto com contramovimento (*countermovement jump* – Fig.1b) o movimento de preparação é realizado na direção contrária ao movimento principal, ou seja, o tipo de contração do músculo passa a ser excêntrica na primeira fase seguida da segunda fase de contração concêntrica.

Já o CEE ocorre no *Drop Jump* (Fig.1c), no qual a posição inicial é assumida a uma certa altura do solo, da qual a queda será realizada, seguida pelo salto imediatamente após o contato com o solo. Durante o alongamento muscular a energia mecânica é armazenada e absorvida sob a forma potencial elástica nos elementos elásticos em série (FARLEY,1997) e rapidamente transformada em energia cinética durante a fase concêntrica do movimento. Esse é o princípio do CEE. Sabe-se que o acúmulo de energia potencial elástica está diretamente relacionado ao grau de *Stiffness* da estrutura tendinosa (GANS, 1982; HUIJING, 1992; COOK & McDONAGH, 1996).

No salto sem contramovimento, devido à manutenção da posição estática de semi-agachamento inicial, o salto é realizado somente com a capacidade do tecido contrátil em gerar tensão (KOMI & BOSCO, 1978). Já foi constatada uma diferença na altura de elevação do centro de gravidade, sendo 12% - 20% maior no salto com contramovimento do que no salto sem contramovimento (BAKER, 1996).

Algumas hipóteses foram levantadas na tentativa de explicar essa diferença, embora a mais aceita e difundida seja o “*Princípio da Força Inicial*” (HOUCHMUTH, 1973). Outros autores explicam a diferença na elevação do centro de massa do corpo entre salto com contramovimento e sem contramovimento, pelo fato da maior capacidade de produção e utilização de trabalho muscular no salto com contramovimento. Isto pode ser explicado de várias formas. Primeiro, pela contração sem contramovimento não ser uma tarefa adaptada a função, o que corresponde a menor controle motor, menor coordenação e menor eficiência mecânica. Outra explicação reside no fato de o músculo durante a fase excêntrica recrutar as unidades motoras antes do início da força concêntrica. Uma contração voluntária máxima do músculo demanda tempo para o Sistema Nervoso Central (SNC) emitir o disparo efetor a todas as unidades motoras. Esse tempo é ainda importante para excitação dos sarcômeros e a interação entre elemento contrátil e elemento elástico em série. O contramovimento está presente em movimentos como marcha, chute e arremesso). Assim o salto com contramovimento é preditor da função.

Além desses aspectos acima relacionados, vários outros fatores estão envolvidos na capacidade de saltar. Por ser um movimento multiarticular, o desempenho do salto depende da contribuição e do movimento adequado de cada segmento do corpo. Isso inclui a participação dos músculos, uni e biarticulares, e a transferência de força muscular de um para o outro, de acordo com o posicionamento articular (FIGURA 2).

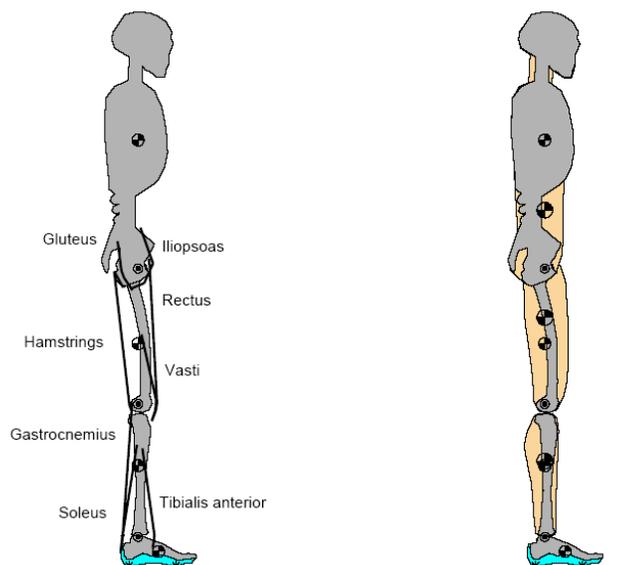


FIGURA 2: Representação esquemática dos principais músculos, uni e biarticulares, envolvidos no salto vertical. A força gerada é transferida para alavancas interligadas por três eixos (quadril, joelho e tornozelo).

Fonte: BOHM, 2002.

Alguns estudos analisaram a contribuição dos segmentos corporais durante a execução dos saltos verticais. (LUHTANEN & KOMI, 1978; HARMAN *et al.*, 1990). Os resultados demonstraram que os movimentos parciais não são capazes de prever ou estimar os movimentos globais. Isso porque uma tarefa motora tão complexa envolve fatores mecânicos e neurológicos para a sua execução. De acordo com BOBBERT e VAN SOEST (1994), o componente coordenativo mais importante para a execução do salto é o “*timing*” das ações musculares. Isso significa que, para aumentar o desempenho da técnica, o treino deve necessariamente ser específico.

As diferentes técnicas de saltos verticais representam tipos distintos de contração muscular, o que torna o movimento funcional.

A força é uma capacidade que pode ser avaliada, sob o aspecto físico, apenas a partir do efeito de sua ação. Isso é que possibilita o entendimento de seu efeito estático e dinâmico além de permitir a interpretação das condições do movimento estudado, ou ainda, alterações no padrão técnico que

identificam disfunções no comportamento motor durante a fase de contato do pé com o solo (NIGG & HERZOG, 1994). Dessa forma, as plataformas de força fornecem a força de reação do solo na superfície de contato durante a fase de apoio do movimento.

Cada técnica de salto descrita anteriormente apresenta diferentes curvas força-tempo obtidas a partir da plataforma de força. Assim, apenas o salto com contramovimento apresenta um pico negativo da curva força x tempo vertical (Figura 3) que representa a fase excêntrica. A curva de força x tempo, além de permitir uma análise dinâmica do padrão do movimento, possibilita a determinação dos impulsos negativos e positivos, bem como da velocidade de decolagem. Esses são parâmetros quantitativos importantes para análise do padrão de movimento.

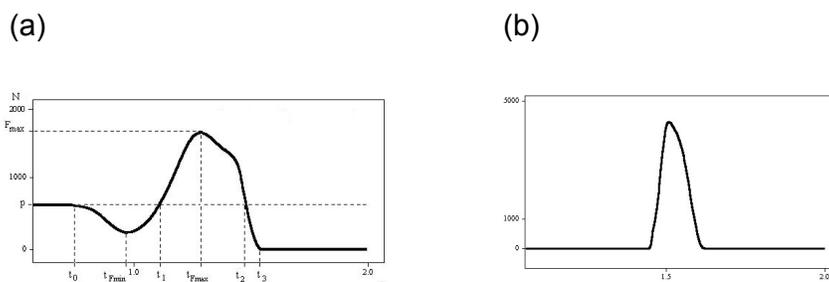


FIGURA 3: Curva Força x Tempo: (a) salto com contramovimento e (b) Drop Jump (b)

A curva força-tempo permite interpretar o movimento através das variáveis mecânicas. O resultado obtido é uma quantidade integral, na qual a componente vertical descreve mudança (na direção vertical) do centro de massa do indivíduo avaliado e as componentes ântero-posterior e médio-lateral correspondem às mudanças nas duas direções horizontais (NIGG & HERZOG, 1998).

Vários estudos analisaram a assimetria de membros inferiores. Alguns buscando reconhecer a assimetria morfológica, (VAGENAS & HOSHIZAKI, 1991; KUJALA *et al.*, 1991), outros a assimetria funcional, (GRATTAN *et al.*, 1992; TEIXEIRA *et al.*, 1998; WHEELER *et al.*; 1985; RODOSKI *et al.*, 1989; LUNDIN *et al.*, 1995; ROGERS & BRADSHAW, 1996; HAMILL *et al.*, 1983;

CROWE *et al.*, 1996; HERZOG *et al.*, 1989; SADEGHI *et al.*, 1997; KUJALA *et al.*, 1987; ÖSTENBERG *et al.*, 1998).

ALMEIDA *et al.* (2001) afirmam que, de todas as atividades investigadas até o momento atual, o salto vertical parece uma das mais apropriadas quando se objetiva explorar o potencial motor relativo dos membros inferiores, direito e esquerdo. Os autores fundamentam isso no fato de que o salto exige força e velocidade muscular, além de um alto grau de coordenação para garantir o deslocamento do corpo contra a gravidade e ainda a manutenção da postura vertical em situação de instabilidade.

A alta ocorrência de lesões em apenas um dos membros inferiores, sobretudo em atletas, torna importante o estudo das equivalências laterais (SCHOT *et al.*, 1994). Os fatores funcionais que determinam assimetria entre membros estão relacionados com as capacidades físicas, principalmente com a magnitude da força muscular e com a coordenação motora.

Contudo, a assimetria funcional tem sido avaliada apenas a partir de um desses parâmetros, normalmente força muscular. A plataforma dupla de força permite a análise simultânea e separada das forças de reação de cada membro inferior durante os saltos verticais. A separação das curvas força-tempo para os membros esquerdo e direito possibilita a visualização não somente da eventual presença de assimetria, mas também do em que a assimetria ocorre. Dessa forma, analisar a assimetria funcional por meio dessa técnica motora em plataforma dupla de força pode ser apropriado parâmetro para otimizar o desempenho e prevenir lesões em atletas.

Segundo NIGG & HERZOG (1994), a análise da tarefa motora a partir da curva força tempo possibilita a identificação de disfunções motoras durante a fase de contato do pé com o solo. Apesar disso, a plataforma de força tem sido utilizada para investigar as desigualdades funcionais entre os membros inferiores em uma variedade de atividades motoras (HAMILL *et al.*, 1983; CROWE *et al.*, 1996; HERZOG *et al.*, 1989).

Várias pesquisas têm revelado o teste isocinético como pouco preditor da atividade funcional e do gesto desportivo. No esporte os movimentos ocorrem:

- Em cadeia fechada;
- Em diferentes contrações musculares (excêntrico, concêntrico, co-contração);
- Com ação de variados grupos musculares instantaneamente, inclusive músculos bi e uniarticulares;
- Com variação da velocidade angular; e
- Em sua maioria, com contramovimento (movimento inicial na direção contrária a direção alvo – ex. chute, arremesso, corrida e outros).

De outro modo, para o teste isocinético o movimento executado é:

- Em cadeia aberta, portanto uniarticular;
- Em contração de um grupo muscular isolado;
- Com velocidade angular constante;
- Com amplitude de movimento pré-determinada; e
- Com controle do posicionamento das demais alavancas do corpo com relação ao segmento avaliado;

Neste sentido, Mognoni *et al.* (1994) objetivaram investigar a relação do pico de torque pelo dinamômetro isocinético e a velocidade média da bola após o chute em atletas de futebol categoria juniores. O torque extensor de joelho foi mensurado por meio da dinamometria isocinética a velocidades angulares de 60, 180, 240 e 300°/s enquanto que torque flexor do quadril foi avaliado apenas nas três primeiras velocidades angulares – 60, 180 e 240°/s. Com exceção da

velocidade angular a 60°/s, houve diferença significativa entre membros dominante e não dominante, tanto para o torque extensor do joelho como para o flexor do quadril. Houve correlação significativa entre a velocidade da bola após o chute com ambos os membros e o torque flexor de quadril a 60 e 180°/s. Porém, para o torque extensor de joelho a 60°/s houve correlação significativa com a velocidade média da bola, mas apenas com o membro não dominante como efetor do chute. Em conclusão, os autores classificam os torques isocinéticos como pouco preditores do desempenho funcional, que pode ser atribuído a diferenças no controle neuromuscular já que a função envolve vários músculos o que é contrário a condição em que o músculo contrai isoladamente (teste isocinético).

Tricoli *et al.* (1994) investigaram a relação entre as variáveis mensuradas por meio do teste isocinético e o desempenho no salto vertical em jogadores de basquete e voleibol. O grupo muscular testado pelo dinamômetro isocinético foram os extensores de joelho em quatro velocidades angulares (60, 180 240 e 300°/s). As variáveis altura de elevação do centro de massa pela execução dos saltos verticais foram correlacionadas com as variáveis da dinamometria isocinética. No grupo de jogadores de basquete, a altura de elevação do centro de massa correlacionou mais significativamente com a potência isocinética medida a 300°/s ($r = 0,69$) enquanto que, para os jogadores de vôlei, a mais alta correlação ocorreu entre a altura de elevação do centro de massa e as variáveis isocinéticas à 180°/s ($r = 0,63$). Não houve predição entre desempenho dos saltos verticais e teste isocinético para os jogadores de voleibol, ao mesmo tempo em que, para os jogadores de basquetebol houve predição entre teste isocinético e desempenho nos saltos verticais nas velocidades angulares 180°/s ($r^2 = 0,250$) e 300°/s ($r^2 = 0,462$). Estes dados revelam que a modalidade esportiva poderia interferir no nível de predição entre teste isocinético e testes de desempenho funcional.

Petschinig *et al.*, (1998) avaliaram por meio de testes funcionais e do teste isocinético a equivalência motora entre os lados, de indivíduos sem lesão e com 13 e 54 semanas pós-reconstrução de ligamento cruzado anterior (LCA). O teste isocinético foi realizado no modo concêntrico para os extensores de

joelho a 15°/s e os testes funcionais constaram de saltos verticais e horizontais. Os resultados foram similares em todos os testes para os indivíduos sem lesão e para os indivíduos com 13 semanas de pós-cirúrgico. Entretanto, para os indivíduos com 54 semanas pós reconstrução de LCA houve diferenças nos resultados sendo que os saltos verticais foram capazes de reconhecer maior número de indivíduos portadores de assimetria (72%), o que leva ao entendimento de que este é o teste mais sensível a esta análise.

Dauty *et al.* (2002), investigaram jogadores de futebol de alto nível e observaram a relação entre o *sprint*, saltos verticais e teste isocinético de joelho. O teste isocinético no modo concêntrico – concêntrico para flexores e extensores de joelho foi realizado a 60 e 180°/s. Enquanto que, o modo excêntrico para o mesmo grupo muscular foi avaliado a 60 e 120°/s. Houve correlação entre o desempenho no salto vertical com e sem contramovimento com o pico de torque extensor, no modo concêntrico, a 180°/s. Também houve correlação entre o pico de torque extensor e o *sprint* a 10m e 20m. Significativa correlação ($p < 0,01$) ocorreu entre pico de torque extensor de joelho no modo concêntrico e a altura do salto vertical com contramovimento.

Wisloff *et al.* (2005) encontraram uma significativa correlação, desta vez entre força máxima concêntrica partindo do semi-agachamento com o desempenho nos saltos verticais e *sprint*, em jogadores de futebol de elite. Neste sentido, o programa de treinamento de jogadores de futebol com ênfase na força máxima concêntrica pode resultar em aumento do desempenho.

Osçakar *et al.* (2005) objetivaram investigar se o teste isocinético seria capaz de prever o desempenho em movimentos funcionais como os saltos e o *sprint*. A amostra investigada foi constituída de 29 jogadores de futebol de elite. Para o teste isocinético foram adotadas as velocidades angulares de 60 e 240°/s, no modo concêntrico – concêntrico para flexores e extensores de joelho. Os testes de performance funcional foram: *sprint*, saltos verticais (sem contramovimento e com contramovimento). A melhor tentativa de três repetições para cada salto – com contramovimento e sem contramovimento – foi considerada para análise. Houve significativa correlação entre pico de

torque extensor a 60°/s e variáveis mensuradas a partir dos saltos verticais e do *sprint*. Já os valores de pico de torque flexor na mesma velocidade e os valores de pico de torque extensor e flexor a 240°/s não correlacionaram com os testes funcionais. Diante desses resultados, os autores concluíram que a avaliação isocinética pode em determinado grau prever a função, devendo ser considerada no protocolo de reabilitação e treinamento físico. Salientaram, no entanto, que este teste não deveria substituir outros testes funcionais específicos.

No caso do atleta, ao considerar sobretudo a primeira parte da CIF que trata da funcionalidade e incapacidade, são necessários instrumentos que possam refletir o impacto do comprometimento da estrutura na função. Nestes moldes, testes de maior validade interna da medida, como é o isocinético, podem caracterizar e especificar a afecção da estrutura. Entretanto, testes funcionais são mais apropriados para garantir o diagnóstico da função. Todo o controle que o teste isocinético exige assegura que o resultado esteja relacionado à determinada estrutura do sistema. Em sentido contrário, pelas mesmas razões parece ser pouco preditor da função.

A seguir, o QUADRO 1 demonstra a síntese da revisão de literatura:

QUADRO 1: Síntese da revisão de literatura.

Autores	Objetivos	Métodos	Conclusão
Petschinig <i>et al.</i> , 1998	Analisar por meio de testes funcionais e do isocinético a equivalência motora de indivíduos sem lesão e com 13 e 54 semanas pós reconstrução de LCA.	<u>AMOSTRA:</u> Grupo A: 50 homens saudáveis; Grupo B: 30 homens com 13 semanas pós lesão de LCA; Grupo C 25 homens com 54 semanas pós lesão de LCA. <u>TESTES:</u> Saltos verticais unipodal e bipodal (SV), saltos em distancia triplo e simples (SD) e isocinético (I) no modo concêntrico a uma velocidade de 15/s para extensores de joelho. <u>VARIÁVEIS:</u> SV: tempo de contato, altura máxima e frequência (saltos/minuto). SD: distância em	Grupo A: simétrico para todos os testes. Grupo B: assimétricos para todos os testes. Grupo C: 64% dos indivíduos assimétricos pelo isocinético, 28% pelo salto simples em distância, 16% salto triplo em distância, 72% pelos saltos verticais . Não houve diferença para a perna não

		cm. I: pico de torque. I: pico de torque.	afetada em todas as variáveis analisadas entre grupos B e C. Houve diferença dos valores obtidos para a perna afetada entre os grupos B e C.
Kramer <i>et al.</i> , (1990)	Analisar a relação entre membro dominante e capacidade de gerar força de jogadores de futebol amadores e profissionais por meio do isocinético.	<p><u>AMOSTRA:</u> 12 jogadores amadores de futebol, 12 jogadores de futebol de elite.</p> <p><u>TESTES:</u> Dinamômetro isocinético – Isometria a 60 de flexão de joelho, torque isocinético m velocidade angular de 60 e 180/s modo conc/exc.</p> <p><u>VARIÁVEIS:</u> Pico de torque, média do pico de torque, razão domn/não domin. e razão conc./exc. Pelo pico de torque, razão domin./não domin. e razão conc./exc. pela média do pico de torque.</p>	Em todos os protocolos experimentais os jogadores de futebol profissional apresentaram valores médios de pico de torque que superaram 10% diferente dos amadores que se mostraram equivalentes. Para os jogadores profissionais a maior produção de torque correlacionou-se com o membro dominante.
Maulder <i>et al.</i> , 2005	Validar o teste salto horizontal sem contramovimento e unilateral com relação a outros saltos verticais e horizontais; Comparar diferentes testes de performance para avaliar assimetria, investigar a relação entre saltos e corrida.	<p><u>AMOSTRA:</u> 18 indivíduos de variadas modalidades esportivas.</p> <p><u>TESTES:</u> Plataforma de força – seqüência de testes unilaterais salto vertical sem contramovimento, salto vertical com contramovimento, ciclo repetitivo de salto vertical, salto horizontal sem contramoviment, salto horizontal com contramovimento e ciclo repetitivo de saltos horizontais, nesta ordem. Foram realizados alternando perna direita e esquerda. Em seguida foi realizado o sprint.</p> <p><u>VARIÁVEIS:</u> % relativo de assimetria entre os lados, saltos horizontal – distância (m), saltos verticais – altura (m).</p>	Alta confiabilidade dos testes retestes dos saltos, sobretudo para os testes horizontais. Os saltos verticais foram mais sensíveis no diagnóstico da assimetria embora todos os testes tiveram um comportamento similar nesta análise. Todos os saltos horizontais tiveram uma forte correlação com o sprint. O salto vertical com contramovimto também.
Skelton <i>et al.</i> , 2002	Analisar a diferença de força e potência muscular entre os lados em idosas caidoras e não caidoras	<p><u>AMOSTRA:</u> 35 idosas acima de 65 anos - 20 idosas caidoras e 15 não caidoras</p> <p><u>TESTES:</u> Dinamômetro isocinético pra quadríceps (isométrico a 90 e concêntrico e excêntrico 100/s), ísquios, plante e dorsiflexores.</p>	Não houve diferença dos valores médios de força e potência entre grupos. Entretanto, os caidores tiveram uma significativa maior assimetria

			que os não caidores. E ambos os grupos tiveram comportamento assimétrico.
Smak <i>et al.</i> , 1999	Investigar relação freqüência pedalada assimetria membros inferiores.	a relação entre a pedalada de	<u>AMOSTRA:</u> 11 ciclistas, sexo masculino, nível profissional <u>TESTES:</u> Biciclo ergômetro eletrônico adaptado – cada indivíduo pedalou em 5 velocidades (60, 75, 90, 105, 120 rpm) <u>VARIÁVEIS:</u> Força e potência para cada perna pelo dinamômetro no pedal e análise cinemática pela cinemetria.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Delineamento e cuidados éticos

Este estudo observacional do tipo transversal teve o objetivo de identificar diferenças laterais de membros inferiores em jogadores de futebol de campo, categoria profissional, por meio de dois métodos de medição – os saltos verticais em plataforma de força dupla e a dinamometria isocinética. Foi ainda objetivo, correlacionar os resultados entre os dois testes.

Os cuidados éticos foram seguidos e o estudo foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais para fim de aprovação, obedecendo as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (1997) sobre pesquisas envolvendo seres humanos. Conforme disposto em parecer (ANEXO _), o projeto foi aprovado.

3.2 Amostra

A amostra foi composta de 51 atletas profissionais, jogadores de futebol de campo, pertencentes a dois clubes mineiros de elite. As características antropométricas estão descritas na Tabela 1. Os voluntários receberam todas as informações que envolvam objetivo e procedimento metodológico através do Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 2) que foi assinado por aqueles que concordaram em participar do estudo. Foram guardadas todas as precauções relacionadas com a privacidade dos participantes.

Tabela 1: Análise descritiva das variáveis antropométricas da amostra.

	N		Média	Mediana	Desvio padrão
	Válido				
MASSA (kg)	51		77,61	77,80	7,38
IDADE (anos)	51		24,84	25,00	3,24
ALTURA (cm)	51		1,80	1,80	,06

3.3 Instrumentos

Dinamômetro isocinético

As mensurações isocinéticas foram realizadas por meio do dinamômetro *Biodex Medical System 3 (Inc©, Shirley, NY)*. Consta de um equipamento eletromecânico, controlado por computador, que mede variáveis dinâmicas da função muscular como torque, trabalho e potência.

Plataforma dupla de força

Para análise da diferença lateral por meio dos saltos verticais, as forças de reação do solo foram medidas por meio de uma plataforma dupla de força, modelo PLA3-1D-7KN/JBAZb (Staniak, Polônia). O sistema consiste de dois canais que capturam a componente vertical da força de reação. Por ter dois canais, permite a análise bilateral do movimento humano por meio da curva

força – tempo coletada separadamente para cada lado, direito e esquerdo. A frequência de medição 1.000 Hz.

3.4 Procedimentos

As avaliações dos 51 atletas foram realizadas em quatro dias distintos. A determinação da data do exame para cada indivíduo foi aleatória. No dia da avaliação foi preliminarmente tomadas as medidas antropométricas (TABELA 1) de cada atleta. Em seguida, foi executado uma atividade preparatória em esteira rolante a 5,5 km/h por 5 minutos e depois os atletas realizaram alongamentos para musculatura de membros inferiores. Após esse procedimento, dois testes foram realizados saltos verticais com contramovimento em plataforma dupla de força seguida pela dinamometria isocinética.

3.4.1 Saltos verticais

Antes da realização dos saltos verticais os indivíduos foram orientados quanto à execução do movimento. As mãos permaneceram fixas no quadril (LEES *et al.*, 2004) e o esforço empregado de modo a atingir a maior altura possível (FIGURA 4). Os pés deveriam estar posicionados nos diferentes canais da plataforma de força, tanto no posicionamento inicial como na aterrissagem. O comando verbal do examinador marcava o início da execução do movimento. Três saltos verticais com contramovimento foram executados, com um intervalo de 60s entre cada salto.



FIGURA 4: Posicionamento para execução dos saltos verticais em plataforma dupla de força.

3.4.2 *Dinamometria isocinética*

A dinamometria isocinética foi realizada no modo concêntrico-concêntrico para a articulação do joelho, bilateralmente em três velocidades angulares (60, 180 e 300°/s).

O processo de calibração do instrumento foi realizado de acordo com as recomendações do fabricante. Os padrões de posicionamento para o eixo de rotação bem como para o assento foram controlados (FIGURA 5). Os atletas foram acomodados na cadeira do equipamento a um ângulo de 110° entre encosto e assento.



FIGURA 5: Posicionamento para a execução da dinamometria isocinética.

Com o objetivo de padronizar a postura os indivíduos foram estabilizados na cadeira de teste por meio de cintos de dois pontos, sendo dois atados em cruz no tronco, enquanto que outros dois foram posicionados transversalmente, um na altura da pelve e outro fixando a coxa do membro examinado (FIGURA 6).



FIGURA 6: Posicionamento dos cintos para o teste isocinético.

O eixo articular do joelho foi alinhado com o eixo rotacional da alavanca do equipamento. Foi observado varo ou valgo indesejáveis durante a flexo-extensão do joelho. A almofada que fixa a alavanca do dinamômetro paralela à perna do atleta foi posicionada o mais distal possível, imediatamente superior aos maléolos, sem comprometer o livre movimento do tornozelo.

Para a familiarização com o instrumento foi realizado o “*Biofeedback*” em cada velocidade experimental (60, 180 e 300°/s) antes do início do teste. O procedimento para correção da gravidade foi seguido conforme consta no manual. O teste foi iniciado na ordem crescente das velocidades angulares: 60, 180 e 300°/s. Foi empregado estímulo verbal durante toda a análise e os indivíduos foram orientados a imprimir esforço máximo. A avaliação foi realizada para os membros direito e esquerdo ordem aleatória. O primeiro membro a ser examinado realizou o teste nas três velocidades com um intervalo de 60s entre elas e posteriormente o outro membro cumpriu o mesmo protocolo.

3.5 Parâmetros avaliados

Para os saltos verticais foram analisadas as variáveis Força Máxima, Potência e Impulso. A avaliação das curvas de força-tempo foi feita mediante o software DasyLab V4.0. Para o teste isocinético as variáveis dinâmicas analisadas foram Pico de Torque e Trabalho Máximo nas três velocidades angulares.

Foi calculada a diferença entre os valores para perna direita e esquerda calculada em percentual. Para as variáveis força máxima, potência máxima e impulso, medidas a partir dos saltos verticais, valores superiores ou equivalentes a 15% como corresponderam a assimetria de membros inferiores (PETSCHING *et al.*, 1998). Já para as variáveis mensuradas a partir do teste isocinético, pico de torque e trabalho máximo, a assimetria foi determinada quando a diferença entre os lados foi superior ou equivalente a 10%

(PETSCHING *et al.*, 1998). Esses valores de referência foram adotados para todas as variáveis dinâmicas investigadas neste estudo.

QUADRO 2: Equações das variáveis dinâmicas investigadas.

VARIÁVEIS	EQUAÇÃO	UNIDADE
FORÇA MÁXIMA	$F = m.a$	N
POTÊNCIA MÁXIMA	$Po = F.V$	N.m/s
IMPULSO	$I = F.t$	N.s
PICO DE TORQUE	$T = F.d$	N-M
TRABALHO	$T = Po. t$	J

3.6 Análise estatística

Na ordem dos objetivos expostos foram aplicados os seguintes testes estatísticos por meio do pacote SPSS versão 10.00 (SPSS Inc.):

- I. Estatística descritiva para averiguação das médias, medianas, desvio padrão (SD) e frequência percentual (%) dos dados;
- II. Estatística descritiva com cruzamento de dados para determinação do coeficiente de contingência, correlação e qui-quadrado;
- III. Teste de correlação de *Pearson* e análise de regressão múltipla pelo método *Step Wise*. Para a análise de regressão as variáveis

isocinéticas foram determinadas como independentes, enquanto que as do salto vertical como dependentes.

O nível de significância adotado foi de $p.<0,01$.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização da amostra

Iniciaram e findaram o estudo 51 jogadores de futebol de campo, categoria profissional, do sexo masculino. Não houve abandono de nenhum voluntário no transcorrer das análises. Os atletas tinham média de idade de $24,84 \pm 3,24$ anos, estatura de $1,80 \pm 0,06$ metros e massa corporal de $77,80 \pm 7,38$ kg. As características antropométricas da amostra estão dispostas na Tabela 1.

4.2 Diferença lateral

A diferença lateral em percentual relativo foi calculada para cada variável dinâmica. Do teste isocinético foram analisados o pico de torque e o trabalho máximo, durante a extensão do joelho em três velocidades angulares ($60^\circ/s$, $180^\circ/s$ e $300^\circ/s$). Para estas variáveis, valores relativos que superam 10% de diferença são considerados assimétricos. A Tabela 2 apresenta a média do percentual relativo de diferença lateral para as variáveis Pico de Torque e Trabalho Máximo nas três condições experimentais: $60^\circ/s$, $180^\circ/s$ e $300^\circ/s$. As maiores médias foram identificadas pelo pico de torque $60^\circ/s$ ($11,49 \pm 12,39\%$) e pelo Trabalho Máximo $60^\circ/s$ ($10,93 \pm 10,79\%$), sendo que esses valores indicam comportamento motor assimétrico. De outro modo, para as demais variáveis os valores médios de percentual relativo da diferença lateral foram compatíveis com equivalência motora: Pico de Torque $180^\circ/s$ ($7,9 \pm 8,33\%$), Pico de Torque $300^\circ/s$ ($7,36 \pm 6,76\%$), Trabalho Máximo $180^\circ/s$ ($8,95 \pm 9,56\%$) e Trabalho Máximo $300^\circ/s$ ($7,31 \pm 7,63\%$).

Tabela 2: Análise descritiva da diferença lateral analisada para cada variável isocinética.

	N		Média	Mediana	Desvio padrão
	Valido				
PT60°/s	51		11,49	7,16	12,39
PT180°/s	51		7,90	5,77	8,33
PT300°/s	51		7,36	6,10	6,76
TM60°/s	51		10,93	8,20	10,79
TM180°/s	51		8,95	6,30	9,56
TM300°/s	51		7,31	5,40	7,63

Pelos saltos verticais em plataforma de força, as variáveis analisadas foram, força máxima, impulso e potência. Para estas variáveis são considerados assimétricos valores que superam 15% de diferença relativa. Desse modo, conforme demonstra a Tabela 3, as maiores diferenças foram identificadas pelo impulso ($24,82 \pm 20,22\%$) e pela potência ($27,63 \pm 20,84\%$). Por essas variáveis foi diagnosticada assimetria do comportamento motor, enquanto que foi observada uma equivalência entre os membros inferiores em gerar força máxima ($6,76 \pm 6,17\%$) durante a execução do salto vertical.

Tabela 3: Análise descritiva da diferença lateral identificada para as variáveis do salto vertical.

	N			
	Válido	Média	Mediana	Desvio padrão
FMáx	51	6,76	4,60	6,17
I	51	24,82	20,40	20,22
Po	51	27,63	22,80	20,84

O Gráfico 1 ilustra o percentual relativo de diferença lateral identificado por cada variável dinâmica, tanto isocinética quanto pelo salto vertical. Através dele é possível observar que o impulso e a potência identificaram os maiores valores de assimetria enquanto que as demais variáveis apresentaram resultados similares entre elas na identificação de diferença lateral.

Ao considerar os dois testes, dinamometria isocinética e saltos verticais, o último foi mais sensível na detecção da assimetria relativa de membros inferiores, sobretudo ao analisar as variáveis impulso e potência. Portanto, ao considerar os valores médios, jogadores de futebol de campo possuem equivalência de membros inferiores pela maioria das variáveis isocinéticas. De outro modo, a mesma população foi assimétrica pela maioria das variáveis do salto vertical. Neste sentido, o resultado de um teste parece não prever o resultado do outro teste quando o objetivo é a análise da diferença lateral.

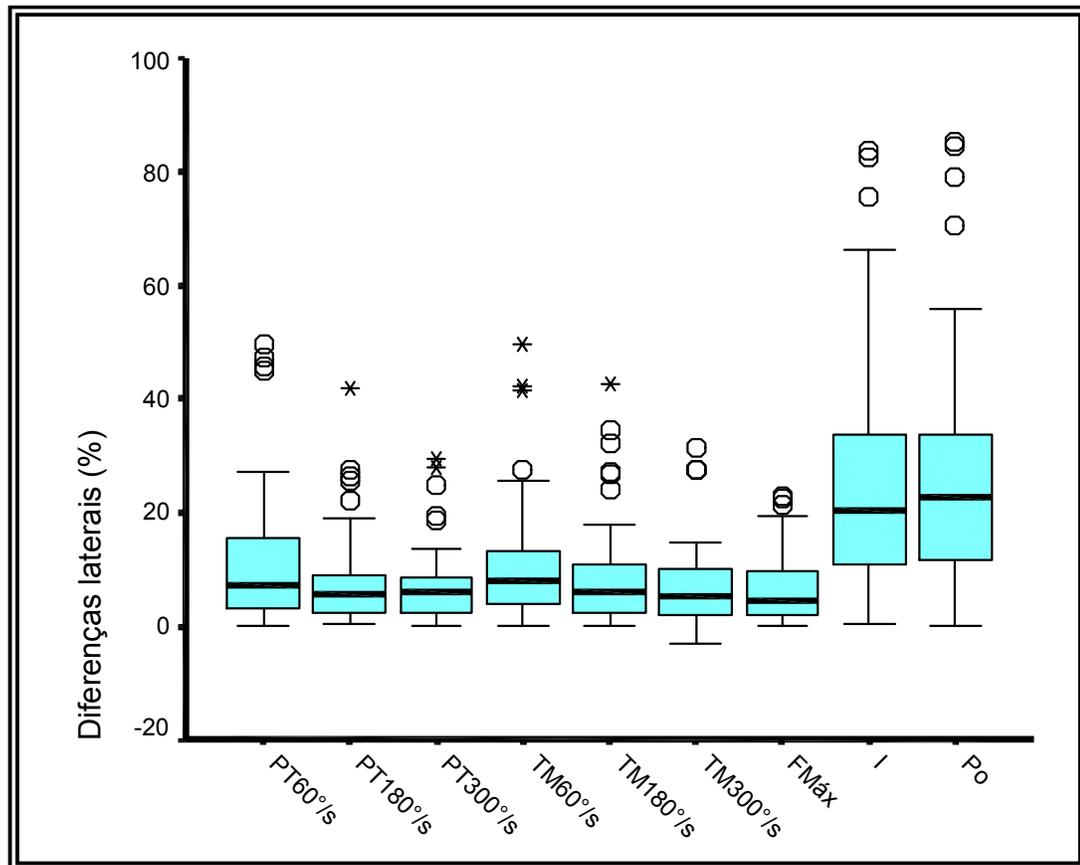


GRÁFICO 1: Percentual de diferença lateral para cada variável dinâmica.

4.3 Análise da correlação das diferenças laterais entre as variáveis dinâmicas.

A Tabela 4 demonstra a correlação das diferenças laterais analisadas entre as variáveis isocinéticas. Houve significativa correlação ($p < 0,01$) entre todos os resultados obtidos pelas variáveis isocinéticas. As mais altas correlações foram observadas entre as variáveis pico de torque a 60°/s e Trabalho Máximo a 60°/s (constante = 0,957) e entre Pico de Torque a 180°/s e Trabalho Máximo a

Tabela 4: Correlação do percentual relativo de diferença lateral identificado pelas variáveis isocinéticas.

	PT60°/s	PT180°/s	PT300°/s	TM60°/s	TM180°/s	TM300°/s
PT60°/s	Pearson Correlation	1,000	,854**	,530**	,957**	,873**
	N	51	51	51	51	51
PT180°/s	Pearson Correlation	,854**	1,000	,747**	,863**	,957**
	N	51	51	51	51	51
PT300°/s	Pearson Correlation	,530**	,747**	1,000	,569**	,666**
	N	51	51	51	51	51
TM60°/s	Pearson Correlation	,957**	,863**	,569**	1,000	,893**
	N	51	51	51	51	51
TM180°/s	Pearson Correlation	,873**	,957**	,666**	,893**	1,000
	N	51	51	51	51	51
TM300°/s	Pearson Correlation	,640**	,806**	,879**	,705**	,794**
	N	51	51	51	51	51

** . Nível de significância - p,<0,01

180°/s (constante = 0,957). De outro modo, as menores correlações foram obtidas entre as variáveis Pico de Torque a 60°/s e Pico de Torque a 300°/s (constante = 530) e entre Pico de Torque a 300°/s e Trabalho Máximo a 60°/s (constante = 569). Ainda assim, essas correlações foram significativas ($p, < 0,01$).

Já a Tabela 5, apresenta a correlação entre variáveis do salto vertical na identificação das diferenças laterais. Houve correlação significativa entre todas as variáveis ($p, < 0,01$). A maior correlação foi obtida entre as variáveis Impulso e Potência (constante = 973). Enquanto que a menor correlação observada ocorreu entre as variáveis Força máxima e Impulso (constante = 745).

A correlação entre variáveis isocinéticas e variáveis do salto vertical está descrita na Tabela 6. Todas as variáveis tiveram significativa correlação ($p, < 0,01$) na análise da diferença lateral. A maior correlação ocorreu entre Trabalho máximo 300°/s e Força Máxima (constante = 629) e entre Pico de Torque 300°/s e Força Máxima (constante = 625).

Tabela 5: Análise da correlação do percentual de diferença lateral identificado para as variáveis do salto vertical.

		FMáx	I	Po
FMáx	Pearson Correlation	1,000	,745**	,800**
	N	51	51	51
I	Pearson Correlation	,745**	1,000	,973**
	N	51	51	51
Po	Pearson Correlation	,800**	,973**	1,000
	N	51	51	51

** . Nível de significância - $p, < 0,01$

Tabela 6: Análise da correlação entre variáveis isocinéticas e variáveis do salto vertical na identificação do percentual de diferença lateral.

		FMáx	I	Po
PT60°/s	Pearson Correlation	,438**	,447**	,452**
	N	51	51	51
PT180°/s	Pearson Correlation	,556**	,592**	,586**
	N	51	51	51
PT300°/s	Pearson Correlation	,626**	,545**	,551**
	N	51	51	51
TM60°/s	Pearson Correlation	,518**	,486**	,486**
	N	51	51	51
TM180°/s	Pearson Correlation	,469**	,478**	,474**
	N	51	51	51
TM300°/s	Pearson Correlation	,629**	,482**	,490**
	N	51	51	51

** . Nível de significância - $p < 0,01$

4.4 Análise de regressão das diferenças laterais entre as variáveis dinâmicas.

Foi realizada a análise de regressão para identificar o nível de predição entre variáveis isocinéticas e variáveis do salto vertical na análise da diferença lateral. Conforme demonstrado na Tabela 5, entre as variáveis isocinéticas, as maiores correlações estiveram relacionadas à velocidade angular: Pico de Torque x Trabalho Máximo a 60°/s e Pico de Troque e Trabalho Máximo a 180°/s. A fim de evitar o efeito de colinearidade foi realizada a análise de regressão múltipla para cada variável do salto vertical tendo como variáveis independentes inicialmente, Pico de Torque nas três velocidades angulares e posteriormente, Trabalho Máximo nas três velocidades angulares, pelo modo “*step wise*”.

A TABELA 7 demonstra o resultado obtido tendo como variável dependente a Força máxima e como variáveis independentes o Pico de Torque a 60, 180 e 300°/s. A variável preditora da Força Máxima foi o Pico de Torque (R^2 ajustado = 379). O Gráfico 2 demonstra a linearidade entre essas variáveis ao identificar a diferença lateral.

Tabela 7: Análise de regressão da variável $F_{máx}$ pelas variáveis PT60°/s, PT180°/s e PT300°/s

	Modelo
	1
R	,626 ^a
R^2	,391
R^2 ajustado	,379

a. Constante da variável preditora - PT300°/s

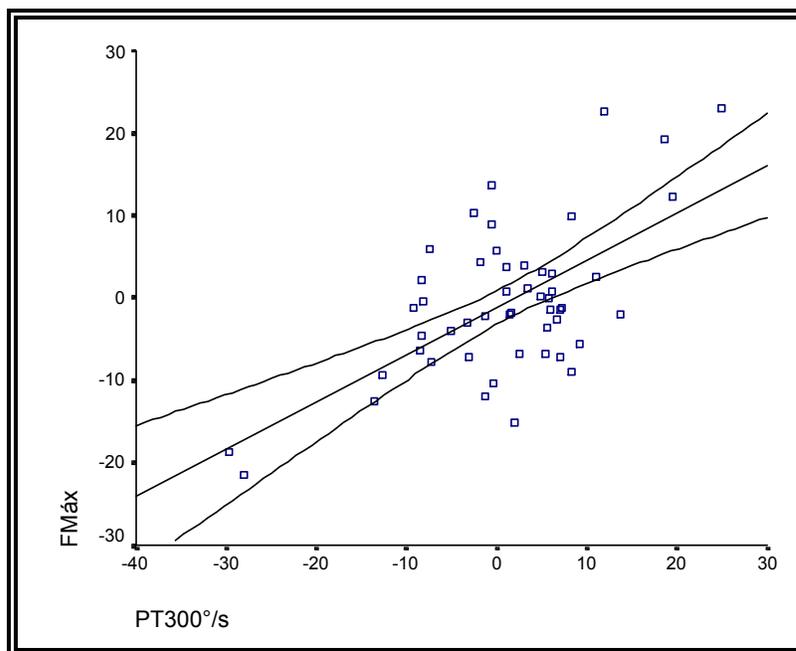


GRÁFICO 2: Razão entre Força máxima e Pico de Torque a 300°/s na identificação das diferenças laterais.

A TABELA 8 apresenta o resultado da regressão determinada pela Força Máxima como variável independente e Trabalho Máximo, nas três velocidades angulares, como variável independente. O Trabalho Máximo a 300°/s foi preditor da Força Máxima na identificação das diferenças laterais (R^2 ajustado = 383). O Gráfico 3 demonstra uma razão linear entre essas variáveis na identificação das diferenças laterais.

Tabela 8: Análise de regressão da variável Fmáx pelas variáveis TM60°/s, TM180°/s e TM300°/s.

	Modelo
	1
R	,629 ^a
R ²	,395
R ² ajustado	,383

a. Constante da variável preditora - TM300°/s

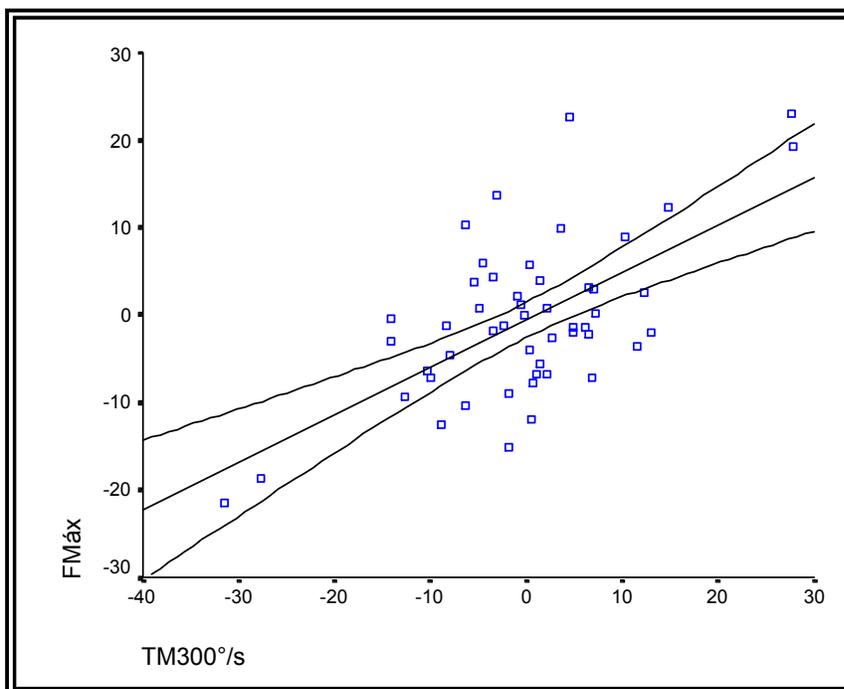


GRÁFICO 3: Razão entre Força máxima e Trabalho Máximo a 300°/s na identificação das diferenças laterais.

Já para a variável Impulso, conforme ilustrado na Tabela 9, ao inserir Pico de Torque nas três velocidades angulares como variáveis independente, o Pico de Torque a 180°/s foi preditor (R^2 ajustado = 337). O Gráfico 4 demonstra uma razão não linear entre essas variáveis (Impulso e Pico de Torque 180°/s) ao se identificar a diferença lateral.

Tabela 9: Análise de regressão da variável impulso pelas variáveis PT60°/s, PT180°/s e PT300°/s.

	Model
	1
R	,592 ^a
R ²	,351
R ² ajustado	,337

a. Constante da variável preditora - PT180°/s

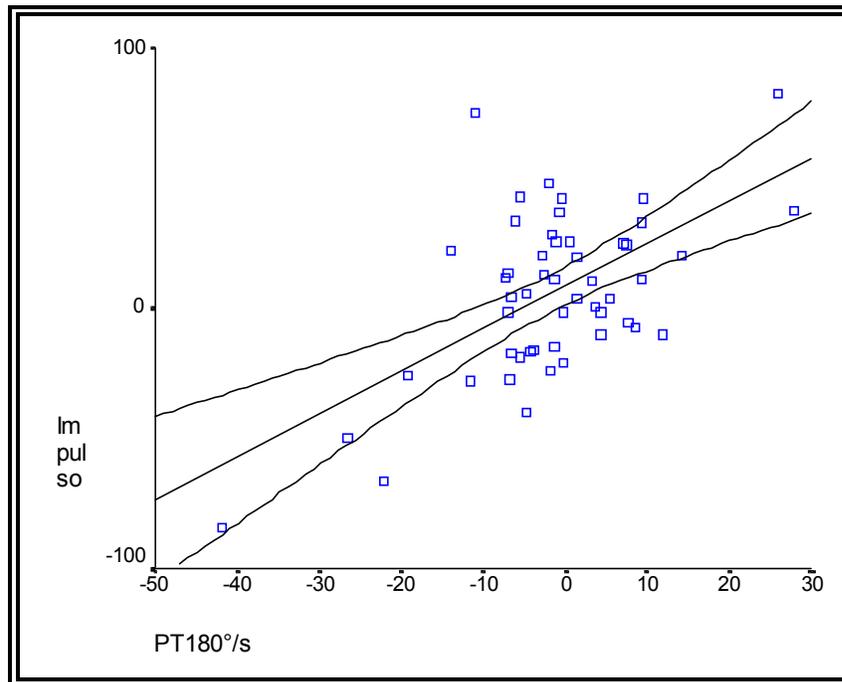


GRÁFICO 4: Razão entre Impulso e Pico de Torque a 180°/s na identificação das diferenças laterais.

Ainda para a variável Impulso, tomando como variáveis independentes o Trabalho Máximo nas três velocidades angulares, o Trabalho Máximo a 60°/s foi a variável preditora (R^2 ajustado = 220) como apresentado na Tabela 10. A razão das diferenças laterais identificadas entre as duas variáveis (Impulso e Trabalho Máximo 60° /s) não foi linear conforme ilustra o Gráfico 4.

Tabela 10: Análise de regressão da variável impulso pelas variáveis TM60°/s, TM180°/s e TM300°/s.

	Model
	1
R	,486 ^a
R ²	,236
R ² ajustado	,220

a. Constante da variável preditora - TM60°/s

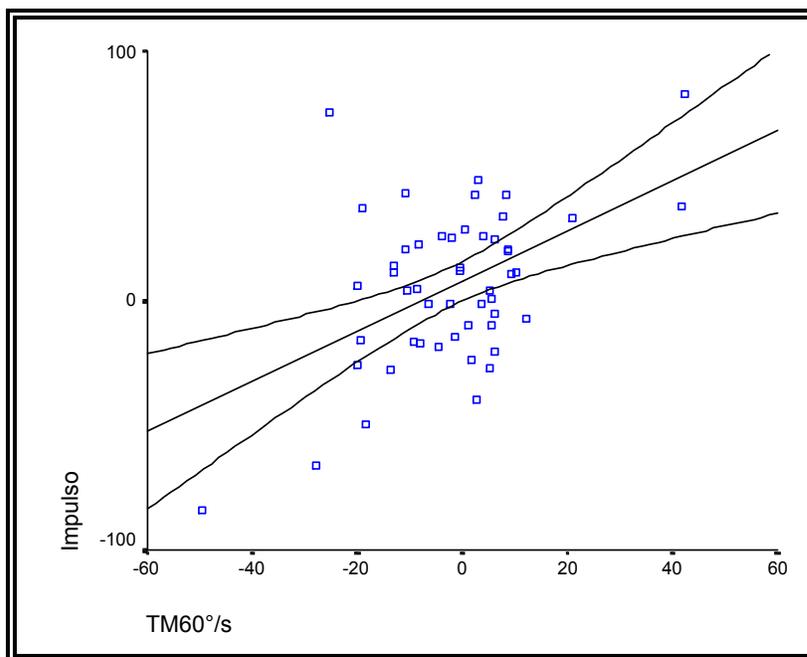


GRÁFICO 5: Razão entre Impulso e Trabalho Máximo a 60°/s na identificação das diferenças laterais.

Sob as mesmas condições anteriores, foi feita a análise de regressão considerando inicialmente Potência como variável dependente e Pico de Torque nas diferentes velocidades angulares, como variáveis independentes (Tabela 11). O Pico de Torque a 180°/s foi preditor da Potência (R^2 ajustado = 330). Houve alguma linearidade entre estas variáveis na identificação das diferenças laterais, conforme ilustra o Gráfico 6.

Tabela 11: Análise de regressão da variável potência pelas variáveis PT60°/s, PT180°/s e PT300°/s.

	Model
	1
R	,586 ^a
R ²	,343
R ² ajustado	,330

a. Constante da variável preditora - PT180°/s

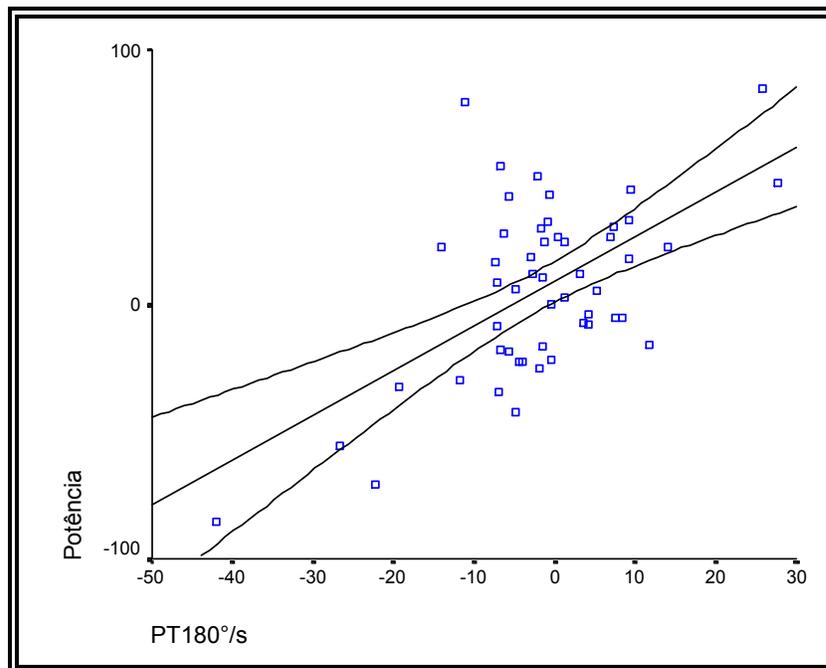


GRÁFICO 6: Razão entre Potência e Pico de Torque a 180°/s na identificação das diferenças laterais.

Em seguida, ainda considerando como variável dependente a Potência, as variáveis independentes foram o Trabalho Máximo nas diferentes velocidades angulares (Tabela 12). Desta análise de regressão, a variável preditora da Potência foi o Trabalho Máximo a 300°/s (R^2 ajustado = 224). A razão entre essas variáveis ao identificar as diferenças laterais não foi linear, como demonstra o Gráfico 7.

Tabela 12: Análise de regressão da variável potência pelas variáveis TM60°/s, TM180°/s e TM300°/s.

	Model
	1
R	,490 ^a
R ²	,240
R ² ajustado	,224

a. Constante da variável preditora - TM300°/s

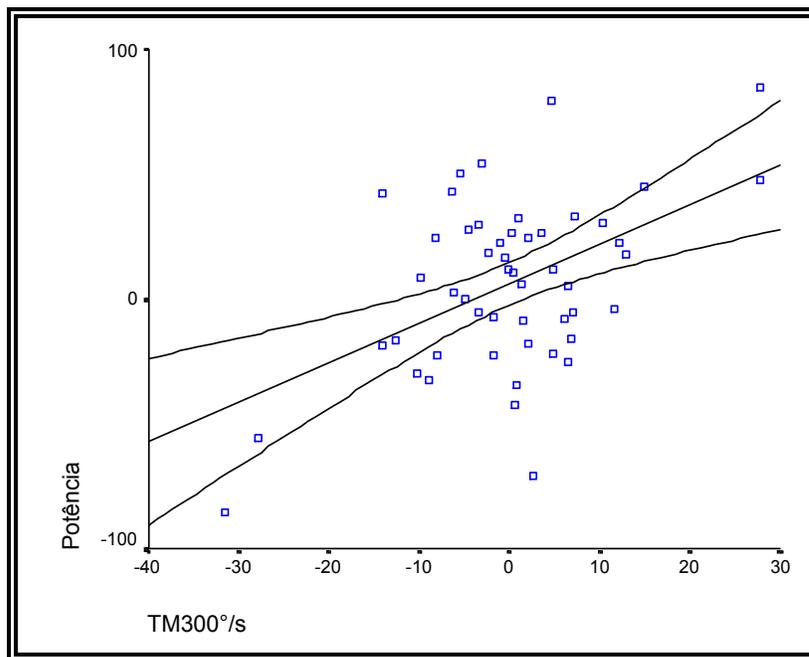


GRÁFICO 7: Razão entre Potência e Trabalho Máximo a 300°/s na identificação das diferenças laterais.

De acordo com a Tabela 13, ao considerar os resultados da análise de regressão entre variáveis dinâmicas dos saltos verticais e as variáveis dinâmicas isocinéticas, na identificação das diferenças laterais, pode ser constatado que o maior nível de predição foi observada para a variável Força Máxima. Esta variável foi predita, tanto pelo Pico de Torque (R^2 ajustado = 379) quanto pelo Trabalho Máximo (R^2 ajustado = 383), a uma velocidade angular de 60° /s. Os menores níveis de predição ocorreram entre as variáveis Impulso e Trabalho Máximo 60°/s (R^2 ajustado = 220) e entre Potência e Trabalho Máximo 300°/s (R^2 ajustado = 224).

Tabela 13: Nível de predição entre variáveis do salto vertical e variáveis isocinéticas na análise da diferença lateral.

Variável dependente	Variável preditora	R² ajustado
Força Máxima	Pico de Torque 300°/s	379
Força Máxima	Trabalho Máximo 300°/s	383
Impulso	Pico de Torque 180°/s	337
Impulso	Trabalho Máximo 60°/s	220
Potência	Pico de Torque 180° /s	330
Potência	Trabalho Máximo 300°/s	224

5 DISCUSSÃO

Este estudo buscou investigar a diferença lateral de jogadores de futebol de campo por meio do teste isocinético e de um teste funcional: saltos verticais com contramovimento em plataforma dupla de força. Objetivou ainda relacionar e observar o nível de predição dos resultados entre os testes. A associação entre os testes é de grande aplicabilidade na clínica e no desporto, dado o alto custo do dinamômetro isocinético e a sua inviabilidade na rotina prática. Além disso, baseado na CIF, um método que avalie o indivíduo na função é fundamental para o acurado diagnóstico.

Os resultados demonstraram que pela medida da tendência central, os jogadores de futebol foram equivalentes pela maioria das variáveis isocinéticas. Valores baixos de assimetria foram identificados tanto pelo Pico de Torque como pelo Trabalho máximo a 60°/s. Kramer et al. (1990) também investigaram diferenças laterais de jogadores de futebol de campo, profissionais e amadores, por meio do teste isocinético e correlacionaram o resultado com a dominância. Os jogadores profissionais apresentaram valores superiores a 10% de diferença para o pico de torque nas duas velocidades angulares investigadas - 60 e 180°/s. O membro que produziu maior torque foi o dominante. Embora nossos resultados não tenham demonstrado valores de assimetria para o pico de torque a 180°/s, ao analisar a velocidade de 60°/s os achados foram similares.

Diferente do observado no teste isocinético, os jogadores de futebol foram assimétricos pela maioria das variáveis quantificadas a partir dos saltos verticais. Os maiores valores percentuais de assimetria foram identificados pelas variáveis do salto vertical. Em estudo de Petschinig et al. (1998) resultados similares foram observados. Ao avaliar a assimetria de membros inferiores de indivíduos pós 54 semanas de reconstrução de Ligamento Cruzado Anterior (LCA), por meio do teste isocinético e dos saltos verticais em plataforma de força, o primeiro teste diagnosticou assimetria em 64% da população, enquanto que pelos saltos verticais, 72% da população foi

assimétrica. Também Maulder et al. (2005) ao identificarem a assimetria por meio de vários testes funcionais (*sprint*, salto horizontal e saltos verticais), os maiores valores foram verificados pelos saltos verticais. Demonstraram ainda, a maior relação entre os resultados obtidos pelo *sprint* e salto vertical com contramovimento. Isto sugere que os saltos verticais são mais sensíveis na detecção da assimetria entre membros, o que talvez esteja relacionado ao fato de o salto vertical envolver, além do bom desempenho muscular, um alto controle motor, abrangendo todos os fatores que determinam a assimetria funcional (capacidade física e coordenação motora).

Entretanto, o isocinético é um teste frequentemente empregado para a análise do desempenho muscular. Diferente do que ocorre no teste isocinético, no movimento humano e no esporte, as alavancas do corpo são aceleradas e desaceleradas pelas contrações concêntricas, excêntricas e isométricas da musculatura. Diante disso, é necessário avaliar se a interpretação das variáveis isocinéticas pode prever o músculo na função.

Os nossos achados demonstraram significativa correlação entre as diferenças laterais identificadas pelo teste isocinético e pelo salto vertical. As correlações foram mais significativas quando as variáveis de cada teste foram correlacionadas entre si. É interessante notar que ao correlacionar os resultados das variáveis entre testes, a correlação mais significativa ocorreu entre Trabalho máximo 300°/s e Força Máxima e entre Pico de Torque 300°/s e Força Máxima. Esse achado demonstra que dentre as variáveis investigadas a partir dos saltos verticais, a Força Máxima parece ter mais relação com as variáveis isocinéticas ao analisar diferenças laterais. Ao mesmo tempo em que a velocidade de 300°/s também manifestou maior relação com a variável do teste funcional.

A literatura aponta para o fato de que as velocidades mais altas estimam mais a função. No movimento de flexão de um salto vertical com contramovimento a velocidade angular do joelho é aproximadamente 180°/s. Já na extensão a velocidade aproximada é de 300°/s (Ballneich e Baumaun, 1988). Como neste estudo só foi analisada a fase extensora do teste

isocinético, os nossos achados corroboram com os anteriores no sentido de que a velocidade de 300°/s, durante a extensão de joelho, é a que mais relaciona com os saltos verticais. Isso foi ratificado em nossos achados pela análise de regressão, na qual os maiores níveis de predição ocorreram entre Força Máxima e as duas variáveis isocinéticas (Pico de Toque e Trabalho Máximo) a uma velocidade de 300°/s. Os mesmos resultados foram observados por Tricoli et al. (1994) que relacionaram a potência isocinética de membros inferiores a 60, 180, 240 e 300°/s com o desempenho no salto vertical. As altas correlações foram obtidas a uma velocidade angular de 300°/s, embora correlações moderadas também tenham ocorrido a 180 e 240°/s.

Resultados adversos foram encontrados por Özçakar et al. (2003) que observaram significativa correlação entre pico de torque extensor de joelho mensurado pelo dinamômetro isocinético a 60°/s e a altura do salto vertical. É importante notar que a maioria dos estudos que investigaram a capacidade de saltar tomam como parâmetro a altura de elevação do centro de massa. Sabendo que a altura do salto vertical é calculada pela fórmula:

$$H=1/2g(Tq)^2$$

E que a velocidade representa:

$$V=g.Tq, \text{ ou seja, } Tq=v/g$$

E ainda que na altura máxima $v=0$, entende-se que:

$$H=1/2.g.(v/g)^2, \text{ então } H=v^2/2g$$

Isto demonstra uma relação direta, porém não linear entre altura e velocidade. Desse modo, as variáveis dinâmicas como força inicial, impulso, força máxima e potência, é que determinam a velocidade inicial na execução do salto vertical. Portanto, elas é que deveriam ser analisadas tanto para fim de prever desempenho, como para avaliar diferenças laterais. Neste estudo tanto a identificação da diferença lateral como a correlação entre os testes foi feita mediante a análise de variáveis dinâmicas. Como não foi encontrado nenhum estudo que adotou o mesmo critério, algumas diferenças podem ocorrer entre os resultados. Dauty *et al.* (2002), por exemplo, correlacionaram a altura dos saltos verticais com o teste isocinético em jogadores de futebol, categoria profissional. Eles encontraram correlação significativa entre pico de torque extensor de joelho a 180°/s e os saltos verticais. As velocidades angulares investigadas pelo teste isocinético foram apenas de 60 e 180°/s.

6 CONCLUSÃO

Jogadores de futebol de campo, categoria profissional, foram equivalentes para a maioria das variáveis isocinéticas. Entretanto, em baixa velocidade ($60^\circ/\text{s}$), tanto para a variável pico de torque como para variável trabalho máximo, foram identificados valores que superaram 10% de assimetria.

Pela análise do salto vertical, apenas pela variável força máxima os atletas foram equivalentes. De outro modo, a potência e o impulso manifestaram os mais altos valores percentuais de assimetria entre membros inferiores. Assim, o salto vertical demonstrou maior sensibilidade ao diagnosticar diferenças laterais em jogadores de futebol.

Houve alta correlação da diferença lateral diagnosticada pelas variáveis de cada teste entre si. Também houve significativa correlação das variáveis entre testes, na identificação das diferenças. Sendo assim, o salto vertical correlacionou com o teste isocinético na identificação de diferença relativa de membros inferiores. Entretanto, as correlações mais significativas ocorreram entre as variáveis isocinéticas Pico de Torque, Trabalho Máximo a $60^\circ/\text{s}$ e a Força Máxima calculada pelo salto vertical.

REFERÊNCIAS

ABILEL, B.S.; SERRÃO, J.C.; SACCO, I.C.N.; AMADIO, A.C. Características dinâmicas e eletromiográficas em aterrissagens em situações inesperadas. *Revista Brasileira de Biomecânica*. v.3, n.4, p.45-50, 2002.

ALMEIDA, M.J.R.; RIBEIRO-DO-VALLE, L.E.; SACCO, I.C.N. Assimetria interlateral da atividade muscular dos membros inferiores no salto vertical. *Revista Brasileira de Biomecânica*. p.69 – 78, 2001.

ANDERSON, D.; SIDAWA, B. Coordination changes associated with practice of a soccer kick. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. v.65, p.93 – 99, 1994.

ÁVILA, A.O.V.; AMADIO, A.C.; GUIMARÃES, A.C.S.; DAVID, A.C.; MOTA, C.B.; BORGES, D.M.; GUIMARÃES, FISP; MENZEL, H.J.; CARMO, J.; LOSS, J.F.; SERRÃO, J.C.; SÁ, M.R.; BARROS, R.M.L. Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva (Rede CENESP – MET). *Revista Brasileira de Biomecânica*. v.4, p.57 – 67, 2002.

BABAULT, N.; POUSSON, M.; BALLAY, Y.; VAN HOECKE, J. Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. *J Appl Physiological*. v.91, p. 2628 – 2634, 2001.

BACH, B.R.; JONES, G.T.; SWEET, F.A.; HAGER, C.A. Arthroscopy-assisted anterior cruciate ligament reconstruction using patella tendon substitution. *American Journal Sport Medicine*. v.22, n.6, p. 758 – 767, 1994.

BAFIELD, W.R. Effects of selected kinematic and kinetic variables on instep kicking with dominant and nondominant limbs. *Journal of Human Movement Studies*. v.29, p.251 – 272, 1995.

BARBER, S.D.; NOYES, F.R.; MANGINE, R.E.; CLOSKEY, J.W.; HARTMAN, W. Quantitative assessment of functional limitation in normal and anterior cruciate ligament deficient knees. *Clinical Orthopaedic*. v.255, p.204 – 214, 1990.

BARON, R. Normative data for muscle strength in relation to age, knee angle and velocity. *Wiener Medizinische Wochenschrift*. v.145, n.22, p. 600 – 605, 1995.

BENNELL, K.; WAJSWELNER, P.L.; SCHALL-RIAUCOUR, A.; LESLIE, S.; PLANT, D.; CIRONE, J. Isokinetic strength testing does not predict hamstring injury in Australian Rules footballers. *Br J Sport Med*. v.32, p.309 – 314, 1998.

BHAVE, A.; PALEY, D.M.D.; HERZENBERG, J.E.M.D. Improvement in gait parameters after lengthening for treatment of limb-length discrepancy. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. v.81, p.529 – 534, 1999.

BIODEX MEDICAL SYSTEM. Biodex System 3. Advantage Software. Operations Manual.

BOBBERT, M.F.; GERRITSEN, K.G.M.; LITJENS, M.C.A.; VAN SOEST, A.J. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.28, n.11, p. 1402 – 1412, 1996.

BOBBERT, M.F.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. Coordination in vertical jumping. *Journal of Biomechanics*. v.21, n.3, p. 249 – 262, 1988.

BOBBERT, M.F.; VAN SOEST, K.A.J. Why do people jump the way they do? *Exercise and Sport Sciences Reviews*. v.29, n.3, p. 95 – 102, 2001.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur. Appl. Physiol*. v.50, n.2, p. 273 – 282, 1983.

BRANDNA, K.; SERRÃO, S.C.; MOCHIZUKI, L.; BIANCO, R.; AMADIO, A.C.; ÁVILA, A.O.V.; MACHADO, D. Análise da percepção sobre estímulos mecânicos durante corrida e os saltos. *Revista Brasileira de Biomecânica*. v.4, p. 63 – 67, 2003.

BRYDEN, M.P. Choosing sides: the left and right of the normal brain. *Canadian Psychology*. v.31, n.4, p. 297- 309, 1990.

CAILLIET, R. *Síndromes dolorosas – joelho: dor e incapacidade*. São Paulo: Manole, 1976.

CAREY, D.P.; SMITH, G.; SMITH, D.T.; SHEPHERD, J.W.; SKRIVER J.; ORD, L.; RUTLAND, A. Footedness in world soccer: an analysis of France '98. *Journal of Sport Sciences*. v.19, p. 855 – 864, 2001.

CHAVET, P.; LAFORTUNE, M.A.; GRAY, J.R. Asymmetry of lower extremity responses to external impact loading. *Human Movement Science*. v.16, p. 391 – 406, 1997.

CHENG, K.B.; HUBBARD, M. Optimal jumping strategies from compliant surfaces: a simple model of springboard standing jumps. *Human Movement Science*. v.23, p.35 – 48, 2004.

CHOW, J.W. Knee joint forces during isokinetic knee extensions: a case study. *Clinical Biomechanics*. v.14, p. 329 – 338, 1999.

COLLINS, R.L. When left-handed mice live in right-handed worlds. *Science*. v.16, p. 720 – 742, 1974.

COSTA, P.H.L.; VIEIRA, M.F. Revisitando Bernstein: Uma linguagem para o estudo da coordenação de movimentos. *Revista Brasileira de Biomecânica*. p.55 – 62, 2000.

CROISIER, J.L., CRIELAARD, J.M. Exploration isocinétique: analyse des paramètres Chiffrés. *Ann Réadaptation Méd Phys*. v.42, p.538-545, 1999.

CROWE, A.; SAMSON, M.M.; HOITSMA, M.J.; VAN GIMKEL, A.A. The influence of walking speed on parameters of gait symmetry determined from ground reaction forces. *Human Movement Science*. v.15, p. 347 – 367, 1996.

DANIEL, D.; MALCON, L.; STONE, M.L.; PERTH, H.; MORGAN, J.; RIEHL, B. Quantification of knee stability and function. *Contemporary Orthopaedics*. v.5, n.1, p. 83 – 91, 1982.

DAUTY, M.; BRYAND, F.; POTIRON-JOSSE, M. Relation entre la force isocinétique, le saut et le sprint chez le footballeur de haut niveau. *Science & Sports*. v.17, p. 122 – 127, 2002.

DAVIDS, K.; LEES, A.; BURWITZ, L. Understanding and measuring coordination and control in kicking skills in soccer: Implications for talent identification and skill acquisition. *Journal of Sports Sciences*, v.18, p. 703 – 714, 2000.

DOORENBOSCH, C.A.M.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. The role of mono- and bi-articular muscles during contact control leg tasks in man. *Human Movement Science*. v.14, p. 279 – 300, 1995.

DOWNIE, P.A. CASH *Fisioterapia em ortopedia e reumatologia*. São Paulo: Panamericana, 1987.

FEMERY, V.; MORETTO, P.; RENAUT, H.; LENSEL, G.; THEVENON, A. Analyse des asymétries baropodométriques lors de la marche chez le sujet valide: application à l'étude des asymétries chez l'enfant infirme moteur cérébral. *Ann Réadaptation Méd Phys*. v.45, p. 114 – 122, 2002.

GAJDOSIK, R.L.; LINDEN, D.W.V.; WILLIAMS, A.K. Concentric isokinetic torque characteristics of the calf muscles of active women aged 20 to 84 years. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. v.29, p. 181-190, 1999.

GALDI, E.H.G. Pesquisas com Salto Vertical: uma revisão. *Revista de Treinamento Desportivo*. v.5, n.2, p. 51-61, 2000.

GRATTAN, M.P.; DE VOS, E.; LEVY, J.; MC CLINTOCK, M.K. Asymmetry action in the human newborn: sex differences in patterns of organization. *Child Development*. v.63, p. 273 – 289, 1992.

GUNDERSEN, L.A.; VALLE, D.R.; BARR, A.E.; DANOFF, S.V.; SANHOPE, S.S.; MACKLER, L.S. Bilateral analysis of the knee and ankle during gait: an examination of the relationship between lateral dominance and symmetry. *Physical Therapy*. v.69, p. 640 – 650, 1989.

GUSHUE, D.L.; HOUCK, J.; LERNER, A.L. Rabbit knee joint biomechanics: Motion analysis and modeling of forces during hopping. *Journal Orthopaedic Research*. p.1 – 8, 2005.

HANDEL, M.; DICKHUTH, H.H.; MAYER, F.; GÜLCH, R.W. Prerequisites and limitations to isokinetic measurements in humans. *Eur J Appl Physiol*. v.73, p. 225 – 230, 1996.

HANNAH, R.E.; MORRISON, J.B. Kinematic symmetry of the lower limbs. *Arch Phys Med Rehabil*. v.65, p. 155 – 162, 1984.

HENRY, J.C.; KAEDING, C. Neuromuscular differences between male and female athletes. *Sports Medicine and Orthopedics*. p.241 – 244, 2001.

HERZOG, W.; NIGG, B.M.; READ, L.J.; OLSSON, E. Asymmetries in ground reaction force patterns in normal human gait. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.21, n.1, p. 110 -114, 1989.

HOLDER-POWELL, H.M.; RUTHERFORD, O.M. Unilateral lower-limb musculoskeletal injury: its long-term effect on balance. *Arch Phys Med Rehabil*. v.81, p. 265 – 268, 2000.

HOLF, A.L. Muscle mechanic and neuromuscular control. *Journal of Biomechanics*. v.36, p. 1031 – 1038, 2006.

HSU, A.L.; TANG, P.F.; JAN, M.H. Test-retest reliability of isokinetic muscle strength of the lower extremities in patients with stroke. *Ach Phys Med Rehabil*. v.83, p. 1130 – 1137, 2002.

HULENS, M.; VANASANT, G.; LYSSENS, R.; CLAESSENS, A.L.; MULS, E. Assesment of isokinetic muscle strength in women who are obese. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. v.32, p.347-356, 2002.

INTERNATIONAL CLASSIFICATION OF FUNCTIONING DISABILITY AND HEALTH (ICF). ICF versão completa. Genebra. Suíça: *World Health Organization*, 2001.

JACOBI, J.M.; CAFARELLI, E. Neuromuscular drive and force production are not altered during bilateral contractions. *J Appl Physiol*. v.84, n.1, p. 200 – 206, 1998.

KANG, S.W.; NA, Y.M.; MOON, J.H.; CHUN, S.I. Interlimb interaction and stabilization of contralateral leg in isokinetic knee evaluation. *Ach Phys Med Rehabil.* v.78, p. 497 – 500, 1997.

KANNUS, P. Isokinetic evaluation of muscular performance: Implication for muscle testing and rehabilitation. *Int J Sports Med.* v.15, p. 11 – 18, 1994.

KEARN, C.F.; ISOKAWA, M.; AHE, T. Architectural characteristics of dominant leg muscles in junior soccer players. *Eur J Appl Physiol.* v.85, p. 240 – 243, 2001.

KELLIS, E.; ARABATZI, F.; PAPADOPOULOS, C. Muscle co-activation around the knee in drop jumping using the co-contraction index. *Journal of Electromyography and kinesiology.* v.13, p. 229 – 238, 2003.

KELLIS, S.; KELLIS, E.; MANOU, V.; GERODIMOS, V. Prediction of knee extensor and flexor isokinetic strength in young male soccer players. *Journal of Orthopaedic & Spts Physical Therapy.* v.30, n.11, p. 693 – 701, 2000.

KOH, T.J.; GRABINER, M.D.; CLOUGH, C.A. Bilateral déficit is larger for step than for ramp isometric contraction. *J Appl Physiol.* v.71, n.3, p. 1200 – 1205, 1993.

KOTTKE, F.J.; LEHMANN, J.F. *Tratado de medicina física e reabilitação de Krusen.* v. 1. São Paulo: Manole, 1994.

KRAMER, J.F.; BALSOR, B.E. Lower extremity preference and knee extensor torques in intercollegiate soccer players. *Can J Spt Sci.* v.15, p. 180 – 184, 1990.

KUJALA, U.M., FRIBERG, O.; AALTO, T.; KVIST, M.; OSTERMAN, K. Lower limb asymmetry and patellofemoral joint incongruence in the etiology of knee exertion injuries in athletes. *International Journal of Sports Medicine.* v.8, p. 214 – 220, 1987.

LARKINS, C.; SNABB, T.E. Positive versus negative foot inclination for maximum height two-leg vertical jumps. *Clinical Biomechanics.* v.14, p. 321 – 328, 1999.

LEES, A.; NOLAN, L. The biomechanics of soccer: a review. *Journal of Sports Sciences.* v.16, p. 211 – 234, 1998.

LEES, A.; VARENTERGHEM, J.; CLERCQ D.D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. *Journal of Biomechanics.* p.1 – 12, 2004.

LEPHART, S.M.; PERRY, D.H.; FU, F.H.; GEICK, J.H.; MCCUE, F.C.; IRRGANG, J.J. Relationship between selected physical characteristics and

functional capacity in the anterior cruciate ligament insufficient athlete. *Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy*. v.16, n.4, p. 174 – 181, 1982.

LEVY, J.A. Review of evidence for a genetic component in the determination of handedness behavioral genetics. v.6, n.4, p. 429 – 453, 1976.

LINTHORNE, N.P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *Am. J. Phys.* v.69, p. 1198 – 1204, 2001.

LOSSIFIDOU, A.N.; BALZOPOULOS, V. Inertial effects on moment development during isokinetic concentric knee extension testing. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. v.30, n.6, p. 317 – 327, 2000.

LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. Segmental contribution to forces in vertical jump. *Europ. J. Appl. Physiol.* v.38, p. 181-188, 1978.

LUNDIN, T.M.; GRABNER, M.D.; JAHNIGENT, D.W. On the assumption of bilateral lower extremity joint moment symmetry during the sit-to-stand task. *Journal of Biomechanics*. v.28, p. 109 – 112, 1995.

MALPAS, E.; PAYSANT, J.; DATIE, A.M.; MARTINET, N.; ANDRÉ, J.M. Functional asymmetrias of the lower limbs. A comparison between clinical assessment of laterality, isokinetic evaluation and electrogoniometric monitoring of knees during walking. *Gait and Posture*. v.16, p. 304-312, 2002.

MAULDER, P.; CRONIN, P. Horizontal and vertical jump assessment: reability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport*. v.6, p. 74 – 82, 2005.

MAUPAS, E.; PAYSANT, J.; MARTINET, N.; ANDRÉ, J.M. Asymmetric leg activity in healthy subjects during walking detected by electrogoniometry. *Clinical Biomechanics*. v.14, p. 403 – 411, 1999.

MENZEL, H.J.; CAMPOS, C.E. Análise do Squat Jump e Countermovement Jump através de testes motores e biomecânicos. In: *Temas Atuais IV*. 1999.

MOGNONI, P.; NARICI, V.; SIRTORI, F.; LORENZELLI, F. Isokinetic torques and kicking maximal ball velocity in young soccer players. *Journal Sports Medicine Physical Fitness*. v.34, p. 357 – 361, 1994.

MOHR, C.; BRUGGER, P.; BRACHA, H.S.; LANDIS, T.; VIAUD – DELMON, I. Human side preferences in three different whole – body movement tasks. *Behavioural Brain Research*. v.151, p. 321 – 326, 2004.

MURPHY, A.J.; WILSON, G.J. Poor correlation between isometric tests and dynamic performance: relationship to muscle activation. *Eur J Appl Physiol*. v.73, p. 353 – 357, 1996.

NEDER, J.A.; NERY, L.E.; SHINZATO, G.T.; ANDRADE, M.S.; PERES, C.; SILVA, A.C. Reference values for concentric knee isokinetic strength and power in nonathletic men and women from 20 to 80 years old. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. v.29, n.2, p. 116 – 126, 1999.

NOYES, F.R.; BARBER, R.; MANGINE, R.E. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *The American Journal of Sport Medicine*. v.19, n.5, p. 23 – 31, 1998.

ÖZÇAKAR, L.; KUNDURACYOOLU, B.; CETIN, A.; ÜLKAR, B.; GUNER, R.; HASCELİK, Z. Comprehensive isokinetic knee measurements and quadriceps tendon evaluations in footballers for assessing functional performance. *Br J Sports Med*. v.37, p. 507-510, 2003.

PANDY, M.G.; ZAJAC, F.E. Optimal muscular coordination strategies for jumping. *Journal of Bioeconomics*. v.24, p. 1 – 10, 1991.

PELLEC, A.L.; MATON, B. Anticipatory postural adjustments depend on final equilibrium and task complexity in vertical high jump movements. *Journal of Electromyography and kinesiology*. v.10, p. 171 – 178, 2000.

PELLEC, A.L.; MATON, B. Initiation of a vertical jump: the human body's upward propulsion depends on control of forward equilibrium. *Neuroscience Letters*. v.323, p. 183 – 186, 2002.

PERTTUNEN, J.R.; ANTTILA, E.; SÖDERGARD, J.; MERIKANTO, J., KOMI, P.V. Gait asymmetry in patients with limb length discrepancy. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. v.14, p. 49 – 56, 2004.

PETSCHNIG, R.; BARON, R.; ALBRECHT, M. The relationship between isokinetic quadriceps strength test and hop tests for distance and one legged vertical jump test following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal Orthopaedic Sports and Physical Therapy*. v.28, p. 23 – 31, 1998.

PETERS, M. Handedness effect of prolonged practice on between hand performance differences. *Neuropsychologia*. v.19, n.4, p. 587 – 590, 1981.

PRILUTSKY, B.I.; ZATSIORSKY, V.M. Tendon action of two-joint muscle: transfer of mechanical energy between joints during jumping, landing and running. *Journal of Biomechanics*. v.27, p. 25 – 34, 1994.

RAMSEY, D.K.; LAMONTAGNE, M.; WRETENBERG, P.F., VALENTIN, A., ENGSTRÖM, B.; NÉMETH, G. Assessment of functional knee bracing: an in vivo three-dimensional kinematic analysis of the anterior cruciate deficient knee. *Clinical Biomechanics*. v.16, p. 61 – 70, 2001.

RIGAL, R. Which handedness: preference or performance? Perceptual and motor skills. v.75, p. 851 – 866, 1992.

RIEMANN, B.L.; SCHMITZ, R.J.; GALE, M.; MCCAWE, S.T. Effect of ankle and bracing on vertical ground reaction forces during drop landings before and after treadmill jogging. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. v.32, n.12, p. 628 – 635, 2002.

ROBINSON, R.O.; HERZOG, W.; NIGG, B.M. Use of force platform variables to quantify the effects of chiropractic manipulation on gait symmetry. *J. Manipulative Physiol. Ther.* v.10, p. 172 – 176, 1987.

RODACKI, A.L.F.; FOWLER, N.E. The specificity of two training programmes on vertical jump coordination. *Revista Brasileira de Biomecânica*. v.3, n.4, p. 27 – 35, 2002.

RODACKI, A.L.F.R.; BIENTNEZ, R.M.; CRUZ, E.A.; MACHADO, A.; SANTOS, A.; PEREIRA, E.; SILVA, F.E.G.; RIBAS, G. O número de saltos verticais realizados durante partidas de voleibol como indicador da prescrição de treinamento. *Treinamento Desportivo*. v.2, n.1, p. 31 – 39, 1997.

SADEGHI, H. Local or global asymmetry in gait of people without impairments. *Gait and Posture*. v.17, p. 197-204, 2003.

SADEGHI, H.; ALLARD, P.; DUHAIME, M. Functional gait asymmetry in able-bodied subject. *Human Movement Science*. v.16, p. 243 – 258, 1997.

SADEGHI, H.; ALLARD, P.; PRINCE, F.; LABELLE, H. Symmetry and limb dominance in able-bodied gait: a review. v.12, p. 34 – 45, 2000.

SCHOT, P.K.; BATES, B.T.; DUFEK J.S. Bilateral performance symmetry during drop landing: kinetic analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. p.1153 – 1159, 1994.

SELBIE, W.S.; CALDWELL, G.E. A simulation study of vertical jumping from different starting postures. *Journal of Biomechanics*. v.29, n.9, p. 1137 – 1146, 1996.

SIMÃO, R.; LEMOS, A.; VIVEIROS, L.E.; CHAVES, C.P.G.; POLITO, M.D. Força Muscular máxima na extensão de perna uni e bilateral. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. v.2, p. 47 – 57, 2003.

SIMON, S.M.Y.; GABRIEL, Y.F.N. Effects of squat lift training and free weight muscle training on maximum lifting load and isokinetic peak torque of Young adults without impairments. *Physical Therapy*. v.80, n.6, 2000.

SKELTON, D.A.; KENNEDY, J.; RUTHERFORD, O.M. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non – fallers aged over 65. *Age and Ageing*. v.31, p. 119 – 125, 2002.

SMAK, W.; NEPTUNE, R.R; HULL, M.L. The influence of pedaling rate on bilateral asymmetry in cycling. *Journal of Biomechanics*. v.32, p. 899 – 906, 1999.

SMITH, D.B.; HOUSH, T.J.; STOUT, J.R.; JOHNSON, G.O.; EVETOVICH, T.K.; EBERSOLE, K.T. Mechanomyographic responses to maximal eccentric isokinetic muscle actions. *American Physiological Society*. p.1003 – 1007, 1997.

SPÄGELE, T.; KISTNER, A.; GOLLHOFER, A. Modelling, simulation and optimisation of human vertical jump. *Journal of Biomechanics*. v.32, p. 521 – 530, 1999.

TEIXEIRA, L. A.; PAROLI, R. Assimetrias Laterais em Ações Motoras: Preferências Versus Desempenho. *Motriz*. v.6, p. 1 – 8, 2000.

TKAC, M.; HAMAR, D.; KOMADEL, .L; KUTHANOVA, O. Measurement of anaerobic power of the lower limb by a method of repeated vertical jumps. *Sports Training Medicine and Rehabilitation*. v.1, p. 317 – 325, 1990.

TRICOLI, V.A.A.; BARBANTI, V.J.; SHINZATO. Potência muscular em jogadores de basquetebol e voleibol: Relação entre dinamometria isocinética e salto vertical. *Revista Paulista de Educação Física*. v.8, n.2, p. 14 – 27, 1994.

TSEPIS, E.; GIAKAS, G.; VAGENAS, G.; GEORGOULIS, A. Frequency content asymmetry of the isokinetic curve between ACL deficient and healthy knee. *Journal of Biomechanics*. v.37, p. 857 – 864, 2004.

UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, V.J. O Ciclo de Alongamento e Encurtamento e a “Performance” no Salto Vertical. *Revista Paulista de Educação Física*. v.12, n.1, p. 85-94, 1998.

VARENTERGHEM, J.; LEES, A.; LENOIR, M.; AERTS, P.; CLERCQ, D.D. Performing the vertical jump: Movement adaptations for submaximal jumping. *Human Movement Science*. v.22, p. 713 – 727, 2004.

VERMA, B.; LANE, C. Vertical jump height prediction using EMG characteristics and neural networks. *Journal of Cognitive Systems Research*. v.1, p. 135 – 141, 2000.

VINCENT, H.K.; CARLSON, C.; HYATT, J.P.K.; YIHUA, L.; VINCENT, K.R. Alterations in bilateral force judgment following strenuous eccentric exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport*. v.71, n.4, p. 340 – 348, 2000.

VINT, P.F.; HINRICHS, R.N. Differences between one-foot and two-foot vertical jump performances. *Journal of Applied Biomechanics*. p.338 – 357, 1996.

WATSON, N.V.; KIMURA, D. Right-hand superiority for throwing but not for intersepting. *Neuropsychologia*. v.27, n.11/12, p.1399 – 1414, 1989.

WILSON, G.J.; NEWTON, R.U.; MURPHY, A.J.; HUMPHRIES, B.J. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.25, n.11, p. 1279 – 1286, 1993.

WISLOFF, U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J.; GONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med*. v.38, p. 285-288, 2004.

WITOL, A.D.; WEBBE, F.M. Soccer heading frequency predicts neuropsychological deficits. *Archives of Clinical Neuropsychology*. v.18, p. 397 – 417, 2003.

YOUNG, W. A simple method for evaluating the strength qualities of the leg extensor muscles and jumping abilities. *Strength and conditioning coach*. v.2, n.4, p. 5 – 8, 1995.

YOUNG, W.; ELLIOT, S. Acute effects of static stretching, proprioceptive neuromuscular facilitation stretching, and maximum voluntary contractions on explosive force production and jumping performance. *Research quarterly for Exercise and Sport*. v.72, n.3, p. 273 – 279, 2001.

VAGENAS, G.; HOSHIZAKI, B. Functional asymmetries and lateral dominance in the lower limbs of distance runners. *International Journal of Sport Biomechanics*. v.7, p. 311 – 329, 1991.

ZAKAS, A.; MANDROUKAS, K; VAMVAKOUDIS, E.; CHRISTOULAS, K.; AGGELOPOULOU, N. Peak torque of quadriceps and hamstring muscles in basketball and soccer players of different divisions. *J Sports Med Phys Fitness*. v.35, p. 199 – 205, 1995.

ANEXO I

FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO

Título do Estudo: Identificação de Diferenças Laterais de Variáveis Dinâmicas Através da Dinamometria Isocinética e dos Saltos Verticais em Plataforma Dupla de Força

Investigador Principal: Gisele Lopes Henriques Cruz.

Orientador: Dr. Hans-Joachim Karl Menzel.

O objetivo deste estudo é a identificação de diferenças laterais de variáveis dinâmicas de membros inferiores de atletas de futebol de alto nível. Este objetivo visa fornecer dados que possam embasar estratégias e métodos de avaliação para identificar diferenças laterais em atletas o que contribui para prevenção desportiva uma vez que a assimetria é um fator de risco para lesões no esporte.

Procedimento: Os testes serão realizados no Laboratório de Performance Humana da Universidade Federal de Minas Gerais. Inicialmente será realizado um aquecimento de 5 minutos em esteira rolante a uma velocidade 5,5 Km/h seguido de alongamento da musculatura de membros inferiores. Na seqüência serão realizados três saltos verticais com contramovimento em plataforma dupla de força, respeitando um intervalo de 60s entre cada salto. Após os saltos verticais será realizado o teste isocinético para articulação do joelho em modo concêntrico-concêntrico, bilateral, para três diferentes velocidades (60, 180 e 300°/s). Para cada velocidade será realizado “*Bio Feedback*” antes do início do teste para a familiarização com o movimento. Os testes serão realizados em apenas uma data com duração aproximada de 20 minutos.

Riscos e desconfortos: Não existe risco quanto a sua participação no estudo, com exceção de uma possível leve sensação de desconforto pelo cansaço muscular pós-teste. A recuperação se dará em prazo médio de 24h.

Confidencialidade: **Para garantir a confidencialidade da informação obtida, seu nome não será utilizado em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo.**

Recusa ou desistência da participação: Sua participação é inteiramente voluntária e você está livre para recusar participar ou desistir do estudo a qualquer hora que desejar.

Você pode solicitar mais informações sobre o estudo a qualquer momento, através do investigador principal do projeto, pelos telefones 3491.7752 e 8873.2223. Após a leitura completa deste documento, se você aceitar participar, você deverá assinar o termo de consentimento abaixo.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____ abaixo assinado concordo em participar, de livre e espontânea vontade, da pesquisa: **“Identificação de Diferenças Laterais de Variáveis Dinâmicas Através da Dinamometria Isocinética e dos Saltos Verticais em Plataforma Dupla de Força”**.

Estou ciente da metodologia empregada nesse estudo, bem como dos exames que irei realizar.

Estou também informado de que, quando julgar necessário, e sem qualquer prejuízo da minha parte, poderei cancelar o presente termo de consentimento.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2005

Assinatura do atleta

ANEXO II**PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA**

Universidade Federal de Minas Gerais
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP

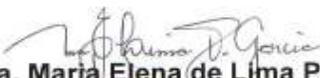
Parecer nº. ETIC 014/05

Interesse: Prof. Hans-Joachim Karl Menzel
Depto. de Educação Física - EEEFTO

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou no dia 24 de agosto de 2005, depois de atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado « **Identificação de diferenças laterais de variáveis dinâmicas através da dinamometria isocinética e dos saltos verticais em plataforma dupla de força** » bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.


Profa. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia
Presidente do COEP/UFMG