

RELACIONAMENTO ENTRE AS VARIÁVEIS DA CORRIDA DE APROXIMAÇÃO E DA POSIÇÃO DE PÉ DE APOIO COM A VELOCIDADE DA BOLA NOS CHUTES COM O MEMBRO DOMINANTE E NÃO DOMINANTE

Paulo Cezar Rocha dos Santos¹; Fabio Augusto Barbieri^{1,2}; Lilian Teresa Bucken Gobbi¹

¹UNESP – Universidade Estadual Paulista, Departamento de Educação Física – Rio Claro; ²UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Educação Física e Motricidade Humana – São Carlos.

Resumo

O objetivo do estudo foi verificar o relacionamento entre as variáveis espaço-temporais da corrida de aproximação com a velocidade da bola em chutes com o membro dominante e não dominante; e, ainda, comparar a velocidade da bola entre os membros contralaterais. Participaram do estudo 6 jogadores de futsal destros com idade de 13 e 14 anos que realizaram 4 chutes, com a bola parada e em máxima velocidade, com cada membro. Os movimentos dos participantes foram filmados por 4 câmeras digitais (120Hz) e os procedimentos cinemáticos realizados no software Dvideow. As variáveis analisadas foram: comprimento e largura do penúltimo e último passo antes do contato com a bola, distância do pé de apoio em relação à bola, velocidade da corrida de aproximação e velocidade da bola. O relacionamento entre as variáveis espaço-temporais com a velocidade da bola foi verificado através de regressões lineares com a velocidade da bola como variável dependente. As velocidades da bola entre os chutes com os membros contralaterais foram comparadas por meio do teste t de Student para amostras pareadas. Para o membro dominante, a velocidade da bola foi predita somente pela velocidade da corrida de aproximação em 16,7%, enquanto que para o membro não dominante somente a distância do pé de apoio para a bola foi variável prognóstica em 11,9%. Ainda, a velocidade da bola foi maior para o membro dominante. As variáveis da corrida de aproximação preditoras para velocidade da bola foram diferentes entre os chutes com o membro dominante e não dominante.

Palavras-chaves: Velocidade da bola; Corrida de aproximação; Assimetria.

Abstract

The aim of the study was to analyze the relationship between run-up spatial-temporal variables with ball velocity in the dominant and non-dominant kicks, and to compare the ball velocity between contralateral limbs. Six futsal players (aged 13 and 14 years) participated in the study. The participants performed 4 kicks with maximal velocity in the stationary ball with each limb. Participants' movements were recorded by 4 digital cameras (120 Hz). Dvideow software was used for kinematic procedures. The variables analyzed were: length and width of the last but one step and last step before ball contact, distance of the support foot to the ball, run-up velocity and ball velocity. The relationship between spatial-temporal variables with the ball velocity was analyzed by linear regressions with ball velocity as dependent variable. Student t test for paired samples was used to compare ball velocity between dominant and non-dominant kicks. For the dominant limb, the ball velocity was predicted only by the run-up velocity in 16.7%, while for the non-dominant limb only the distance of the support foot to the ball was prognostic variable in 11.9%. The ball velocity was greater for the dominant limb. Run-up variables that predictive ball velocity were different between the dominant and non-dominant kicks.

Key-words: Ball velocity; Run-up; Asymmetry.

1. Introdução

O movimento de chute é dividido em quatro fases: corrida de aproximação, posicionamento do pé de apoio, contato com a bola e a finalização do movimento⁵. Diversos estudos têm analisado o movimento de chute^{2, 3, 15, 17}, porém existe uma lacuna na análise da corrida de aproximação e do posicionamento do pé de apoio em relação à bola^{1, 19}.

A corrida de aproximação é definida como o início da corrida do jogador em direção à bola até a retirada do pé de balanço do solo, enquanto que o posicionamento do pé de apoio é iniciado na retirada do pé de chute até o posicionamento do pé de apoio com o solo¹. Comprometimentos na corrida de aproximação podem acarretar em dificuldades para realizar a ação de chute¹. O posicionamento do pé de apoio auxilia no direcionamento da bola e na estabilização do movimento¹³, permitindo maior área de contato do membro de ação com a bola^{1, 6, 8}.

Desta maneira, a corrida de aproximação e o posicionamento do pé de apoio em relação à bola podem ser determinantes para a velocidade do chute. Chutes realizados com corrida de aproximação com 3 a 5 passadas apresentaram maior velocidade da bola do que chutes sem corrida de aproximação¹⁶. A velocidade da bola pode ser diminuída devido à distância do pé de apoio para a bola¹².

No entanto, o relacionamento entre as variáveis espaço-temporais da corrida de aproximação e do posicionamento do pé de apoio com a velocidade do chute pode sofrer interferência quando o chute é realizado com o membro não dominante. A diferença entre os lados é possivelmente causada pela assimetria de movimento entre os lados^{2, 3, 18}. Sabe-se que a assimetria proporciona maior velocidade do chute com o membro dominante do que nos chutes com o membro não dominante^{1, 2, 6, 15} e maior variabilidade de movimento para o membro não dominante^{2, 3}. Ainda, é conhecido que não existe diferença entre os membros na velocidade da corrida de aproximação¹. No entanto, há contradição entre os estudos sobre a distância do posicionamento pé de apoio da bola nos chutes com o membro dominante e não dominante^{1, 12}.

Com isso, o objetivo do presente estudo foi verificar o relacionamento entre as variáveis espaço-temporais da corrida de aproximação e da posição do pé de apoio com a velocidade da bola em chutes com o membro dominante e não dominante; e, ainda, comparar a velocidade da bola entre os membros contralaterais.

2. Material e Métodos

Participaram deste estudo seis jogadores de futsal com idade entre 13 e 14 anos (média idade= 167,5±7,04 meses; massa corporal= 55,9±10,79 kg; estatura= 1,59±0,08; tempo de prática= 93,8±7,70 meses). Os participantes foram informados dos procedimentos e os seus responsáveis concederam a autorização via termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da UNESP – Campus Rio Claro (n. 1972/2004).

Todos os participantes eram destros para o membro de chute e, conseqüentemente, sinistros para o membro de suporte. A preferência lateral foi determinada a partir da observação das ações dos jogadores em partidas de futsal, onde se verificou a preferência pelo membro direito para as ações de chute e o membro esquerdo para as ações de suporte.

Os participantes foram instruídos a realizar os chutes com o dorso do pé, aplicar máxima velocidade à bola e procurar acertar um alvo de 1 m² posicionado no centro do gol. Cada participante realizou quatro chutes com cada membro com a bola parada a 10 m do gol (tiro livre). Os chutes foram precedidos por um aquecimento para evitar contusões e realizados em uma quadra oficial de futsal nas dependências da UNESP – Campus Rio Claro. A bola utilizada foi de acordo com as regras definidas pela FIFA para esta idade.

Os movimentos dos participantes foram filmados por quatro câmeras (frequência de aquisição de 120 Hz e shutter a 1/250). As câmeras permaneceram sobre tripés, posicionadas duas de cada lado, de modo a focalizar os marcadores passivos, que foram fixados externamente nas seguintes proeminências ósseas de ambos os membros inferiores dos participantes: trocanter maior do fêmur, face lateral do osso calcâneo e cabeça do quinto metatarso.

A calibração do local de movimento dos participantes foi realizada através de um objeto volumétrico (240x150x240 cm) com 56 pontos com posições absolutas conhecidas. 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 foram capturadas para o computador através da placa Studio DV da Pinnacle®. Os processos cinemáticos de desentrelaçamento, sincronização, medição, calibração e reconstrução tridimensional das seqüências de imagens foram realizados no software DVIDEO - Digital Video for Biomechanics for Windows 32 bits^{®9}.

Para avaliar o erro do experimento foi realizada a acurácia do estudo. A determinação foi feita considerando os valores de erros sistemáticos e aleatórios^{2, 3, 17}. A acurácia apresentada pelo sistema foi de 1,42 cm, de tal forma que o valor da precisão encontrado foi 1,05 cm e de 0,50 cm para o bias. Esta medida pode ser considerada pequena, pois não excede a medida do raio do marcador utilizado (3,5 cm de diâmetro).

O ciclo de movimento estudado foi da última passada antes do contato com a bola, penúltimo contato do membro de suporte no solo, até o contato do membro de chute com a bola. As variáveis dependentes foram calculadas no software MATLAB 6.5[®]. As variáveis analisadas durante o ciclo de movimento foram:

- *velocidade da corrida de aproximação*: foi verificada a partir da trajetória do marcador do trocanter do membro de suporte. Os dados obtidos na reconstrução tridimensional foram suavizados para separar o sinal do ruído, através da função não paramétrica ponderada local robustos LOESS⁷. Também foi utilizado um dos argumentos opcionais desta função que permite ao operador determinar o número de pontos que o conjunto de dados passará a ter após a suavização. Neste caso, o valor foi igual a 100 pontos. Este argumento mantém a proporção temporal dos dados suavizados em relação aos dados originais (dados brutos), facilitando posteriormente a apresentação dos resultados. A velocidade da corrida de aproximação foi calculada a partir da primeira derivada da posição dos pontos^{11, 14}.

- *comprimento e largura do penúltimo e último passos antes do contato com a bola*: inicialmente, foi localizada nas imagens a posição do quinto metatarso nos seguintes instantes: penúltimo contato do membro de suporte no solo, último contato do membro de chute no solo e total aplainamento do pé de suporte no solo antes do contato com a bola¹. Na seqüência, foi calculada a distância Euclidiana entre o primeiro e segundo quadros e entre o segundo e terceiro quadros para os três eixos de movimento que representaram a comprimento do penúltimo passo e do último passo, respectivamente. Para o cálculo da largura do penúltimo e último passos foi utilizado o mesmo procedimento, mas calculando a distância Euclidiana entre os quadros somente para o eixo x.

- *posição do pé de suporte em relação à bola*: foi calculada a partir da distância Euclidiana entre o marcador do calcâneo e o ponto central da bola no momento de total aplainamento do pé de suporte¹.

- *velocidade da bola*: foram capturados os dez quadros após o contato do pé com a bola. As

imagens da bola passaram pelos mesmos procedimentos cinemáticos descritos anteriormente. 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 componente^{11, 14}. Então, a velocidade foi calculada a partir da distância percorrida pela bola nos quadros dividida pelo tempo de percurso para os dados parametrizados em cada chute.

Os procedimentos estatísticos foram realizados no SPSS 10.0 for Windows[®]. Para verificar o relacionamento entre as variáveis espaço-temporais da corrida de aproximação e da posição de pé de apoio com a velocidade da bola nos chutes com o membro dominante e não dominante foi aplicado o teste de regressão linear com a velocidade da bola como variável dependente. Se alguma variável foi considerada preditora da velocidade da bola foram realizadas novas regressões lineares, agora com esta variável como dependente para verificar se existe alguma variável que prediz a variável selecionada. As velocidades da bola entre os chutes com os membros contralaterais foram comparadas por meio do teste t de Student para amostras pareadas. O nível de significância foi mantido em $\alpha < 0,05$ para todas as análises.

3. Resultados

Para o membro dominante (Figura 1a), a velocidade da bola foi predita somente pela velocidade da corrida de aproximação em 16,7% ($R^2 = 0,167$; Beta = 0,41; $p < 0,04$). A relação sugere que o aumento da velocidade da corrida de aproximação proporcione aumento da velocidade da bola. As outras variáveis não foram predictoras da velocidade da bola. Ainda, a análise estatística indicou que a largura do penúltimo passo prediz a velocidade da corrida de aproximação em 27,5% ($R^2 = 0,275$; Beta = 0,52; $p < 0,009$).

Com relação ao membro não dominante (Figura 1b), a distância do pé de apoio para a bola foi preditora da velocidade da bola em 11,9% ($R^2 = 0,119$; Beta = -0,34; $p < 0,09$), enquanto que a distância do pé de apoio foi predita pelo comprimento do penúltimo passo em 23,4% ($R^2 = 0,234$; Beta = 0,48; $p < 0,01$). O aumento da distância do pé de apoio para a bola diminui a velocidade da bola. As outras variáveis não foram capazes de predizer a velocidade da bola e a distância do pé de apoio.

A velocidade da bola foi significativamente maior ($t_{23} = 5,22$, $p < 0,001$) para o membro dominante ($19,29 \pm 1,55$ m/s) em relação ao membro não dominante ($15,51 \pm 3,19$ m/s).

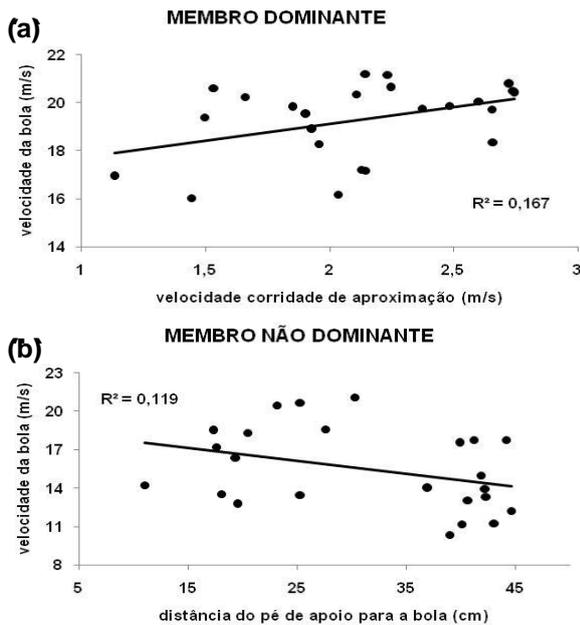


Figura 1. Relacionamento entre a velocidade da bola e a velocidade da corrida de aproximação para o membro dominante (a) e com a distância do pé de apoio para a bola para o membro não dominante (b).

4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi verificar o relacionamento entre as variáveis espaço-temporais da corrida de aproximação e da posição do pé de apoio com a velocidade da bola em chutes com o membro dominante e não dominante; e, ainda, comparar a velocidade da bola entre os membros contralaterais. A diferença encontrada nos resultados para as variáveis analisadas e como estas se comportam em relação à velocidade da bola em chutes realizados com membro dominante e membro não dominante, indica assimetria entre membros contralaterais, concordando com os resultados encontrados na literatura^{5, 6, 16}.

A velocidade da bola indicou diretamente a assimetria, sendo superior para os chutes realizados com o membro dominante, corroborando outros estudos que indicam que o membro dominante tem melhor desempenho que o membro não dominante^{5, 6, 12}. Porém, cabe destacar que a velocidade média da bola encontrada neste estudo, 19,5 m/s para o membro dominante e 15,51 m/s para o membro não dominante, é inferior às velocidades da bola encontradas nos trabalhos citados. Este resultado era esperado e pode ser atribuído às diferenças na faixa etária. O presente estudo observou a velocidade da bola empreendida por jovens, enquanto os outros estudos observaram adultos.

Para o membro dominante, a velocidade da corrida de aproximação, entre as outras variáveis analisadas neste estudo, foi a única que, diretamente, predisse a velocidade da bola em 16,7%. A velocidade da corrida de aproximação predizendo positivamente a velocidade da bola significa que houve uma transferência de energia cinética¹⁰. Inicialmente, esta energia é acumulada pelo aumento da velocidade da corrida de aproximação e, depois, transferida para a bola, tendo a força e o deslocamento como produto para o aumento da velocidade da bola.

Quando verificada a velocidade da corrida de aproximação como variável dependente para o membro dominante, entre as variáveis espaço-temporais analisadas, a única que predisse o aumento da velocidade da corrida foi a largura do penúltimo passo em 27,5%. O aumento da corrida requer refinamento no equilíbrio, necessitando de aumento da base para aumentar a velocidade da corrida¹³. Por outro lado, alterações no padrão motor no penúltimo passo revelam a presença do mecanismo de controle pró-ativo, de forma a preparar e estabilizar o movimento para realizar a ação do chute.

Para o membro não dominante, a variável posição do pé de suporte predisse de forma inversa a velocidade da bola. Há necessidade de posicionamento do pé de apoio numa distância considerada ótima para proporcionar maior velocidade da bola a partir do maior contato do membro de ação com a bola⁶. Considerando os papéis de cada membro na ação do chute, ação e estabilização, os participantes devem controlar o movimento do membro não dominante diferentemente do membro dominante. Quando os papéis estão invertidos, ou seja, o membro não dominante executa a ação enquanto o dominante tem a função estabilizadora, o programa motor deve ser refinado. Como consequência, a relação inversa para o chute com o membro não dominante pode representar a necessidade de maior estabilidade para o movimento¹² ou a facilidade em monitorar o membro dominante no papel de estabilizador. Desta forma, os participantes puderam imprimir maior força no membro de ação¹, mesmo com a amplitude de movimento reduzida.

As diferentes variáveis predizendo a velocidade da bola nos chutes realizados com membros contralaterais, reforçam ainda mais a assimetria e indicam que parâmetros da ação são controlados diferentemente. Devido à maior utilização do membro dominante¹⁸, há ganho em habilidade e há influência no desempenho^{2, 3}. Desta forma é possível dirigir o controle para a velocidade da corrida de aproximação. Para o

membro não dominante, a distância entre o pé de apoio e a bola é o parâmetro a ser controlado.

5. Conclusão

A velocidade da bola para os chutes com o membro dominante e não dominante apresentou relacionamento distinto para as variáveis da corrida de aproximação e da posição do pé de apoio. Para o membro dominante a velocidade da corrida de aproximação foi variável preditora para a velocidade da bola, enquanto que para o membro não dominante a distância do pé de apoio foi variável prognóstica para a velocidade da bola. Ainda, a velocidade da bola foi maior para o membro dominante quando comparada ao chute com o membro não dominante.

A diferença nestas relações para os chutes com o membro dominante e não dominante pode ser atribuída à assimetria entre os lados, que acarreta em alterações na transferência de energia cinética, no equilíbrio e na alavanca de força. No entanto, outras variáveis não analisadas devem ter influenciado as diferenças na velocidade da bola. Assim, sugere-se que novos estudos sejam realizados de forma a incluir outras variáveis, como as cinéticas, por exemplo, para prever a velocidade da bola, especialmente incluindo participantes que apresentem o membro esquerdo como dominante.

6. Referências

1. Barbieri FA, Gobbi LTB, Lima Junior RS. Aspectos da corrida de aproximação entre o chute realizado com o membro dominante e não dominante. *Rev Motricidade* 2006; 2: 80-90.
2. Barbieri FA, Santiago PRP, Gobbi LTB, Cunha SA. Diferenças entre o chute realizado com o membro dominante e não-dominante no futsal: variabilidade, velocidade linear das articulações, velocidade da bola e desempenho. *Rev Bras Ciên Esp* 2008; 29: 129-146.
3. Barbieri FA, Santiago PRP, Gobbi LTB, Cunha SA. Análise cinemática da variabilidade do membro de suporte dominante e não dominante durante o chute no futsal. *Rev Portuguesa Ciên Desporto* 2008; 8: 68-76.
4. Barfield WR. Biomecânica do chute. In: Garrett WE, Kirkendall DT. *A ciência do exercício e dos esportes*. Porto Alegre: Artmed; 2003. p. 586-598.
5. Barfield WR. Effects of selected kinematics and kinetic variables on instep kicking with dominant and nondominant limbs. *J Hum Mov Stud* 1995; 29: 251-272.
6. Barfield WR, Kirkendall DT, Yu B. Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. *J Sports Sci Med* 2002; 1: 72-79.
7. Cunha AS, Lima EC. Metodologia para a suavização de dados biomecânicos por funções não paramétricas. *Rev Bras Biomecânica* 2003;1: 23-28.
8. Dörge HC et al. Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and non-preferred leg. *J Sports Sci* 2002; 20: 293-99.
9. Figueroa PJ et al. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. *Comput Meth Programs Biomed* 2003;72:155-65.
10. Hay, JG. *Biomecânica das Técnicas Desportivas*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.
11. Levanon J, Dapena J. Comparison of the kinematics of the full – instep and pass kicks in soccer. *Med Sci Sports Exer* 1998; 30: 917-927.
12. McLean BD, Tumilty DMCA. Left-right asymmetry in two types of soccer kick. *Brit J Sports Med* 1993; 27: 260-262.
13. Monteiro WD, Araújo GS. Transição caminhada-corrída: considerações fisiológicas e perspectivas para estudos futuros. *Rev Bras Med Esporte* 2001; 7: 207-222.
14. Nunome H, Asai T, Ikegami Y, Sakurai S. Three-dimensional kinetics of side-foot and instep soccer kicks. In: Reilly T et al. *Science and Football IV*. London: E&FN Spon; 2002. p. 26-31.
15. Nunome H, Ikegami Y, Kozakai R, Apriantono T, Sano S. Segmental dynamics of soccer instep kicking with the preferred and non-preferred leg. *J Sports Sci* 2006; 24: 529-540.
16. Opavsky P. An investigation of linear and angular kinematics of the leg during two types of soccer kick. In: Reilly T. et al. *Science and Football*. London: Routledge; 1988. p. 460-467.
17. Santiago PRP, Moura FA, Barbieri FA, Lima Junior RS, Cunha AS. Relação do padrão cinemático de movimento com desempenho do chute em cobranças de falta no futebol. *Rev Bras Biomecânica* 2007; 8: 54-60.
18. Teixeira LA, Silva MVM, Carvalho MA. Reduction of lateral asymmetries in dribbling: the role of bilateral practice. *Laterality* 2003; 8: 53-65.
19. Wong P, Chamari K, Chaouachi A, Mao W, Wisloff U. Difference in plantar pressure between

Relação entre a velocidade da bola e a corrida de aproximação

the preferred and non-preferred feet in four soccer-related movements. Brit J Sports Med 2007; 41: 84-92

Autor para correspondência:

Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

UNESP – Universidade Estadual Paulista -
Departamento de Educação Física – LEPLO -
Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção
- Avenida 24-A, 1515 – Bela Vista – CEP:13506-
900 - Rio Claro/SP

emails: paulocezarr@hotmail.com;
barbieri_rc@hotmail.com; ltbgobbi@rc.unesp.br