

DIFERENÇAS ENTRE O CHUTE REALIZADO COM O MEMBRO DOMINANTE E NÃO-DOMINANTE NO FUTSAL: VARIABILIDADE, VELOCIDADE LINEAR DAS ARTICULAÇÕES, VELOCIDADE DA BOLA E DESEMPENHO

FABIO AUGUSTO BARBIERI

Graduação em bacharelado e licenciatura em educação física pela
Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Mestrado em ciências da motricidade humana pela Unesp

Membro do Laboratório de Análise Biomecânica (Labio) – Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Experiência na área de educação física, com ênfase em futebol, futsal, biomecânica e comportamento motor, atuando principalmente nos seguintes temas: aspectos técnicos, táticos, físicos e psicológicos do futebol/futsal e análise cinemática do movimento
E-mail: barbieri_rc@hotmail.com

PAULO ROBERTO PEREIRA SANTIAGO

Graduação em bacharelado em educação física pela Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Mestrado em ciências da motricidade humana pela Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Professor da Universidade do Estado de Minas Gerais/

Fundação de Ensino Superior de Passos (UEMG/Fesp)

Professor da Universidade Federal de São Carlos (Ufscar)

Membro do Laboratório de Análise Biomecânica (Labio) – Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Experiência na área de educação física, com ênfase em métodos de análise biomecânica, atuando principalmente nos seguintes temas: futebol, biomecânica, chute, análise cinemática e padrões cinemáticos
E-mail: santiago@rc.unesp.br

LILIAN TERESA BUCKEN GOBBI

Graduação em licenciatura em educação física e técnico desportivo pela
Escola de Educação Física e Desportos do Paraná

Graduação em pedagogia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Mestrado em ciência do movimento humano pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Doutorado em Kinesiology – University of Waterloo

Coordenadora do Laboratório de Estudos da Postura e da Locomoção –
Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Professora assistente doutora da Unesp

Experiência na área de educação física, com ênfase em comportamento motor, atuando principalmente nos seguintes temas: desenvolvimento motor, envelhecimento, atividade física, postura e locomoção
E-mail: ltbgonbi@rc.unesp.br

SERGIO AUGUSTO CUNHA

Graduação em educação física pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas)

Mestrado em ciências do esporte pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Doutorado em ciências do esporte pela Unicamp

Livre-docência pela Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Professor adjunto da Unicamp

Membro do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica – Unicamp

Experiência na área de educação física, com ênfase em métodos de análise biomecânica, atuando principalmente nos seguintes temas: futebol, biomecânica, chute, análise cinemática e padrões cinemáticos

E-mail: scunha@fef.unicamp.br

RESUMO

O objetivo deste estudo foi examinar a variabilidade do movimento angular das articulações do quadril, joelho e tornozelo durante o chute com o dominante e não-dominante no futsal e também avaliar o desempenho, a velocidade da bola e a velocidade linear destas articulações e do pé durante os chutes. Os participantes realizaram cinco chutes com máxima velocidade com cada membro, que foram filmados por câmeras digitais a 120 Hz, objetivando acertar um alvo de 1 m² posicionado no centro do gol. As imagens dos chutes foram analisadas no software DVIDEOV e os dados brutos foram suavizados através da função LOESS. Os resultados apresentaram melhor desempenho, maior velocidade da bola e menor variabilidade para o membro dominante; e maior velocidade linear para o lado não-dominante.

PALAVRAS-CHAVE: Biomecânica; Variabilidade de Movimento; Assimetria; Chute; Futsal.

INTRODUÇÃO

O estudo do ato de chutar tem recebido muita atenção dos pesquisadores, e têm sido analisadas as diferentes formas de realização desse movimento em diferentes populações e condições. No entanto, é preciso ressaltar o fato do estudo extensivo do chute realizado com o dorso do pé, o qual tem sido analisado em vários aspectos importantes como o desempenho (LEES; NOLAN, 2002), a velocidade da bola (LUHTANEN, 1994; LEVANON; DAPENA, 1998; NUNOME et al., 2002; SOUSA; GARGANTA; GARGANTA, 2003), análise cinemática do membro de chute (LEVANON; DAPENA, 1998; CUNHA et al., 2002; TOL et al., 2002), a cinemática e força de reação sobre o solo do membro de suporte (BARBIERI; GOBBI; LIMA JR., 2006; WONG et al., 2007) e a variabilidade do movimento de chute (BARFIELD, 1995; DAVIDS; LEES; BURWITZ, 2000; LEES; NOLAN, 2002).

Apesar de esse tipo de movimento vir recebendo grande atenção, a maioria dos trabalhos analisa o chute realizado com o membro dominante. Mas, como afirmam Starosta (1993) e Carey et al. (2001), a ambidestria do membro inferior pode contribuir muito para as perspectivas técnicas e táticas de uma equipe ou de

um jogador durante uma partida. Apesar disso, como pode ser observado durante os jogos de futsal e futebol, os jogadores não fazem uso simétrico dos membros, utilizando quase que exclusivamente o membro dominante. De acordo com Carey et al. (2001), a maioria dos atletas não usa seu membro não-preferido durante as ações do jogo, mesmo sendo bem-sucedidos quando o fazem, só ocorrendo o uso em situações consideradas de fácil atuação. Com isso, o rendimento do atleta e da equipe durante a partida é deficitário pela não-utilização semelhante dos membros. Por isso, o interesse nos aspectos que podem influenciar na eficiência do membro não-dominante deve ser evidenciado e analisado, contribuindo para a simetria de desempenho entre os lados no chute.

A assimetria entre os lados é uma consequência da lateralidade humana. Em geral, a preferência por um dos lados é explicada pela diferenciação em dois hemisférios cerebrais (MARTIN; MACHADO, 2005; BARUT et al., 2007). Essa diferenciação é responsável pelo funcionamento não equivalente entre os hemisférios, o que causa a dominância de um dos lados. No entanto, mesmo tendo um lado dominante, a preferência pedal durante uma ação depende do papel do membro na tarefa (SADEGHI et al., 2000; GOBBI; GARGANTE; GARGANTA, 2001). De acordo com Martin e Porac (2007), não existe membro inferior dominante, pois um dos membros é usado para suporte enquanto o outro é utilizado para a ação. Dessa forma, para as pessoas destros o membro direito é dominante para a realização do chute (membro de chute) e não-dominante para o suporte e a estabilização do corpo quando o chute é realizado com o membro esquerdo (membro de suporte). Para as pessoas sinistras ocorre o mesmo, mas de maneira inversa, sendo o membro esquerdo o dominante para a realização do chute.

Por essa explanação nota-se que os membros contralaterais são assimétricos desde sua origem. Também se sabe que a diferença na quantidade de prática entre os membros no treinamento de futsal e futebol ocorre desde o início do aprendizado, o qual se caracteriza pelo uso quase único do membro dominante pelo praticante e causa uma outra assimetria, agora na preparação técnica dos atletas (STAROSTA, 1993; CAREY et al., 2001). Mas, do mesmo modo, tem-se conhecimento de que essas assimetrias podem ser amenizadas ou sanadas pela prática semelhante entre os membros homólogos (HAALAND; HOFF, 2003; TEIXEIRA; SILVA; CARVALHO, 2003). Contudo, ainda não se tem conhecimento de quais são os principais fatores durante o movimento de chute que causam essas diferenças entre os lados, e, conseqüentemente, tem-se dificuldades durante o treinamento de evidenciar aos atletas quais os erros que eles cometem durante a ação e devem corrigir.

Dessa forma, alguns pesquisadores têm investigado as principais diferenças existentes entre os membros. Teixeira, Silva e Carvalho (2003) e Haaland e Hoff

(2003) analisaram as diferenças no desempenho. Existe também a preocupação de outros autores com as diferenças na velocidade da bola e com as variáveis cinemáticas, como a velocidade linear das articulações (MCLEAN; TUMILTY, 1993; BARFIELD, 1995; BARFIELD; KIRKENDALL; YU, 2002; DÖRGE et al., 2002; NUNOME et al., 2006; BARBIERI; GOBBI; LIMA JR., 2006). No entanto, o estudo da variabilidade de movimento dos membros contralaterais é negligenciado, mesmo sendo esse um fator que pode causar deficiências no rendimento.

A variabilidade do movimento emerge dos múltiplos graus de liberdades inerentes no sistema motor (BERNSTEIN, 1967). Esses graus de liberdade são responsáveis por uma enorme plasticidade vista no sistema motor e permite à pessoa adaptar-se mudando o comportamento de acordo com a restrição da tarefa (LI; HADDAD; HAMIL, 2005). Entretanto, quando se realiza uma mesma tarefa várias vezes, tendo o mesmo objetivo, por exemplo, tentar o acerto do centro do alvo no arco-e-flecha, a pequena variabilidade do movimento, desde que ele sempre acerte o alvo ou próximo dele, é de extrema importância para que a pessoa tenha um ótimo rendimento em todas as tentativas. A redução da variabilidade representa maior consistência da ação (TANI, 2000). Dessa forma, pode-se determinar o grau de precisão de uma *performance* motora quantificando a variabilidade associada com repetitivas tentativas do movimento (DAVIDS; LESS; BURWITZ, 2000).

Assim, o objetivo do presente estudo foi examinar a variabilidade do movimento das articulações do quadril, joelho e tornozelo do membro dominante e não-dominante no chute do futsal e também avaliar o desempenho, a velocidade da bola e a velocidade linear dessas articulações e do segmento pé. Essas análises sugerem as seguintes hipóteses: 1) o desempenho, a velocidade da bola e as velocidades lineares das articulações serão maiores para o membro dominante; 2) a variabilidade do lado dominante será menor que para o membro contralateral.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Participaram deste estudo 19 jogadores destros (Tabela 1) de futsal que foram informados dos procedimentos e os responsáveis assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da instituição (protocolo n. 1.972). Os participantes foram considerados destros por meio da observação de jogos, sendo analisado qual membro eles mais utilizavam durante as partidas e também pela simples pergunta de qual era o membro de preferência de cada participante.

TABELA 1 – IDADE, MASSA, ESTATURA E TEMPO DE PRÁTICA DOS PARTICIPANTES DO ESTUDO

	Média ± DP	Amplitude (min-máx)
Idade (anos)	13,6 ± 0,5	13,1 - 14,3
Massa (kg)	57,9 ± 11,9	38,6 - 92,0
Estatura (m)	1,62 ± 0,06	1,51 - 1,72
Tempo de prática (anos)	7,6 ± 1,2	6 - 10

Procedimentos

Os participantes realizaram cinco chutes com cada membro (dominante e não-dominante). Os chutes foram realizados após um apito, com a bola parada a 10m do gol (tiro livre), a qual deveria ser tocada com o dorso do pé. A instrução passada aos participantes foi que realizassem um chute tentando empregar máxima velocidade à bola e com intuito de acertá-la em um alvo de 1m² colocado no centro do gol. A bola utilizada foi do tamanho e calibração padrão da Fédération Internationale de Football Association (Fifa) para essa idade. Os chutes foram precedidos por um aquecimento para evitar contusões e realizados em uma quadra oficial de futsal. Foi permitido aos participantes realizarem a corrida de aproximação da maneira preferida. A ordem dos chutes dos participantes foi definida aleatoriamente, sendo que foram analisados um total de 95 chutes com cada membro.

Os participantes foram filmados por quatro câmeras ajustadas com frequência de 120Hz e *shutter* a 1/250. As câmeras permaneceram sobre tripés, duas de cada lado, posicionadas de modo que focalizassem os marcadores passivos colocados nos membros inferiores dos participantes. Durante a coleta de dados os participantes utilizaram uma calça de Lycra® preta, meias pretas e tênis de futsal preto para permitir maior contraste entre os marcadores e o fundo. Os marcadores (esferas de plástico brancas) de 3,5cm de diâmetro foram fixados externamente, com fita adesiva de dupla face, nas seguintes proeminências ósseas de ambos os membros inferiores dos participantes: trocânter maior do fêmur, cabeça da fíbula, maléolo lateral e falange distal do quinto metatarso.

Para a calibração foi utilizado um objeto com medidas de 2,4m de altura, 1,5m de largura e 2,4m de profundidade, possuindo 56 pontos com posições absolutas conhecidas. Dessa forma, o sistema de referência utilizado foi orientado com o eixo z na direção vertical (orientada para cima), o eixo y em direção ao gol (ortogonal a z e a linha de fundo da quadra) e o eixo x com a sua direção e sentido definidos pelo produto vetorial de y por z.

As imagens dos chutes de cada participante foram transferidas para o computador. Posteriormente foi definido um ciclo de chute a ser estudado, que teve início na retirada do membro de chute do solo e fim no contato do pé com a bola. O ciclo de chute foi ainda dividido em duas fases: 1) fase de apoio (FA) – que se iniciou na retirada do membro de chute do solo e finalizou no total aplainamento do membro de suporte no chão que correspondeu em média a 65% do ciclo de chute; 2) fase de contato (FC) – que se iniciou no total aplainamento do pé de suporte no solo e finalizou no contato do pé chute com a bola que correspondeu em média a 35% do ciclo de chute.

Nos processos de desentrelaçamento, sincronização, medição, calibração e reconstrução tridimensional das seqüências de imagens foi utilizado o *software* DVIDEOW (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2003). A obtenção de coordenadas espaciais dos marcadores é denominada reconstrução tridimensional, que nesse caso foi obtida pelo *software* citado, que utiliza o método *direct linear transformation* (DLT) (ABDEL-AZIZ; KARARA, 1971).

TRATAMENTOS DOS DADOS

Para o tratamento dos dados foi utilizado o *software* Matlab 6.5[®]. Os dados tridimensionais de cada chute foram suavizados para separar o sinal de interesse do ruído (erro). Para isso se optou por uma função não-paramétrica ponderada local robusta *LOESS* (CUNHA; LIMA FILHO, 2003). Também foi utilizado um dos argumentos opcionais dessa função que mantém a proporção temporal dos dados suavizados em relação aos dados originais (dados brutos).

Após a suavização dos dados, os movimentos ocorridos nas articulações do quadril, joelho e tornozelo foram representados pelos marcadores do trocânter maior do fêmur, cabeça da fíbula e maléolo lateral respectivamente. Além disso, o segmento pé foi representado pelo marcador posicionado na falange distal do quinto metatarso.

Além disso, também foi realizada a acurácia do estudo para avaliar o erro do experimento. Um estudo muito acurado apresenta um elevado grau de concordância entre o resultado obtido e o fenômeno estudado (VUOLO, 1996). Sua determinação foi feita considerando os valores de erros sistemáticos (*bias*) e aleatórios (*precisão*).

Para isso, foi filmada a movimentação de uma haste rígida, com dois marcadores passivos de 3,5cm de diâmetro fixados um em cada extremidade, por toda a região onde o objeto volumétrico estava posicionado. Anterior a isso foi medido a distância entre os dois marcadores dez vezes utilizando uma trena com escala em milímetros (medição direta), sendo calculada a média dessas medidas

(valor real). As imagens desse objeto passaram pelos processos para obtenção das variáveis cinemáticas. Então, foi calculada a distância euclidiana entre os dois marcadores para cada instante de tempo, sendo esses valores adotados como os valores mensurados. A determinação da acurácia do estudo foi realizada considerando os valores do erro sistemático (*bias*) e do erro aleatório (*precisão*) (1, 2, 3).

$$a^2 = b^2 + p^2 \quad (1)$$

$$b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\mu - d(i)| \quad (2)$$

$$p = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (d(i) - \bar{m})^2} \quad (3)$$

Nas equações: $d(i)$ é a distância euclidiana entre os dois marcadores; $i = 1, \dots, n$ é o número de medidas realizadas no cálculo da distância entre os dois marcadores (número de linhas da matriz de dados); a é a acurácia (2); b é o *bias* (3); p é a *precisão* (4); \bar{m} = valor médio das n medidas; λ é o valor real da distância entre os dois marcadores por medição direta.

Variabilidade das articulações dominantes e não-dominantes

A variabilidade associada de cada articulação foi avaliada pelo autovalor (HARVILLE, 2000) da matriz de covariância dos movimentos das articulações do membro dominante e não-dominante. Para isso, foi calculado para cada tempo o autovalor dos dados das articulações em questão para o membro dominante e não-dominante. O autovalor obtido corresponde à variabilidade da matriz de dados referente a cada articulação e o espalhamento dos pontos foi calculado pela raiz quadrada dos valores que correspondem ao desvio-padrão dos dados (*idem, ibidem*). Dessa forma, consegue-se representar a variabilidade dos movimentos das articulações nos chutes.

Velocidade linear da bola, das articulações e do pé

Para o cálculo das velocidades lineares da bola, das articulações e do pé este estudo baseou-se no trabalho de Levanon e Dapena (1998). Para isso, os componentes horizontais foram considerados lineares e o componente vertical de segundo grau. A partir dos pontos marcados em função do tempo foi feita uma regressão linear para cada eixo. A velocidade média tridimensional das variáveis para o membro dominante e não-dominante foi calculada a partir da distância percorrida nos quadros dividida pelo tempo de percurso para os dados parametrizados.

Desempenho dos participantes

Os desempenhos nos chutes foram analisados pela observação do acerto ou erro do alvo. Para isso, foram anotados após cada chute o local de acerto da bola. Os possíveis locais foram: acerto no alvo – caracterizado pela passagem ou toque da bola no alvo; acerto do gol – assinalado pela passagem da bola pelo gol, sem ser na região do alvo, tocando ou não nas traves; erro do gol – definido pela passagem da bola por fora do gol ou pelo acerto nas traves sem a passagem da bola pelo gol.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Para verificar as diferenças nas velocidades lineares das articulações, do segmento pé e da bola entre os membros dominante e não-dominante foi realizado uma análise de variância com medidas repetidas com fator para tentativa e dominância ($p < 0,05$). Além disso, foi realizada a correlação de Pearson para verificar a relação entre a velocidade linear das articulações e do pé com a velocidade da bola para cada um dos lados. Para essas análises foi utilizado o *software* SPSS 10.0®.

Para determinar se existem diferenças na variabilidade do movimento entre os segmentos de chute dominante e não-dominante foi calculado um coeficiente de variabilidade. Para isso, utilizou-se o Matlab 6.5®. Foi calculada, em cada instante de tempo, a razão do espalhamento dos autovalores entre as respectivas articulações do quadril, joelho e tornozelo do membro dominante e não-dominante. Para verificar se houve diferenças entre os lados foi utilizada a função de distribuição acumulada (WHITMORE, 1993). Assim, os valores dessa função que estivessem acima de 0,95 ($p < 0,05$) foram considerados significativamente diferentes, ou seja, existe diferença entre as execuções em função de uma maior variabilidade de movimento ocorrido de uma articulação de um lado em relação mesma articulação do outro lado.

O desempenho foi verificado pela porcentagem do local de passagem da bola nos chutes.

RESULTADOS

Acurácia

A acurácia apresentada pelo sistema foi de 0,98cm, de tal forma que o valor da precisão encontrado foi 0,73cm e para o *bias* de 0,25cm, sendo um valor muito bom para o estudo.

Desempenho

O membro dominante (20% de acerto no alvo) apresentou melhor desempenho que o membro não-dominante (6,5% de acerto no alvo) (Figura 1). Além disso, a quantidade de erro do gol com o membro não-dominante foi superior à do membro dominante.

FIGURA 1: PORCENTAGEM DOS LOCAIS DE ACERTO DA BOLA APÓS OS CHUTES DOS PARTICIPANTES

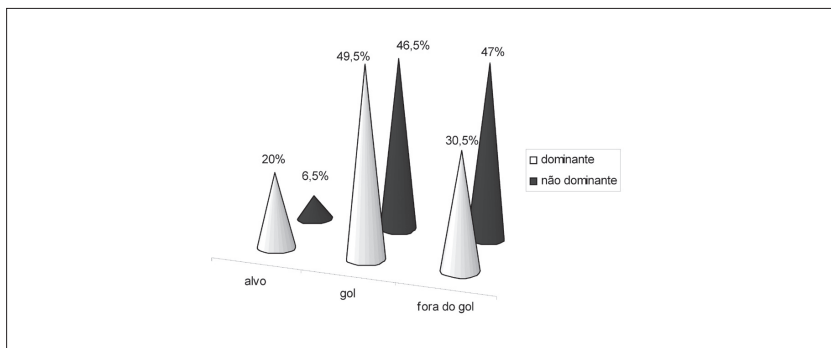


TABELA 2 – MÉDIA, DESVIO-PADRÃO, MÍNIMO E MÁXIMO DA VELOCIDADE DA BOLA, VELOCIDADE LINEAR DO QUADRIL, JOELHO, TORNOZELO E PÉ DE CHUTE

	Média \pm s (m ³ s ⁻¹)	Mínimo (m ³ s ⁻¹)	Máximo (m ³ s ⁻¹)
VELOCIDADE DA BOLA *			
Membro dominante	18,2 \pm 1,8	13,4	21,1
Membro não-dominante	14,7 \pm 2,8	10,3	21,0
VELOCIDADE DO QUADRIL			
Membro dominante	16,1 \pm 1,9	10,0	19,5
Membro não-dominante	16,0 \pm 2,3	10,0	20,7
VELOCIDADE DO JOELHO			
Membro dominante	22,5 \pm 3,3	14,5	29,3
Membro não-dominante	23,4 \pm 3,9	14,0	32,5
VELOCIDADE DO TORNOZELO **			
Membro dominante	20,0 \pm 2,6	14,6	25,4
Membro não-dominante	21,6 \pm 4,4	11,2	32,0
VELOCIDADE DO PÉ DE CHUTE ***			
Membro dominante	21,5 \pm 2,8	16,4	28,2
Membro não-dominante	22,9 \pm 4,6	13,9	34,8

* p < 0,001

** p < 0,01

*** p < 0,05

Velocidade da bola, velocidade linear do quadril, joelho, tornozelo e pé

A Tabela 2 apresenta os valores médios, desvio-padrão, mínimo e máximo da velocidade da bola, velocidade linear do quadril, joelho, tornozelo e pé de chute. A análise de variância revelou que não existem diferenças entre as tentativas para todas as variáveis. Para a velocidade da bola foi encontrada disparidade entre o chute com o membro dominante e com o não-dominante ($F_{(1;110)} = 56,16$), com maiores velocidades para o lado dominante. Não foi encontrada diferença entre as velocidades lineares do quadril ($F_{(1;180)} = 0,60$) e do joelho ($F_{(1;180)} = 2,53$). Para a velocidade linear do tornozelo e do pé de chute foi encontrada diferença entre os lados ($F_{(1;180)} = 9,14$ e $F_{(1;180)} = 5,57$, respectivamente), favorecendo o lado não-dominante.

Para o membro dominante e não-dominante não foi encontrada nenhuma correlação entre as variáveis de velocidade das articulações com a velocidade da bola (Tabela 3).

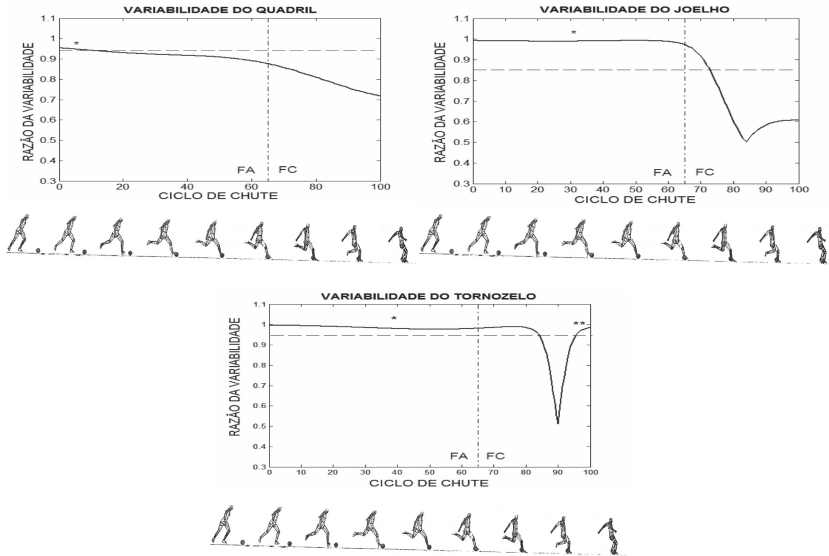
TABELA 3 – NÍVEL DE CORRELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS DO MEMBRO DOMINANTE E NÃO-DOMINANTE COM A VELOCIDADE DA BOLA

	Velocidade do quadril (valor de r)	Velocidade do joelho (valor de r)	Velocidade do tornozelo (valor de r)	Velocidade do pé(valor de r)
Membro dominante	0,44	0,60	0,52	0,42
Membro não-dominante	0,37	0,31	0,14	0,15

Variabilidade do movimento

Para o quadril só foi encontrada diferença nos primeiros 5% do ciclo de chute, com o restante do movimento apresentando similar variabilidade ($p < 0,05$). Para o joelho toda a fase de apoio mostrou-se com maior variabilidade para o membro não-dominante do que para o membro dominante não havendo diferença na fase de contato ($p < 0,05$). Já para a articulação do tornozelo foi encontrada diferença em quase todo ciclo de movimento, só não ocorrendo diferença em torno de 10% do ciclo – 85% a 95% do ciclo de chute ($p < 0,05$). A diferença apareceu durante toda fase de apoio até 85% do ciclo, apresentando maior variabilidade para o lado não-dominante; no entanto, nos últimos 5% do ciclo apareceu diferença entre os lados com maior variabilidade do lado dominante.

FIGURA 2: VARIABILIDADE DA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL, JOELHO E TORNOZELO.



FA – fase de apoio; FC – fase de contato.

* Não-dominante com variabilidade maior que dominante ($p < 0,05$).

** Dominante com maior variabilidade que não-dominante ($p < 0,05$)

DISCUSSÃO

A perspectiva da análise do chute realizado com o membro dominante e não-dominante surgiu da necessidade que o atleta tem em produzir rendimento semelhante entre os lados. Isso levaria a melhor eficácia técnica e tática do jogador e conseqüentemente da equipe (STAROSTA, 1993; CAREY et al., 2001). Procurou-se encontrar em qual articulação e em que momentos ocorrem as maiores variabilidades e como e quanto elas interferem no movimento, buscando descobrir algumas das causas da assimetria entre os lados.

Os resultados confirmaram parcialmente a primeira hipótese do estudo, ou seja, o desempenho, a velocidade da bola e a velocidade linear das articulações seriam maiores para o lado dominante. Os chutes com o membro dominante apresentaram melhor desempenho e maiores velocidades da bola. No entanto, encontrou-se maior velocidade linear da articulação não-dominante do tornozelo e pé.

Os resultados obtidos para o desempenho dos chutes foram similares aos encontrados por McLean e Tumilty (1993), Teixeira, Silva e Carvalho (2003), Haaland e Hoff (2003) e Barbieri, Gobbi e Lima Jr. (2006) que relataram melhor *performance* com o membro dominante na habilidade de chute. A diferença no desempenho

entre os membros representa uma assimetria entre os lados, favorecendo o membro dominante.

Para a velocidade da bola, os chutes realizados com o membro dominante ($18,5\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) foram mais velozes que com o membro não-dominante ($15,3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$). A maior velocidade do membro dominante em relação ao não-dominante também foi encontrada por Barfield (1995), Dörge et al. (2002), Barfield, Kirkendall e Yu (2002) e Nunome et al. (2006). Mas, as velocidades encontradas por esses autores foram superiores que as deste trabalho; porém eles analisaram jogadores adultos, enquanto este estudo avaliou adolescentes de 13 e 14 anos. Já Luhtanen (1994) estudou a velocidade da bola de jogadores com a mesma idade do presente estudo e encontrou velocidades da bola para o membro dominante de $18,4 \pm 2,3\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, muito similar a este trabalho.

Para a velocidade linear das articulações e do pé foi encontrada maior velocidade para o lado não-dominante no tornozelo e no pé, o que discorda com Barfield (1995) e Barfield, Kirkendall e Yu (2002). Os autores citados encontraram maiores velocidades lineares para as variáveis do membro dominante. No entanto, esse achado vai de encontro com a Lei de Fitts (1954), que afirma que quanto maior a velocidade do movimento menor a sua precisão, sendo o que ocorreu neste estudo. Ainda não foi encontrada correlação entre a velocidade da bola e a velocidade das articulações e do pé para o lado dominante e não-dominante. Os dados contestam Luhtanen (1994), que afirma ter alta correlação entre velocidade do pé com a velocidade da bola, e Barfield (1995), que relata haver grande relação entre a articulação do joelho e tornozelo com a velocidade da bola, o que não foi encontrado em nosso estudo.

Entretanto, a consistência (menor variabilidade) do lado dominante foi evidente, principalmente nas articulações do joelho e do tornozelo, o que suporta a segunda hipótese do estudo. Essa menor variabilidade parece ter relação direta com o melhor desempenho e a maior velocidade da bola encontrada para os chutes com o membro dominante. Essa maior variabilidade do lado não-dominante também foi relatada por Barfield (1995), que indicou uma menor habilidade e uma pobre coordenação de movimento do membro não-dominante. Dessa forma, o movimento do membro não-dominante mostra-se inconsistente e com menor rendimento, o que pode prejudicar a eficiência do atleta. Isso contraria Carey et al. (2001), que afirmam que o rendimento do membro não-dominante é bem-sucedido durante as ações do jogo. Mas, há de se salientar que alguns chutes com o membro não-dominante tiveram alto desempenho, apresentando alguns acertos do alvo (6,5%) e alta velocidade da bola ($21,07\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).

A maior variabilidade do lado não-dominante também reflete o processo de aprendizagem por que esse membro está passando. Esse atraso no processo de aprendizagem do lado não-dominante pode ter ocorrido pela deficiência no treinamento do futsal e futebol, que proporciona maior prática para o membro dominante, procurando aumentar o rendimento do atleta. No entanto, esse é um engano freqüente que os treinadores cometem, pois os atletas atingem um melhor rendimento apenas imediato e que, com o passar do tempo, irá diminuir e acarretar dificuldades para os jogadores atuarem durante a partida. Um recurso importante para a diminuição da variabilidade entre os lados é o aumento da quantidade de prática do lado não-dominante; diminuindo as assimetrias (HAALAND; HOFF, 2003; TEIXEIRA; SILVA; CARVALHO, 2003). Com isso, os programas de treinamento de futsal e futebol devem propiciar igual atividade entre os lados, já que no futsal e no futebol de alto nível o uso de ambos os membros poderá ser essencial para atingir um alto rendimento. De acordo com Starosta (1993), as equipes que possuem maior número de atletas ambidestros têm maior chance de obter uma vitória na partida, já que estes utilizam estratégias diferentes aos outros atletas durante o jogo.

Ainda, encontrou-se que nos últimos 5% do ciclo de movimento da articulação do tornozelo o membro dominante apresenta maior variabilidade que o lado não-dominante. Uma análise rápida desse resultado poderia conduzir à idéia de que ele contesta tudo aqui relatado. De acordo Schmidt e Wrisberg (2001), a maior velocidade influencia o controle motor do movimento, já que maiores velocidades propiciam menores chances de mudança durante a ação. Com isso, a variabilidade do movimento tende a ser menor, sendo o que ocorreu com o lado não-dominante. Além disso, vale ressaltar que a posição do pé para o contato com a bola é importante para o desempenho nos chutes, e quem direciona esse segmento é a articulação do tornozelo. Em função disso, como o estágio de aprendizado do lado dominante é maior, o atleta consegue modificar o movimento dessa articulação para tentar melhorar a precisão do movimento para atingir melhor desempenho, o que pode causar maior variabilidade. Dessa maneira, a maior variabilidade não é vista como algo prejudicial ao desempenho, surgindo desse modo uma inconsistência do movimento que é inerente ao sistema (TANI, 2000). De acordo com Li, Haddad e Hamill (2005), às vezes a variabilidade pode ser benéfica, pois permite à pessoa adaptar-se, mudando o comportamento de acordo com a restrição da tarefa.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a primeira hipótese do estudo foi apenas parcialmente suportada, já que somente o desempenho e a velocidade da bola se mostraram

melhor para o membro dominante. No entanto, a segunda hipótese do estudo foi suportada mediante a maior variabilidade apresentada pelo membro não-dominante. De modo geral, pode-se apontar que o membro dominante apresentou melhor desempenho e maior velocidade da bola que o membro não-dominante. As articulações dominantes apresentaram menor variabilidade do movimento, mostrando um movimento mais consistente que as respectivas articulações não-dominantes. Essas diferenças na variabilidade podem ser um aspecto muito relevante para a eficácia do chute, causando deficiências no rendimento com o membro não-dominante. O lado não-dominante apresentou maior velocidade linear do tornozelo e do pé, o que dificulta possíveis correções no movimento. Dessa forma, pode-se afirmar que se encontrou uma assimetria entre os membros que favorece a execução do chute com o membro dominante.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic)/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação para o Desenvolvimento da Universidade Estadual Paulista (Fundunesp), à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo (Fapesp) (00/07258-3) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig) pelo financiamento da pesquisa.

Differences between the kick performed with the dominant and non-dominant limbs in futsal (indoor soccer): variability, linear joint speed, ball speed and performance

ABSTRACT: The aim of this study was to examine the hip, knee and ankle movement variability in kicks performed with dominant and non-dominant limbs in indoor soccer and to evaluate the performance, ball speed and the linear velocity of these joints and of the foot during the kicks. The participants performed five maximal instep kicks with each limb, which were recorded by digital cameras at a sampling frequency of 120 Hz. The subjects had to hit a 1 x 1 m target positioned in the center of the goal. Images of the kicks were analyzed using DVIDEOW software and the raw data was refined using the LOESS function. Results showed better performance, greater ball speed and smaller variability for the dominant limb and greater linear speed for the non-dominant side.

KEY WORDS: Biomechanics; Movement Variability; Asymmetry; Kick; Futsal.

Las diferencias entre la patada realizada con el miembro dominante y no-dominante en el fútbol-sala: variabilidad, velocidad linear de las articulaciones, velocidad de la pelota y desempeño

RESUMEN: El objetivo de este estudio fue examinar la variabilidad del movimiento de las articulaciones pelvis, rodilla y tobillo de la patada con el miembro dominante y no-dominante en el fútbol-sala y también evaluar el desempeño, la velocidad de la pelota y la velocidad linear de estas articulaciones y del pie durante las patadas. Los participantes realizaron cinco patadas con velocidad máxima con cada miembro, con el propósito de acertar un objeto de 1 m² colocado en el centro de la meta, siendo filmadas por cámaras digitales a 120 Hz. Las imágenes de las patadas fueron analizadas en el software DVIDEOV y los datos groseros fueron analizados con la función LOESS. Los resultados presentaron un mejor desempeño, mayor velocidad de la pelota y menor variabilidad para el miembro dominante; y velocidades lineares más grandes del lado no-dominante.

PALABRAS CLAVES: biomecánica; variabilidad del movimiento; asimetría; patada; fútbol-sala.

REFERÊNCIAS

ABDEL-AZIZ, Y. I.; KARARA, H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object-space coordinates. In: SYMPOSIUM ON CLOSE-RANGE PHOTOGRAMMETRY, 6., Illinois. *Proceeding ASP...* Urbana: Illinois, 1974. p. 1-18.

BARBIERI, F. A.; GOBBI, L. T. B.; LIMA JR., R. S. Aspectos da corrida de aproximação entre o chute realizado com o membro dominante e não dominante. *Revista Motricidade*, v. 2, p. 80-90, 2006.

BARFIELD, W. R. Effects of selected kinematics and kinetic variables on instep kicking with dominant and non-dominant limbs. *Journal of Human Movement Studies*, v. 29, p. 251-272, 1995.

_____ ; KIRKENDALL, D. T.; YU, B. Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, v. 1, p. 72-79, 2002.

BARUT, C.; OZER, C. M.; SEVINC, O.; GUMUS, M.; YUNTEN, Z. Relationships between hand and foot preferences. *The International Journal of Neuroscience*, v. 117, p. 177-185, 2007.

BERNSTEIN, N. *The coordination and regulation of movements*. Oxford: Pergamon, 1967.

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 Sports Sciences*. v. 19, p. 855-864, 2001.

CUNHA, S. A.; BARROS, R.; LIMA FILHO, E. C.; BRENZIKOFER, R. Methodology for graphical analysis of soccer kick using spherical coordinates of the lower limb. In: SPINKS, W. (Ed.). *Science and Football IV*. London: Routledge, 2002. p. 8-15.

CUNHA, S. A.; LIMA FILHO, E. C. Metodologia para a suavização de dados biomecânicos por funções não paramétricas. *Revista Brasileira de Biomecânica*, v. 1, n. 6, p. 23-28, 2003.

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.

DÖRGE, H. C.; ANDERSEN, T. B.; SORENSEN, H.; SIMONSEN, E.B. Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, v. 20, p. 293-299, 2002.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. L. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, v. 72, p. 155-165, 2003.

FITTS, P. M. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movements. *Journal of Experimental Psychology*, v. 47, p. 381-391, 1954.

GOBBI, L. T. B.; SECCO, C. R.; MARINS, F. H. P. Preferência pedal: comportamento locomotor em terreno irregular. In: *Lateralidade e comportamento motor: assimetrias laterais de desempenho e transferência inter-lateral de aprendizagem*. São Paulo: s.ed., 2001. p. 225-247.

HAALAND, E.; HOFF, J. Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, n. 13, p. 179-184, 2003.

HARVILLE, D. A. *Matrix algebra from a statistician's perspective*. New York: Springer Science, p. 515-582, 2000.

LEES, A.; NOLAN, L. Three dimensional kinematic analyses of the instep kick under speed and accuracy conditions. In: REILLY, T. et al. (Eds.). *Science and football IV*. London: E&F N Spon, 2002. p. 16-21.

LEVANON, J.; DAPENA, J. Comparison of the kinematics of the full – instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 30, n. 6, p. 917-927, 1998.

LI, L.; HADDAD, J. M.; HAMILL, J. Stability and variability may respond differently to changes in walking speed. *Journal of Human Movement Science*, v. 24, p. 257-267, 2005.

LUHTANEN, P. Biomechanical aspects. In: EKBLÖM, B. (Ed.). *Football (soccer) handbook of sports medicine and science*. London: Blackwell Science, 1994.

MARTIN, W. L.; MACHADO, A. H. Deriving estimates of contralateral footedness from prevalence rates in samples of Brazilian and non-Brazilian right and left-handers. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, v. 10, p. 353-368, 2005.

MARTIN, W. L.; PORAC, C. Patterns of handedness and footedness in switched and nonswitched Brazilian left-handers: cultural effects on the development of lateral preferences. *Developmental Neuropsychology*, v. 31, p. 159-179, 2007.

McLEAN, B. D.; TUMILTY, D. McA. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *British Journal of Sports Medicine*, v. 27, n. 4, p. 260-262, 1993.

NUNOME, H.; IKEGAMI, Y.; ASAI, T.; SATO, Y. Three-dimensional kinetics of side-foot and instep soccer kicks. In: REILLY, T. et al. (Eds.). *Science and Football IV*. London: E.&F.N. Spon, 2002. p. 26-31.

NUNOME, H.; IKEGAMI, Y.; KOZAKAI, R.; APRIANTONO, T.; SANO, S. Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, v. 24, p. 529-540, 2006.

SADEGHI, H.; ALLARD, P.; PRINCE, F.; LABELLE, H. Symmetric and limb in able-bodied gait: a review. *Gait and Posture*, v. 12, p. 34-45, 2000.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C.A. *Aprendizagem e performance motora*. Rio de Janeiro: Artmed, 2001.

SOUSA, P.; GARGANTA, J.; GARGANTA, R. Estatuto posional, força explosiva dos membros inferiores e velocidade imprimida à bola no remate em futebol. Um estudo com jovens praticantes do escalão sub-17. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v. 3, p. 27-35, 2003.

STAROSTA, W. Symmetry and asymmetry in shooting demonstrated by elite soccer players. In: REILLY, T. et al. (Eds.). *Science and Football II*. London: E&FN Spon, 1993. p. 346-355.

TANI, G. Variabilidade e programação motora. In: AMADIO, A. C.; BARBANTI, V. J. (Eds.). *A biodinâmica do movimento humano e suas relações interdisciplinares*. São Paulo: Estação Liberdade, 2000. p. 245-260.

TEIXEIRA, L. A.; SILVA, M. V. M.; CARVALHO, M. A. Reduction of lateral asymmetries in dribbling: the role of bilateral practice. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, v. 8, p. 53-65, 2003.

TOL, J. L.; SLIM, E.; VAN SOEST, A. J.; VAN DIJK, C. D. The relationship of the kicking action in soccer and anterior ankle impingement syndrome: a biomechanical analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 30, p. 45-50, 2002.

VUOLO, J. H. *Fundamentos da teoria de erros*. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

WHITMORE, G.A. *Applied Statistics*. Boston: Allyn and Bacon, 1993.

WONG, P.; CHAMARI, K.; CHAOUACHI, A.; MAO, W.; WISLOFF, U. Difference in plantar pressure between the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. *British Journal of Sports Medicine*, v. 41, p. 84-92, 2007.

Recebido: 30 maio 2007

Aprovado: 12 set. 2007

Endereço de correspondência

Fabio Augusto Barbieri

Rua 8b, l. 171 – Vila Indaiá

Rio Claro-SP

CEP 13506-739