William Pereira de Matos

RELAÇÃO ENTRE A FORÇA MÁXIMA E O DESEMPENHO DE ACELERAÇÃO EM JOGADORES DE FUTEBOL

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2012

William Pereira de Matos

RELAÇÃO ENTRE A FORÇA MÁXIMA E O DESEMPENHO DE ACELERAÇÃO EM JOGADORES DE FUTEBOL

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Sales Prado

Co-orientador: Prof. Dr. Samuel Penna Wanner

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2012

DEDICATÓRIA

Gostaria de dedicar este trabalho a todos que contribuíram com a minha formação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ter iluminado o meu caminho durante essa trajetória em minha vida.

Aos meus pais, Márcio e Maria Inês, que me apoiaram incondicionalmente e que me deram bons exemplos de vida. Vocês foram fundamentais nessa conquista.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luciano Sales Prado, pela amizade e auxílio nos momentos mais difíceis.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Samuel Penna Wanner, pela orientação, contribuições críticas e sugestões para a elaboração do trabalho.

Ao Prof. Dr. Mauro Heleno Chagas, que foi fundamental na minha trajetória pessoal e acadêmica. Suas contribuições foram pertinentes nesse trabalho. Aprendi muito com você durante os anos em que fui monitor da disciplina Treinamento Esportivo I.

Aos amigos de sala e de monitoria, que contribuíram de forma crítica e produtiva para a melhoria do trabalho.

A todos os funcionários da biblioteca da EEEFFTO e da ECI pela atenção, paciência e auxílio na busca de artigos e normalização da monografia.

À FUMP e ao povo brasileiro que contribuíram financeiramente para a concretização dessa grande etapa em minha vida.

RESUMO

Ações motoras que demandam muita força e velocidade frequentemente acontecem em esportes intermitentes. Desse modo, a relação entre a força máxima e a aceleração necessita ser investigada com mais detalhe. Entretanto, até o presente momento, não foi encontrada uma revisão de literatura que tenha abordado essa relação no futebol. Portanto, os objetivos do presente estudo foram realizar uma revisão de literatura para verificar se existe relação significativa entre a força máxima e o desempenho de aceleração em jogadores de futebol e também analisar os resultados encontrados nesses estudos. O método utilizado consistiu na busca em bases de dados computadorizados no Portal de Periódicos CAPES e citações bibliográficas presentes nos artigos recuperados. As palavras-chaves utilizadas na busca foram: *soccer, maximal strength, power, acceleration* e *sprint*. Foram revisados 12 artigos científicos recuperados que foram publicados nos últimos 20 anos. Os estudos verificaram a relação entre a força máxima, mensurada no exercício agachamento e no dinamômetro isocinético, e a aceleração em jogadores de futebol. A maioria dos estudos encontrou uma relação significativa entre os desempenhos de força máxima e aceleração. Os maiores valores de correlação entre essas duas variáveis foram reportados quando se utilizou o exercício de agachamento para realizar as medidas de força máxima. Portanto, recomenda-se a utilização de testes físicos que se aproximam das ações motoras realizadas no esporte.

Palavras-chave: Futebol. Força máxima. Aceleração. *Sprint*.

ABSTRACT

Motor actions that require a lot of strength and velocity often happen in intermittent sports. Thereby, the relationship between maximal strength and acceleration needs to be investigated in more detail. However, so far, it has not been found a literature review that has investigated this relationship in soccer. Therefore, the aims of this study were to conduct a literature review to verify if there is significant relationship between maximal strength and acceleration performance in soccer players and also to analyze the results found in these studies. The method that was used consisted of the computerized database searching in the Portal de Periodicos CAPES and bibliography references cited in the articles recovered. The keywords used in the search were: soccer, maximal strength, power, acceleration and sprint. In this study were revised 12 scientific articles recovered which were published over the past 20 years. The studies verified a relationship between maximal strength, measured in squat exercise and isokinetic dynamometer, and acceleration in soccer players. Most of the studies found a significant relationship between maximal strength and performance acceleration. The highest values of correlation between these two variables have been reported when using the squat exercise to measure maximal strength. Therefore, it is recommended to use physical tests that are similar to motor actions performed in the sport.

Keywords: Soccer. Maximal strength. Acceleration. Sprint.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Estruturação da força muscular. 19
FIGURA 2: Estruturação da velocidade. 21
GRÁFICO 1: Comportamento da frequência cardíaca e do lactato durante uma partida de futebol.....17

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Relação entre a força máxima no exercício agachamento e a aceleração em jogadores de futebol. 28

TABELA 2: Relação entre o pico de torque da articulação do joelho no dinamômetro isocinético e a aceleração em jogadores de futebol. 32

TABELA 2: Relação entre o pico de torque da articulação do joelho no dinamômetro isocinético e a aceleração em jogadores de futebol. 33

LISTA DE ABREVIATURAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CVM – Contração Voluntária Máxima

F – Força

FC – Frequência Cardíaca

FC_{MAX} – Frequência Cardíaca Máxima

FIFA – Fédération Internationale de Football Association

I – Impulso

M – Massa

mM – Milimolares

ms – Milisegundos

p – Nível de significância

P – Potência

r – Coeficiente de correlação

r^2 – Coeficiente de determinação

Sprint – Corrida rápida realizada em curta distância

1-RM – Uma Repetição Máxima

Δv – Alteração da velocidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10

1.2 Objetivos 12

1.3 Justificativa 12

2 REVISÃO DE LITERATURA 13

2.1 Caracterização da modalidade 13

2.2 Demanda energética 14

2.3 Intensidade do jogo de futebol 16

2.4 Força muscular 18

2.5 Velocidade 20

2.6 Relação entre força máxima e aceleração 23

3 METODOLOGIA 27

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 28

4.1 Relação entre a força máxima no exercício agachamento e o desempenho de aceleração em jogadores de futebol 28

4.2 Relação entre o pico de torque da articulação do joelho e o desempenho de aceleração em jogadores de futebol 31

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 38

REFERÊNCIAS 39

1 INTRODUÇÃO

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo (REILLY; BANGSBO; FRANKS, 2000) e é praticado por homens, mulheres, crianças e adultos com diferentes níveis de experiência (STOLEN, 2005). Trata-se de uma modalidade esportiva complexa, na qual o desempenho dos jogadores é influenciado por fatores técnicos, táticos, físicos, fisiológicos e psicológicos (STOLEN, 2005).

No futebol moderno, o conhecimento das demandas fisiológicas está sendo cada vez mais essencial para a otimização do desempenho de crianças e adultos (MEYLAN; MALATESTA, 2009). Dentro desse contexto, o futebol é considerado uma atividade intermitente de alta intensidade (COELHO, 2005) e longa duração, na qual há uma predominância do fornecimento de energia por meio da via aeróbica (STOLEN, 2005). Embora o metabolismo aeróbio seja predominante durante uma partida de futebol, as ações decisivas, que demandam muita força e velocidade, são realizadas por meio do metabolismo anaeróbio (STOLEN, 2005). Logo, a força muscular e a velocidade são importantes para o desempenho de atletas de futebol.

Para Newman, Tarpenning e Marino (2004) e Requena *et al*. (2009) a força muscular é a principal capacidade que influencia o sucesso nos esportes. Isso ocorre porque as ações motoras mais decisivas, tais como saltos, chutes, cortadas, arremessos e corridas rápidas, estão diretamente relacionadas com a capacidade de produção de força do sistema neuromuscular. De fato, muitas atividades no futebol são intensas e explosivas e a potência gerada durante tais atividades está relacionada com a produção de força dos músculos envolvidos nos movimentos (REILLY; BANGSBO; FRANKS, 2000). Além disso, Requena *et al*. (2009) reportaram que, em determinados momentos no futebol, a capacidade do sistema neuromuscular de produzir força máxima e potência muscular é tão importante quanto a capacidade aeróbica dos jogadores.

A velocidade também é muito importante nesse esporte, pois os gestos motores dos jogadores são realizados, na maioria das vezes, sob uma determinada pressão de tempo. Desse modo, a proximidade dos adversários faz com que as

ações tenham que ocorrer, predominantemente, de forma rápida e inesperada. Assim, a capacidade de executar ações motoras em alta velocidade é muito importante no futebol.

Durante uma partida, os jogadores de futebol raramente alcaçam a velocidade máxima de movimento (JOVANOVIC, 2011). De acordo com Wisloff *et al*. (2004) e Gomes e Souza (2008), isso ocorre porque a corrida é realizada, na maioria das vezes, a uma distância inferior a 40 metros (m). Dessa maneira, a aceleração possui uma grande influência nas ações motoras realizadas por um jogador de futebol. A capacidade elevada de aceleração de corrida, muitas vezes, possibilita que o jogador obtenha a posse de bola para sua equipe, evitando que os jogadores da equipe adversária o façam (RÉ, 2007). Tal fato contribui para que a defesa e o ataque sejam bem sucedidos. Portanto, a aceleração é uma das capacidades mais importantes que um jogador de futebol deve possuir, pois as ações técnicas que decidem o jogo estão diretamente relacionadas com a mesma (BOSCO, 1990).

Em relação à aceleração, o estudo de Di Salvo *et al*. (2010) mostrou que, dependendo da posição, os jogadores podem realizar, em média, um mínimo de 17,3 e um máximo de 35,8 *sprints* (que a partir de agora devem ser entendidos como corridas rápidas realizadas em curtas distâncias) durante uma partida de alto nível internacional. É importante salientar que esses autores estipularam um valor de velocidade maior do que 25,2 km/h para que a atividade fosse considerada um *sprint*. Outro fato interessante é que esses *sprints* podem acontecer repetidamente com pouco tempo de recuperação entre eles (NEWMAN; TARPENNING; MARINO, 2004).

A força muscular e a aceleração são importantes em esportes intermitentes. Por esse motivo, alguns pesquisadores procuraram relacionar o desempenho em testes de força muscular máxima com o rendimento em testes motores envolvendo a capacidade de aceleração em atletas de diferentes modalidades e com diferentes níveis de experiência (DOWSON *et al*., 1998; BAKER; NANCE, 1999; NEWMAN; TARPENNING; MARINO, 2004; SLEIVERT; TAINGAHUE, 2004; CRONIN; HANSEN, 2005; HORI *et al*., 2008; KIN-ISLER *et al*., 2008; CHAOUACHI *et al*., 2009; McBRIDE *et al*., 2009; ALEMDAROGLU, 2012). Entretanto, até o presente

momento, não foi encontrada uma revisão de literatura que tenha abordado essa relação no futebol.

1.2 Objetivos

Os objetivos do presente estudo foram:

- realizar uma revisão de literatura para verificar se existe relação significativa entre a força máxima e o desempenho de aceleração em jogadores de futebol.
- analisar os resultados encontrados nesses estudos.

1.3 Justificativa

O futebol é uma das atividades mais difundidas e praticadas no mundo. Entretanto, até o presente momento, as informações existentes a respeito da relação entre a força máxima e o desempenho de aceleração de jogadores de futebol é limitada e necessita ser investigada com mais detalhe. Desse modo, tem-se buscado verificar cuidadosamente tal relação porque a mesma parece ser fundamental para o desempenho dos jogadores durante uma partida de futebol. Neste sentido, investigar a relação entre o desempenho alcançado em testes de força e as medidas obtidas em testes de velocidade possibilitará aumentar o volume de informações sobre a temática e irá fornecer subsídios aos profissionais da área de ciências do esporte para um melhor posicionamento frente a esta questão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da modalidade

O jogo de futebol acontece em um campo, cuja superfície é coberta por grama (natural ou artificial), com as seguintes dimensões máximas: 90 m de largura por 120 m de comprimento, porém, em jogos internacionais, as dimensões máximas podem ser de 75 m por 110 m, respectivamente (FIFA, 2012). A duração regular de uma partida envolvendo jogadores profissionais é de 90 minutos, divididos em dois tempos de 45 minutos com 15 minutos de intervalo entre eles (GOMES; SOUZA, 2008). Entretanto, no Brasil, essa duração regular é menor nas categorias de base que compreendem jogadores com idades inferiores a 17 anos.

De acordo com Soares (2011), esse jogo ocorre em espaço comum onde as duas equipes, para alcançarem a vitória, possuem o mesmo objetivo de marcar mais gols que a equipe adversária. Trata-se, portanto, de um esporte de cooperação-oposição, uma vez que os jogadores da mesma equipe têm de cooperar entre si para opor-se à outra equipe. Desse modo, durante o jogo, as equipes alternam a posse de bola e a disputam com o objetivo de conseguir ou evitar o gol, processos conhecidos como ataque e defesa, respectivamente.

Entretanto, o ataque e a defesa não são as únicas fases que acontecem em uma partida de futebol, pois essas fases levam em consideração apenas o fato de a equipe estar ou não com a posse de bola. Sendo assim, uma equipe estaria atacando quando a mesma estivesse com a posse de bola e, por outro lado, estaria defendendo se não estivesse com a posse da mesma. No entanto, Giacomini (2007) complementou que duas outras fases acontecem frequentemente em um jogo de futebol quando a equipe tenta recuperar a posse de bola para evitar ou marcar gols imediatamente após as situações de ataque e defesa. Estas duas fases poderiam ser classificadas como transição ataque-defesa (retorno defensivo) e transição defesa-ataque (contra-ataque). É importante salientar que essas quatro fases

existentes no jogo de futebol estão relacionadas com o comportamento dos jogadores em campo e com o modelo de jogo construído pelos jogadores e treinadores.

Assim, Gomes e Souza (2008) reportaram que o modelo de jogo de uma equipe deve ser construído levando-se em consideração quatro fatores: tático, técnico, físico e psicológico. Dentro desse contexto, Almeida (2009) reportou que 98% dos movimentos são executados sem a posse de bola. Isso mostra que um controle emocional, um nível satisfatório de condicionamento físico, uma boa execução dos fundamentos básicos da modalidade e que aspectos relacionados à cognição e à ocupação racional do espaço em campo são fundamentais para que os jogadores e treinadores consigam construir um modelo de jogo que contemple os quatro fatores.

2.2 Demanda Energética

Em relação aos aspectos fisiológicos, o futebol é considerado uma atividade intermitente de alta intensidade (COELHO, 2005), na qual há uma predominância da fonte aeróbica de fornecimento de energia (STOLEN, 2005). A necessidade de realizar esforços curtos e intensos intercalados por atividades de baixa intensidade justifica a característica intermitente da modalidade. Enquanto a duração total de 90 minutos de uma partida justifica a predominância do metabolismo aeróbico nessa modalidade.

Além disso, a predominância da utilização dessa via energética pode ser justificada pelo fato de os jogadores de elite percorrerem aproximadamente uma média de 8 a 12 km durante uma partida (WISLOFF *et al*., 2004). De acordo com os mesmos autores, essa distância percorrida é influenciada por alguns fatores, tais como a função exercida em campo, o estado nutricional e a capacidade aeróbica dos jogadores. Além desses fatores, o nível da competição e a resistência oferecida pela equipe adversária também podem interferir na distância total percorrida. Dentro desse contexto, Stolen (2005) reportou que os jogadores de meio campo percorrem

maiores distâncias que os demais jogadores, sendo que o mesmo acontece com os jogadores profissionais quando comparados com os não profissionais, independente da posição.

Jovanovic *et al*. (2011) reportaram que os jogadores de futebol são sujeitos a inúmeras ações motoras durante uma partida. Esses gestos motores incluem diferentes tipos de saltos, caminhadas, corridas, divididas, mudanças de direção, cabeceios, passes, chutes e dribles. Isso torna complexo o processo de condicionamento e preparação dos atletas porque requer o treinamento conjunto das capacidades físicas, técnicas, táticas e coordenativas.

Quanto ao padrão de movimento dos jogadores, verificou-se que os mesmos ficam: parados em aproximadamente 17% do tempo total de uma partida, caminhando em 40%, realizando corridas de baixa intensidade em 35% e realizando corridas de alta intensidade em 8% (ALMEIDA, 2009). Dentro do contexto das atividades de alta intensidade realizadas por um jogador, encontram-se os *sprints*, que acontecem a cada 90 s (REILLY; BANGSBO; FRANKS, 2000) e têm uma duração média de 2 a 4 s (WISLOFF *et al*. 2004). Um estudo recente (WISLOFF *et al*. 2004) reportou que 96% dos *sprints* acontecem em distâncias inferiores a 30 m e, dessa porcentagem, 49% são realizados em distâncias inferiores a 10 m. Além disso, os *sprints* realizados em uma partida correspondem de 1 a 12% da distância total percorrida por um jogador e, mesmo assim, podem ser considerados como uma das atividades mais importantes no futebol (DI SALVO *et al*., 2010).

Entretanto, esses dados devem ser analisados com cautela, pois podem ser alterados conforme a organização tática da equipe e a resistência oferecida pela equipe adversária. Um dado importante dessa análise é o fato de que mais de 90% de uma partida de futebol envolvem atividades predominantemente aeróbicas e o restante, atividades predominantemente anaeróbicas.

2.3 Intensidade do jogo de futebol

O conhecimento mais detalhado da intensidade de esforço na qual os jogadores realizam suas atividades durante a partida é importante para que os treinamentos sejam planejados e sistematizados de forma específica para a modadlidade. Coelho *et al*. (2005) desenvolveram um estudo que teve o objetivo de avaliar e comparar a intensidade de esforço de atletas de futebol, durante jogos oficiais, utilizando-se como parâmetro de esforço o percentual da frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}) individual. Participaram desse estudo 25 atletas com idades médias de 16,4 e 18,2 anos, pertencentes às categorias juvenil e júnior, respectivamente. A FC_{MAX} foi determinada pelo maior valor de frequência cardíaca (FC) registrado em 3 situações diferentes: FC_{MAX} em jogos, FC_{MAX} em um teste de 1000 m com velocidade pré-determinada e FC_{MAX} no teste para percorrer a distância de 2400 m no menor tempo possível. Após a realização desses 3 procedimentos, os autores encontraram que o maior valor da FC individual foi obtido durante uma partida de futebol.

Com base no estudo de Helgerud *et al.* (2001), Coelho *et al*. (2005) definiram 5 zonas de intensidade em relação ao percentual da FC_{MAX}: <70, de 70 a 85, de 85 a 90, de 90 a 95 e de 95 a 100 e observaram que os jogadores permanecem: 1) mais que 50% do tempo total de jogo em zonas de intensidade acima de 85% da $FC_{MAX;}$ 2) menos que 10% do tempo de jogo com intensidade acima de 95% da FC_{MAX} e 3) cerca de 90% do tempo de jogo em uma intensidade entre 70 e 95% da FC_{MAX}. Entretanto, os achados desse estudo devem ser analisados com cautela, pois a FC pode sofrer alterações em decorrência de alguns fatores intrínsecos e extrínsecos, como o estado de hidratação, os valores da temperatura ambiente, idade, sexo, bem como os estados físico e emocional do sujeito para aquela ocasião.

O fornecimento de energia em atletas de futebol depende principalmente da via metabólica aeróbica e os jogadores passam a maior parte do tempo correndo em uma intensidade próxima ao limiar de lactato, que nesse grupo corresponde de 80 a 90% da FC_{MAX} (HOFF, 2002). O limiar de lactato pode ser definido como a maior intensidade de exercício que pode ser sustentada por um determinado tempo em

que há um equilíbrio entre a produção e a remoção de lactato sanguíneo (HOFF, 2002). Valores de 10 a 12 milimolares (mM) de lactato sanguíneo podem ser frequentemente medidos em jogadores durante uma das etapas ou ao final do jogo (EKBLOM, 1986).

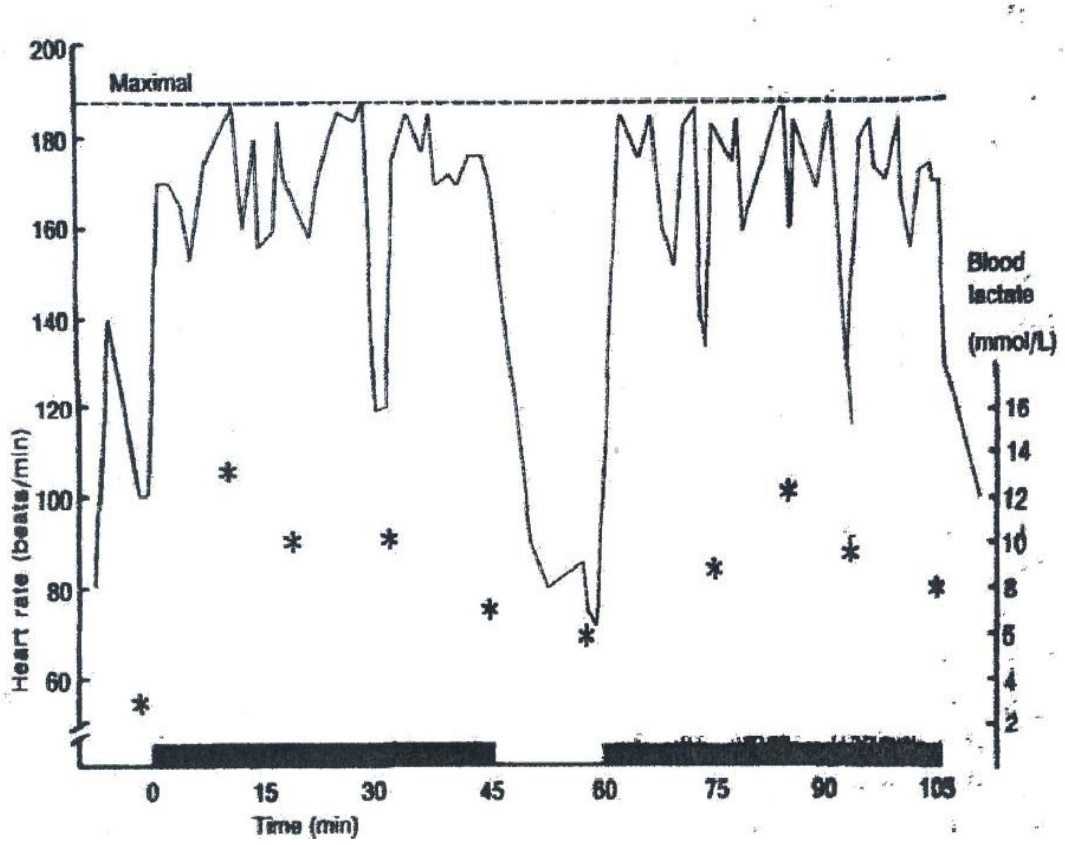

GRÁFICO 1 – Comportamento da frequência cardíaca e do lactato durante uma partida de futebol.
Fonte: Ekblom (1986).

Hoff *et al*. (2002) reportaram que os jogadores, habitualmente, não se exercitam na intensidade correspondente ao limiar de lactato por um longo período de tempo de uma partida, mas sim acima do limiar (acumulando lactato) ou abaixo do limiar (removendo lactato). Isso ocorre porque o acúmulo desse substrato no músculo pode ser considerado um marcador indireto de fadiga localizada. Desse modo, seria praticamente impossível manter uma intensidade elevada de esforço por um longo período de tempo, uma vez que isso resultaria em um grande acúmulo de lactato na musculatura e na corrente sanguínea (STOLEN, 2005). Assim, verifica-se

que a intensidade de esforço de um jogador costuma diminuir na segunda etapa de uma partida (MORTIMER *et al*., 2006).

Portanto, os jogadores necessitam de pausas e atividades de baixa intensidade (caminhadas e corridas de baixa velocidade) para que a recuperação dos mesmos e a remoção de lactato aconteçam após a realização de atividades de alta intensidade (acelerações, ultrapassagens, saltos, dentre outras). Desse modo, para que um jogador consiga otimizar o seu desempenho, verifica-se a importância do treinamento das capacidades aeróbica e anaeróbica.

Apesar de os jogadores passarem a maior parte do tempo de uma partida caminhando ou correndo em baixa intensidade, as atividades que demandam muita força e velocidade são realizadas com frequência, ao longo do jogo, e geralmente são decisivas (STOLEN, 2005). Assim, torna-se evidente a importância de realizar estudos relativos à teoria e à metodologia do treinamento da força e da velocidade em modalidades esportivas coletivas, como o futebol (HOFF, 2005).

2.4 Força muscular

A força é descrita na física pela segunda lei de Newton como o produto da massa (M) pela aceleração (a). Porém enquanto manifestação do desempenho humano, a força não pode ser adequadamente descrita pela equação: F = M . a (CHAGAS; LIMA, 2013) (sic). Assim, para um melhor detalhamento da estrutura e definição da força é necessário um detalhamento do parâmetro impulso.

A vantagem da utilização do impulso é importante porque o mesmo possibilita a discussão da estruturação da capacida força muscular dentro dos pontos de vista da fisiologia humana e da física (CHAGAS; LIMA, 2013). O impulso (I) pode ser entendido, por um lado, como a atuação de uma força (F) em um determinado tempo (t) e, por outro lado, como o produto da massa (M) pela alteração da sua velocidade

(Δv). Portanto, duas equações podem representar o impulso: $I = F . t$ e $I = M . \Delta v$, respectivamente (CHAGAS; LIMA, 2013).

A grandeza de um impulso pode ser medida, por exemplo, por meio de uma curva força – tempo, sendo o impulso representado pelo cálculo da área sob a curva. Quanto maior for essa área, maior será o impulso. Portanto, o impulso apresenta-se na dependência da duração de atuação da força, da taxa de produção de força e da força máxima realizada. A grandeza do impulso determinará a velocidade e a aceleração resultante de um objeto, corpo de um indivíduo ou parte do seguimento corporal do mesmo (CHAGAS; LIMA, 2013). Isso mostra que o impulso tem uma relação direta com a velocidade de deslocamento.

De acordo com o modelo de Chagas e Lima (2013), verifica-se que a capacidade força muscular apresenta duas formas de manifestação (força rápida e resistência de força) e 3 componentes (força máxima, força explosiva e capacidade de resistência à fadiga). Esse modelo pode ser verificado no esquema abaixo:

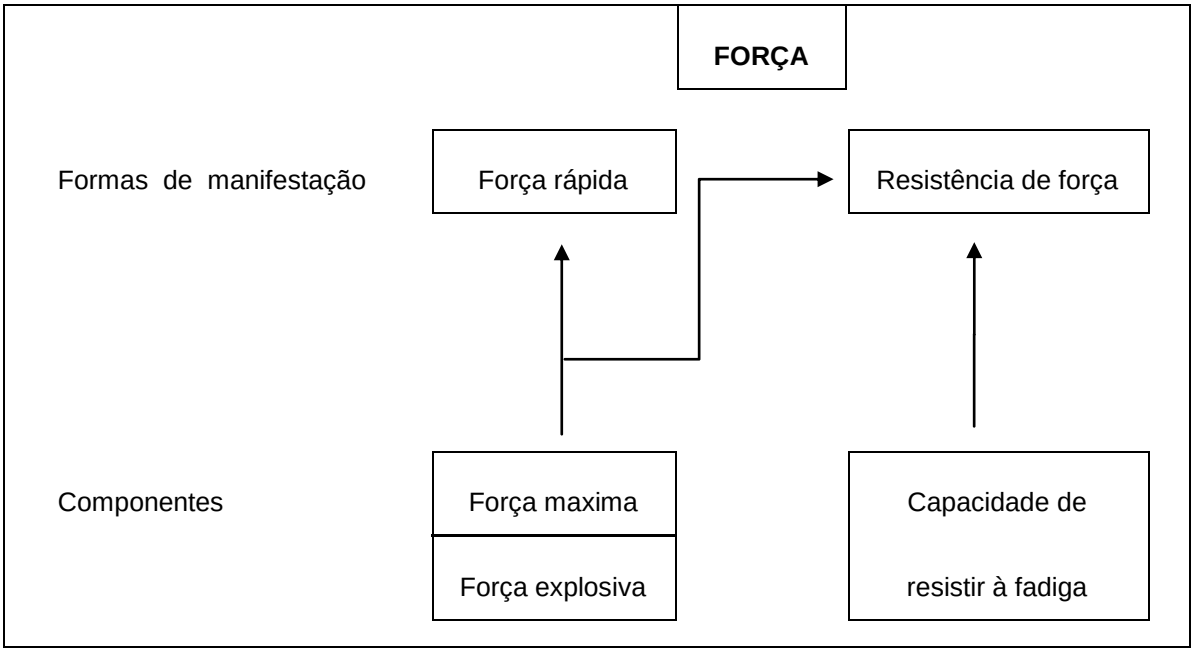

FIGURA 1: Estruturação da força muscular.
Fonte: Chagas; Lima, 2013, p. 95).

A força rápida pode ser definida como a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior impulso possível no tempo disponível (CHAGAS;

LIMA, 2013). Essa forma de manifestação é influenciada pelos componentes força máxima e força explosiva. A potência que é o produto da força (F) pela velocidade (V) pode ser representada pela equação: P = F . V. Além disso, a potência pode ser definida como força rápida em se tratando de ações dinâmicas.

A força máxima pode ser definida como a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior valor de força, por meio de uma contração voluntária máxima, frente a resistências elevadas (CHAGAS; LIMA, 2013).

A força explosiva pode ser definida como a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior valor de força por unidade de tempo (CHAGAS; LIMA, 2013).

A outra forma de manifestação da força é a resistência de força, que pode ser definida como a capacidade do sistema neuromuscular de produzir o maior somatório de impulsos possível sob condições metabólicas predominantemente anaeróbias e em condições de fadiga (CHAGAS; LIMA, 2013). A estrutura da força muscular mostra que a resistência de força pode ser influenciada pelos componentes força máxima, força explosiva e capacidade de resistência à fadiga.

A capacidade de resistência à fadiga pode ser definida como a capacidade do sistema neuromuscular de manter o valor e/ou os picos de valores do impulso o mais constante possível durante um determinado tempo (CHAGAS; LIMA, 2013).

2.5 Velocidade

A velocidade no esporte pode ser definida como a capacidade de conseguir, sob a base de processos cognitivos, força de vontade máxima e funcionalidade do sistema neuromuscular, uma velocidade máxima de reação e de movimento em determinadas condições previamente estabelecidas (GROSSER, 1992). Através dessa perspectiva, observa-se que a velocidade é uma capacidade psico-física que se manifesta em ações motoras em que o rendimento máximo não é limitado pela

fadiga (GROSSER, 1992). O modelo da estruturação da velocidade pode ser verificado abaixo:

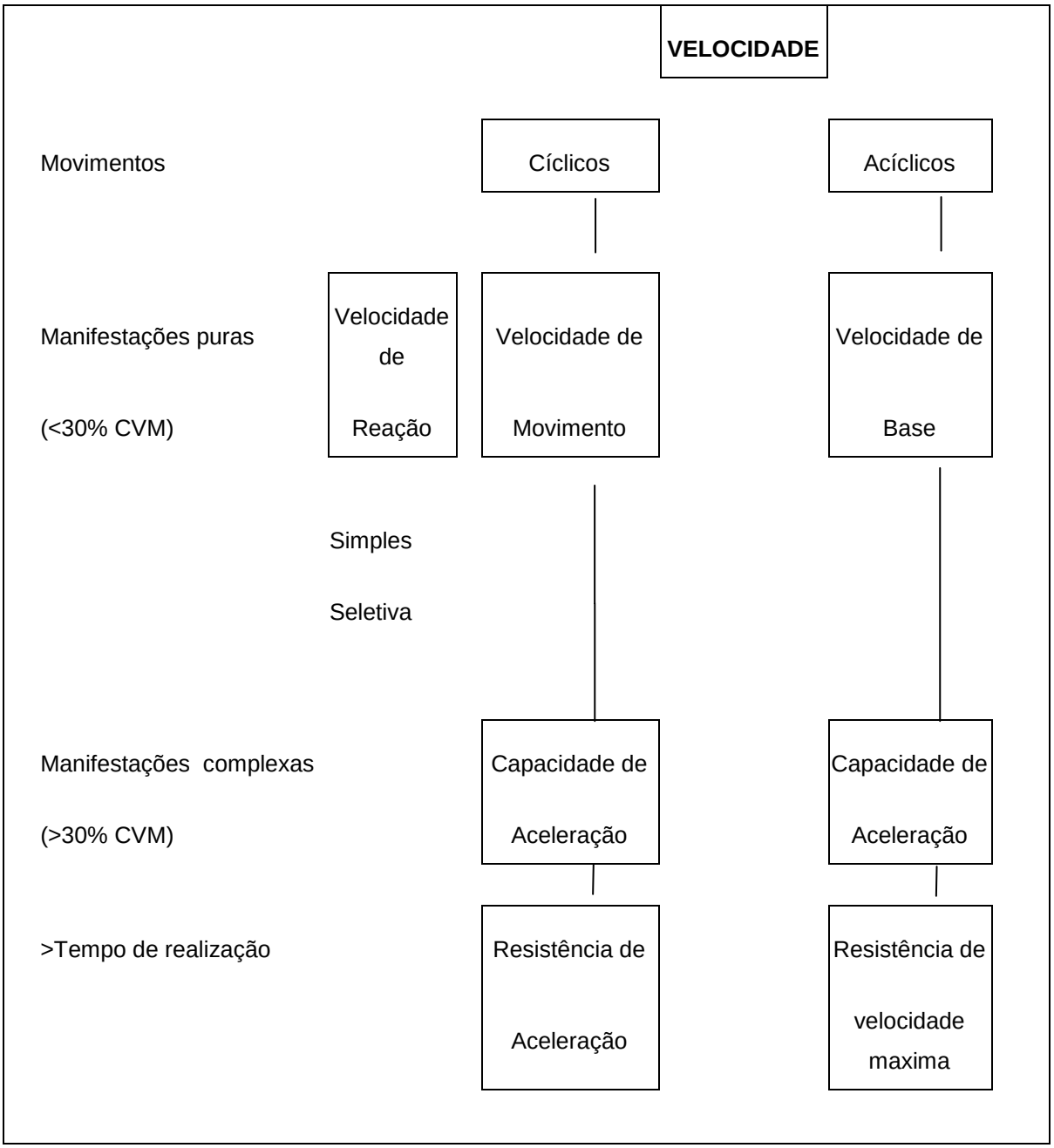

FIGURA 2: Estruturação da velocidade.
Fonte: Grosser, 1992, p.19)

De acordo com o modelo de Grosser (1992), a velocidade pode estar presente em movimentos cíclicos (ações que não possuem uma fase inicial e final bem definidas, uma vez que os gestos motores acontecem repetidamente ao longo do tempo) e em movimentos acíclicos (ações que possuem as fases inicial e final

bem definidas, ou seja, movimentos que não apresentam repetição de fases ao longo do tempo).

A velocidade apresenta manifestações puras e complexas, sendo que o critério de diferenciação entre essas manifestações ocorre pelo envolvimento maior ou menor que 30% da contração voluntária máxima (CVM) de um indivíduo: as formas puras apresentam um envolvimento da força menor que 30% da CVM e, por outro lado, as formas complexas apresentam um envolvimento da força maior que 30% da CVM. Isso pode afetar o tempo de execução de uma tarefa, pois quanto maior for a resistência externa a ser vencida, maior será a participação da força (>30% da CVM) para superar essa resistência e maior poderá ser o tempo de execução da tarefa.

As formas puras são compostas por velocidade de reação, velocidade de movimento ou de ação e velocidade frequencial ou de base. Pelo fato de a unidade de medida da velocidade de reação ser expressa em milisegundos (ms), o termo tempo de reação é comumente utilizado ao invés de velocidade de reação. Para Magill (2000), o tempo de reação pode ser definido como o tempo gasto entre o aparecimento do estímulo e o início da resposta. Esse tempo de reação pode ser simples (quando a resposta acontece em decorrência da apresentação de um único estimulo) ou de escolha (quando respostas específicas ocorrem em decorrência de estímulos específicos, ou seja, quando houver a presença de mais do que um estímulo, o indivíduo terá que optar por um deles, gerando uma resposta específica para o mesmo).

A velocidade de movimento, para Grosser (1992), pode ser definida como a capacidade de realizar movimentos acíclicos (únicos) com velocidade máxima frente a resistências baixas (<30% da CVM).

A velocidade frequencial, para o mesmo autor, pode ser definida como a capacidade de realizar movimentos cíclicos (ações iguais que vão se repetindo ao longo do tempo) com velocidade máxima frente a resistências baixas (<30% da CVM).

Por outro lado, as formas complexas são compostas por capacidade de aceleração ou velocidade inicial, resistência de aceleração e resistência de velocidade máxima ou resistência anaeróbica de curta duração.

A capacidade de aceleração pode ser definida como a capacidade de efetuar o maior valor de impulso para superar uma resistência no menor tempo possível e está presente nos movimentos cíclicos e acíclicos (GROSSER, 1992). Pode-se complementar que a aceleração corresponde à variação da velocidade no tempo e está presente no deslocamento de um corpo no espaço, através do aumento de sua velocidade nas fases iniciais do movimento.

A resistência de aceleração está presente em movimentos acíclicos e pode ser definida como a capacidade de resistir à diminuição da velocidade, causada pela fadiga, quando as velocidades de contração são máximas diante de resistências mais elevadas (GROSSER, 1992).

A resistência de velocidade máxima, segundo Grosser (1992), pode ser definida como a capacidade de resistir à diminuição da velocidade, causada pela fadiga, quando as velocidades de contração são máximas em movimentos cíclicos.

2.6 Relação entre força máxima e aceleração

A relação existente entre duas ou mais variáveis tem sido mensurada pela utilização de procedimentos estatísticos, sendo que a correlação é a técnica mais comumente utilizada para esse fim (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007). Para mensurar a força e a direção dessa relação, utiliza-se um coeficiente de correlação. Desse modo, se a relação entre as variáveis for positiva (um valor pequeno de uma variável é associado a um valor pequeno de outra variável e se o valor grande de uma variável é associado a um valor grande de outra variável) o maior valor do coeficiente de correlação encontrado poderá ser r = 1,00. Por outro lado, se a relação for negativa (um valor pequeno de uma variável é associado a um valor

grande de outra variável e se o valor grande de uma variável é associado a um valor pequeno de outra variável) o maior valor do coeficiente de correlação encontrado poderá ser r = - 1,00 (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007). Em relação à força de uma correlação, os valores dos coeficientes podem ser fracos ou baixos (<0,7), moderados (0,7-0,89) e fortes ou altos (>0,9), sendo que, em decorrência da direção da relação entre as variáveis, esses valores poderão ser positivos ou negativos (VESCOVI; McGUIGAN, 2008).

Para assegurar a interpretação do significado do coeficiente de correlação (r), recomenda-se a utilização de um coeficiente de determinação, que é obtido quando o coeficiente de correlação é elevado ao quadrado (r^2). De acordo com Thomas, Nelson e Silverman (2007), esse coeficiente de determinação (r^2) é utilizado para determinar a porção da associação comum dos fatores que influenciam as duas variáveis, ou seja, ele indica a porção da variância total em uma medida que pode ser explicada ou considerada pela variância em outra medida. Para Vescovi e McGuigan (2008), o r^2 pode também ser utilizado para examinar a quantidade de variância que pode ser explicada entre os testes. Usualmente, ele é expresso como porcentagem da variação e reflete o quanto os fatores de um teste estão associados ou podem ser explicados pelos fatores de outro teste (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007). Desse modo, Vescovi e McGuigan (2008) reportaram que quando o r^2 for menor do que 0,50, as variáveis devem ser consideradas específicas e independentes uma da outra.

Do ponto de vista biológico, a velocidade é altamente dependente da força e da coordenação (GROSSER; BRUGGEMANN; ZINTL, 1989). Tal fato pode ser justificado porque, para que haja um aumento ou diminuição da velocidade de um corpo, é necessária a ação de uma força durante um determinado intervalo de tempo (FERREIRA FILHO, 2003). Deve-se levar em consideração que a aplicação da força deve ser realizada de forma sincronizada, permitindo o recrutamento simultâneo de unidades motoras dentro de um mesmo músculo e/ou de músculos sinergistas, processos conhecidos como coordenação intra e inter muscular, respectivamente.

Dentro desse contexto, Grosser (1992) reportou que o treinamento da força é um pré-requisito para o desenvolvimento da velocidade. Além disso, um incremento

do potencial de força máxima em combinação com exercícios técnico-coordenativos aumenta significativamente o rendimento da velocidade complexa.

Para Stein (2000), a capacidade de acelerar é crítica para a velocidade de movimento e é influenciada pelo estágio de desenvolvimento da força máxima ou força rápida. Tal abordagem pode ser justificada pelo fato de o componente força máxima exercer uma influência na forma de manifestação força rápida. Sendo assim, quanto maior for a aplicação de força em um determinado tempo, maior poderá ser o impulso e quanto maior for o impulso, maior poderá ser a velocidade de deslocamento. Isso ocorre porque há uma relação direta entre o impulso e a velocidade de deslocamento.

Para verificar a influência da força muscular no desempenho de aceleração em jogadores de futebol, Chelly *et al*. (2009) realizaram um programa de treinamento de força, que teve a duração de 2 meses. As sessões de treinamento aconteciam duas vezes por semana e eram realizadas imediatamente antes do treinamento específico de futebol. Antes de iniciar as sessões de treinamento, os pesquisadores realizaram a mensuração de 1-RM no exercício agachamento, sendo que essa mensuração era novamente calculada e atualizada ao final de 4 semanas. O programa de treinamento de força consistiu de uma atividade preparatória em que os jogadores realizavam 7 repetições do exercício agachamento a 70% de 1-RM, depois eram realizadas 4 repetições a 80% de 1-RM, 3 repetições a 85% de 1-RM e 2 repetições a 90% de 1-RM. Apesar de não terem sido informados o número de séries realizadas e as pausas entre as repetições, esse programa melhorou o desempenho de força máxima e *sprint* em diferentes distâncias dos jogadores da categoria júnior. Entretanto, os autores não estudaram a existência de uma possível correlação entre essas duas variáveis.

Coelho *et al*. (2011) reportaram que a força máxima é o fator primordial para o desempenho de aceleração de jogadores de futebol em distâncias curtas. A justificativa dos autores se baseou no fato de os atletas terem um grande tempo de contato dos pés com o solo o que permite que altos valores de força sejam desenvolvidos. Desse modo, eles reportaram que a força máxima concêntrica torna-se determinante no desempenho de *sprint* em distâncias menores. Tal fato pode ser

justificado porque, para que a força máxima influencie predominantemente o desempenho de força rápida, a resistência a ser superada e o tempo de aplicação de força devem ser altos o suficiente para permitir a produção de um alto valor de impulso. Assim, como a resistência do corpo deverá ser superada com a utilização de apenas um membro inferior que estará aplicando força no solo, o que representará uma grande sobrecarga para esse segmento corporal, é necessária a aplicação de altos valores de força para que o indivíduo saia do seu estado inicial de repouso e atinja altos valores de velocidade em distâncias curtas.

3 METODOLOGIA

O método utilizado para a busca das referências referentes à relação entre força máxima e aceleração em jogadores de futebol consistiu no emprego das seguintes fontes para localizar estudos no contexto mundial: (a) busca eletrônica em bases de dados computadorizados no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e (b) citações dos artigos recuperados. As palavras-chaves utilizadas foram: *soccer, maximal strength, power, acceleration* e *sprint.* Foram revisados os artigos científicos selecionados nos últimos 20 anos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Relação entre a força máxima no exercício de agachamento e o desempenho de aceleração em jogadores de futebol

Conforme mostrado na tabela 1, cinco estudos verificaram a relação entre a força máxima, mensurada através dos valores de 1-RM, no exercício agachamento, e a capacidade de aceleração em jogadores de futebol.

TABELA 1
Relação entre a força máxima no exercício agachamento e a aceleração em jogadores de futebol

Estudos	Sujeitos	1-RM	*Sprint*	r	r^2	p
WISLOFF *et al*. (2004)	17 jogadores profissionais sexo: masculine idade média: 25,8	kg	10 m	0,94	0,88	< 0,001
			30 m	0,71	0,50	< 0,01
RONNESTAD *et al*. (2008)	21 jogadores profissionais sexo: masculine idade média: 23 e 24	kg/massa corporal	10 m	0,40	0,16	< 0,02
REQUENA *et al*. (2009)	21 jogadores semiprofissionais sexo: masculine idade média: 20	kg	15 m	- 0,47	0,22	< 0,05
CHELLY *et al*. (2010)	23 jogadores juniors sexo: masculine idade média: 17,2	kg	5 m	0,66	0,43	< 0,001
HELGERUD *et al*. (2011)	21 jogadores profissionais sexo: masculine idade média: 25	NI	10 m	-0,51	0,26	< 0,05
			10 m	-0,46	0,21	< 0,05

1-RM - uma repetição máxima; r - coeficiente de correlação; r^2 - coeficiente de determinação; p - nível de significância; kg - termos absolutos; kg/massa corporal - termos relativos; NI – dado não informado

Wisloff *et al*. (2004) reportaram a existência de uma relação significativa entre o desempenho de 1-RM e aceleração. Para esses autores, um maior nível de força máxima absoluta (kg) alcançada no exercício de meio agachamento resultou em melhores desempenhos nos tempos de *sprints* em distâncias de 0-10 e 0-30 m, com r = 0,94 e 0,71, respectivamente. Entretanto, pelo fato de se tratar de uma correlação inversa, esses valores do r deveriam ser negativos (r = - 0,71 e - 0,94). A justificativa encontrada pelos autores foi baseada nos conceitos da física, pois a equação que representa a segunda lei de Newton (F = M . a) pode ser analisada de uma outra maneira: a = F ÷ M. Essa equação mostra que a aceleração é diretamente proporcional à força aplicada em uma determinada massa. Assim, quanto maior for a aplicação de força, maior será a aceleração de um implemento ou segmento corporal.

Ronnestad *et al*. (2008) encontraram uma correlação significativa entre a força máxima relativa (kg/massa corporal) e o desempenho de *sprint* em distância de 10 m, com r = 0,40. Os autores não deixaram claro se a relação entre a força máxima e a aceleração foi realizada levando-se em consideração o tempo ou a velocidade no *sprint* de 10 m. Desse modo, não se pode afirmar a direção da correlação (direta ou inversa). Além disso, Ronnestad *et al*. (2008) submeteram os seus voluntários a um programa de treinamento de força durante 7 semanas. Esse programa aumentou a força máxima dos jogadores e melhorou o desempenho de *sprint* na distância de 10 m. A justificativa dos autores para essas melhoras no desempenho de corrida dos jogadores foi que o treinamento de força causou uma hipertrofia nas fibras musculares do tipo II e um aumento na área sob a curva força-velocidade (impulso).

Requena *et al*. (2009) acharam uma correlação significativa entre a força máxima absoluta (kg) e o desempenho de *sprint* em distância de 15 m, com r = -0,47 e um r^2 = 0,22. A justificativa fornecida pelos autores para uma correlação fraca entre essas variáveis foi baseada nos diferentes fatores fisiólogicos que determinam o desempenho nessas duas atividades. Por exemplo, o tempo permitido para produzir força em cada passada nos *sprints* é limitado (<300 ms), enquanto que o tempo para realizar o movimento de 1-RM não é limitado e geralmente excede 500 ms.

Chelly *et al*. (2010) reportaram uma correlação significativa entre a força máxima absoluta (kg) e a velocidade de *sprint* em distância de 5 m, com r = 0,66. Os autores citaram que o aumento no desempenho de 1-RM implica em uma melhoria no desempenho de *sprints* em distâncias curtas. A justificativa proposta pelos autores foi que a fase propulsiva da corrida, a qual requer a participação da contração concêntrica, é predominante durante as passadas em distâncias curtas. Portanto, como os jogadores realizaram o desempenho de 1-RM no agachamento partindo de uma posição agachada (joelhos flexionados a 90º) até alcançar a extensão completa dos mesmos, esse teste possibilitou verificar a força máxima concêntrica dos indivíduos. Assim, a ação muscular presente nesse teste de força máxima vai de encontro à ação muscular presente na fase propulsiva da corrida.

Helgerud *et al*. (2011) encontraram uma correlação significativa entre o desempenho de 1-RM e *sprint* em 10 m, antes e após o período de treinamento de oito semanas (r = - 0,51 e r = - 0,46, respectivamente). Entretanto, os autores não deixaram claro se as medidas de 1-RM foram obtidas em termos absolutos, relativos, ou alométricos, mas informaram que uma possível explicação para a diminuição nos resultados do pós-teste pode ter sido decorrente do *overtraining*, pois os jogadores retornaram de um período de duas semanas de pré-temporada, em que foram realizadas uma ou duas sessões de treinamento por dia, além da realização de dois jogos durante o período. Os autores, assim como *Wisloff et al*. (2004), também explicaram os seus achados de relação significativa entre as variáveis levando-se em consideração a segunda lei de Newton (F = M . a), uma vez que o aumento na força/massa corporal poderia melhorar o desempenho de aceleração.

Portanto, cinco estudos investigaram a relação da força máxima no exercício de agachamento (termos absolutos ou relativos) e o desempenho de aceleração (distâncias variadas) em jogadores de futebol. Wisloff *et al*. (2004) encontraram uma forte correlação entre a força máxima e o desempenho de aceleração em distâncias de 10 e 30 m. Entretanto, os resultados desse estudo diferem dos achados de Ronnestad *et al*. (2008), Requena *et al*. (2009), Chelly *et al*. (2010) e Helgerud *et al*. (2011), que encontraram correlações fracas ou moderadas entre essas duas variáveis. Fatores como a característica da amostra, procedimentos metodológicos utilizados nos testes e valores de referência adotados para quantificar uma relação

entre as variáveis analisadas podem ser a causa da divergêngia encontrada nesses estudos.

4.2 Relação entre o pico de torque da articulação do joelho e o desempenho de aceleração em jogadores de futebol

Sete estudos verificaram a relação entre a força máxima, mensurada no dinamômetro isocinético, e a capacidade de aceleração em jogadores de futebol. Os resultados estão apresentados na tabela 2.

TABELA 2
Relação entre o pico de torque do joelho no dinamômetro isocinético e a aceleração em jogadores de futebol

(Continua)

Estudos	Sujeitos	Pico de torque	*Vel. angular*	*Sprint*	r	r^2	p
COMETTI *et al*. (2001)	29 jogadores profissionais da primeira divisão	NI	NI	NI	NI	NI	> 0,05
	34 jogadores profissionais da segunda divisão						
	32 jogadores amadores						
	sexo: masculino						
	idade média: 26,1; 23,2 e 25,8						
DAUTY; BRYAND; POTIRON-JOSSE (2002)	20 jogadores profissionais	exc. flex. direito/massa corporal	60º/s	10 m	0,54	0,29	< 0,01
	sexo: masculino	exc. flex. direito/massa corporal	60º/s	20 m	0,47	0,22	< 0,05
	idade média: 23,5	exc. flex. esquerdo/massa corporal	60º/s	10 m	0,09	0,00	> 0,05
		exc. flex. esquerdo/massa corporal	60º/s	20 m	0,05	0,00	> 0,05
		con. ext. direito/massa corporal	180º/s	10 m	-0,20	0,04	> 0,05
		con. ext. direito/massa corporal	180º/s	20 m	-0,30	0,09	> 0,05
		con. ext. esquerdo/massa corporal	180º/s	10 m	-0,42	0,17	< 0,05
		con. ext. esquerdo/massa corporal	180º/s	20 m	-0,54	0,29	< 0,01
OZÇAKAR *et al*. (2003)	29 jogadores profissionais	con. ext. esquerdo	60º/s	5 m	-0,44	0,19	< 0,05
	sexo: masculino	con. ext. esquerdo	60º/s	10 m	-0,52	0,27	< 0,05
	idade média: 23,62	con. ext. esquerdo	60º/s	20 m	-0,58	0,33	< 0,05
		con. ext. direito	60º/s	5 m	-0,20	0,04	> 0,05
		con. ext. direito	60º/s	10 m	-0,40	0,16	< 0,05
		con. ext. direito	60º/s	20 m	-0,44	0,19	< 0,05
DAUTY; POTIRON-JOSSE (2004)	10 jogadores profissionais	con. ext. direito/massa corporal	180º/s	10 m	-0,60	0,36	< 0,001
	13 jogadores em formação	con. ext. esquerdo/massa corporal	180º/s	10 m	-0,58	0,33	< 0,001
	11 jogadores amadores						
	sexo: masculino						
	idade média: 25,6; 21 e 24,3						

TABELA 2
Relação entre o pico de torque do joelho no dinamômetro isocinético e a aceleração em jogadores de futebol

(Conclusão)

Estudos	Sujeitos	Pico de torque	*Vel. angular*	*Sprint*	r	r^2	p
REBELO; OLIVEIRA (2006)	23 jogadores profissionais	extensores	90º/s	15 m	0,31	0,09	> 0,05
	sexo: masculino	extensores	90º/s	35 m	0,06	0,03	> 0,05
	idade média: 25,7	extensores	360º/s	15 m	0,44	0,19	< 0,05
		extensores	360º/s	35 m	0,11	0,01	> 0,05
		flexores	90º/s	15 m	0,32	0,10	> 0,05
		flexores	90º/s	35 m	0,29	0,08	> 0,05
		flexores	360º/s	15 m	0,58	0,33	< 0,05
		flexores	360º/s	35 m	0,32	0,10	> 0,05
LEHANCE *et al*. (2009)	19 jogadores profissionais	con. ext. dominante	60º/s	10 m	-0,51	0,26	< 0,05
	20 jogadores sub-21	con. ext. dominante	240º/s	10 m	-0,28	0,07	< 0,05
	18 jogadores sub-17	con. flex. dominante	60º/s	10 m	-0,48	0,23	< 0,05
	sexo: masculino	con. flex. dominante	240º/s	10 m	-0,46	0,21	< 0,05
	idade média: 26,1; 19,5 e 15,7	exc. flex. dominante	30º/s	10 m	-0,14	0,01	> 0,05
		exc. flex. dominante	120º/s	10 m	-0,25	0,06	> 0,05
COTTE; CHATARD (2011)	14 jogadores profissionais	con. ext. esquerdo	60º/s	20-30 m	-0,60	0,36	< 0,05
	sexo: masculino						
	idade média: 24,2 e 26,5						

Vel. Angular - velocidade angular; r - coeficiente de correlação; r^2 - coeficiente de determinação; p - nível de significância; NI - dado não informado; exc. flex. - contração excêntrica dos flexores; con. ext. - contração dos extensores; con.flex. - contração dos flexores

Cometti *et al*. (2001) realizaram um estudo no qual foram realizadas as medidas do pico de torque dos músculos extensores e flexores do joelho em velocidades angulares distintas (60, 120, 180, 240 e 300º/s). O pico de torque excêntrico dos flexores do joelho foi verificado nas velocidades angulares de 60 e 120º/s. Por outro lado, o pico de torque concêntrico dos extensores do joelho foi verificado em todas as velocidades angulares mencionadas. O desempenho de aceleração foi verificado nas distâncias de 10 e 30 m. Os autores não encontraram correlações significativas entre os desempenhos de força máxima, mensurada no dinamômetro isocinético, e a aceleração (não foram mencionados detalhes sobre as variáveis analisadas na correlação). A justificativa para a ausência de correlação significativa foi o fato de que os testes realizados em aparelhos isocinéticos não refletem os movimentos dos membros inferiores realizados nos *sprints*.

Dauty, Bryand e Potiron-Josse (2002) reportaram uma correlação significativa entre o pico de torque excêntrico dos flexores do joelho direito a uma velocidade angular de 60º/s e os desempenhos de *sprint* em distâncias de 10 e 20 m (r = 0,54 e r = 0,47, respectivamente). Não houve correlação significativa para essa mesma velocidade angular quando as medidas foram realizadas com o joelho esquerdo. Para a velocidade angular de 180º/s, os autores encontraram uma correlação significativa do pico de torque concêntrico dos músculos extensores do joelho esquerdo em distâncias de 10 e 20 m (r = - 0,42 e r = - 0,54, respectivamente). Não houve correlação significativa para essa mesma velocidade angular quando as medidas foram realizadas com o joelho direito. Todas as medidas do pico de torque foram normalizadas pela massa corporal dos sujeitos. Os autores justificaram os resultados encontrados informando que a amostra foi composta por um número pequeno de sujeitos (20 jogadores, sendo 13 destros e 7 canhotos) e que o membro dominante nem sempre é o mais forte. Além disso, ressaltaram que os flexores do joelho têm um papel muito importante na proteção do joelho durante a ação excêntrica.

Ozçakar *et al*. (2003) encontraram uma correlação significativa entre o pico de torque concêntrico dos extensores do joelho esquerdo a uma velocidade angular de 60º/s e os desempenhos de *sprint* em distâncias de 5, 10 e 20 m (r = - 0,44, r = -

0,52 e r = - 0,58, respectivamente). Entretanto, quando essas medidas foram realizadas com o joelho direito, apenas foram encontradas correlações significativas para as distâncias de 10 e 20 m (r = - 0,40 e r = - 0,44, respectivamente). Os autores justificaram os resultados encontrados relatando que as ações dos extensores e flexores do joelho são cruciais para o desempenho da corrida e estabilização da articulação do joelho, respectivamente. Além disso, Ozçakar *et al*. (2003) enfatizaram que a força da musculatura envolvida com a articulação do joelho, medida no dinamômetro isocinético, pode fornecer uma ideia da condição física do atleta (principalmente durante um período de reabilitação), mas não deve substituir outras medidas relacionadas a testes funcionais.

Dauty e Potiron-Josse (2004) reportaram uma correlação significativa entre o pico de torque concêntrico dos extensores do joelho direito e esquerdo a uma velocidade angular de 180º/s e o desempenho de *sprint* na distância de 10 m (r = - 0,60 e r = - 0,58, respectivamente). Todas as medidas do pico de torque foram normalizadas pela massa corporal dos sujeitos. Pelo fato de os autores terem utilizados jogadores de diferentes níveis, eles deveriam ter informado se a correlação entre o desempenho de força máxima e a aceleração foi analisada considerando-se toda a amostra ou apenas um grupo específico. Tal fato é importante porque, de acordo com os autores, a idade também pode se relacionar com o desempenho de *sprint*, assim como outros fatores.

Rebelo; Oliveira (2006) encontrou uma correlação significativa entre a potência máxima (torque máximo em termos absolutos . velocidade angular) dos músculos extensores e flexores do joelho para a velocidade angular de 360º/s e o desempenho no *sprint* de 15 m, (r = 0,44 e r = 0,58, respectivamente). Pelo fato de se tratar de uma correlação inversa, os valores de r deveriam ser negativos (r = - 0,44 e r = - 0,58). Não foram observadas correlações significativas entre os resultados do *sprint* de 35 m e os valores da potência máxima dos músculos flexores e extensores do joelho nas duas velocidades angulares estudadas (90 e 360º/s). Deve-se salientar que os autores informaram que não houve diferença entre as medidas de potência no teste isocinético entre os membros dominante e não dominante. Os autores justificaram que a ausência de correlação significativa entre os desempenhos de potência máxima nas velocidades angulares de 90º/s e os

sprints de 15 e 35 m está provavelmente relacionada com as diferentes velocidades de movimento exigidas no teste isocinético e nos testes em campo. Por outro lado, as correlações significativas encontradas entre a potência máxima dos músculos extensores e flexores do joelho, para a velocidade angular de 360º/s e o desempenho no *sprint* de 15 m, podem ser justificadas pelo fato de que as exigências musculares no teste isocinético realizado em uma velocidade angular mais alta estão mais próximas das exigências funcionais no teste de *sprint* de 15 m.

Lehance *et al*. (2009) acharam uma correlação significativa entre o pico de torque concêntrico dos extensores do joelho nas velocidades angulares de 60 e 240º/s e o desempenho de *sprint* na distância de 10 m (r = - 0,51 e r = - 0,28, respectivamente). Correlações significativas também foram encontradas entre o pico de torque concêntrico dos flexores do joelho nas velocidades angulares de 60 e 240º/s e o desempenho de *sprint* na distância de 10 m (r = - 0,48 e r = - 0,46, respectivamente). Por outro lado, não foram encontradas correlações significativas entre o pico de torque excêntrico dos flexores do joelho nas velocidades angulares de 30 e 120º/s e o desempenho de *sprint* na distância de 10 m. Os autores não deixaram claro se as medidas de força máxima dos sujeitos foram normalizadas pela massa corporal quando as correlações foram realizadas. Entretanto, os autores informaram que o joelho do membro dominante foi utilizado para a análise quando a correlação foi realizada com o desempenho de *sprint* de 10 m. Lehance *et al*. (2009) concluíram que a importância da força muscular para o desempenho de *sprint* não é clara e que uma possível razão para a discrepância nos resultados encontrados entre os estudos é o fato de os mesmos terem utlizados amostras diferentes.

Cotte e Chatard (2011) reportaram uma correlação significativa entre o pico de torque concêntrico dos extensores do joelho na velocidade angular de 60º/s e o desempenho de *sprint* lançado na distância de 20 a 30 m (r = - 0,60). Não foram observadas correlações entre as distâncias de 10, 20 e 30 m com o pico de torque dos extensores do joelho em velocidades angulares diferentes. Foram realizadas medidas de torque máximo para ambos os joelhos e não foi encontrada diferença entre os mesmos. De acordo com os autores, a ausência de correlação entre o pico de torque e o tempo para percorrer a distância de 10 m não era esperada. A justificativa foi baseada na relação entre o tempo de contato dos pés com o solo e a

velocidade angular para a realização do movimento de extensão do joelho. Isso ocorre porque, nos primeiros metros da corrida, o tempo de contato dos pés com o solo é maior do que em distâncias maiores. Além disso, para velocidades angulares baixas, os jogadores têm um maior tempo para produção de força. Dessa maneira, era esperada uma correlação significativa para o *sprint* realizado na distância de 10 m, uma vez que os jogadores teriam um maior tempo para a geração de força concêntrica nessa distância.

Com base nas informações apresentadas, o estudo de Cometti *et al*. (2001) foi o único que não encontrou correlação significativa entre o desempenho de força máxima, mensurada no aparelho isocinético, e o desempenho de aceleração em jogadores de futebol em qualquer das velocidades angulares investigadas no estudo. Os achados desse estudo diferem dos resultados de Dauty, Bryand e Potiron-Josse (2002), Ozçakar *et al*. (2003), Dauty e Potiron-Josse (2004), Rebelo; Oliveira (2006), Lehance *et al*. (2009) e Cotte e Chatard (2011), que encontraram correlações significativas entre o desempenho de força máxima, mensurada no aparelho isocinético (termos absolutos ou relativos), e o desempenho de aceleração (distâncias variadas) em jogadores de futebol em, pelo menos, uma das velocidades angulares investigadas. Fatores como a característica da amostra, procedimentos metodológicos utilizados nos testes e falta de especifidade entre os gestos motores das variáveis utilizadas nos dois testes podem ser a causa da divergêngia encontrada nos estudos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante salientar que as correlações apenas apresentam dados informativos sobre a associação entre variáveis, mas não permitem afirmar que existe uma relação de causa e efeito entre as mesmas. Os resultados obtidos nos trabalhos revisados mostraram que a maioria dos estudos encontrou uma relação significativa entre os desempenhos de força máxima e aceleração. Os maiores valores de correlação entre essas duas medidas foram reportados quando as medidas de força máxima foram realizadas no exercício agachamento. Tal fato mostra a importância de se realizar testes que se aproximam das ações motoras características da modalidade esportiva. Entretanto, diferenças nos procedimentos metodológicos utilizados nos testes e nas características da amostra contribuem para a existência de vários achados contraditórios na literatura. Além disso, o ciclo de alongamento-encurtamento, a força explosiva e a técnica de corrida também podem influenciar o desempenho de aceleração em jogadores de futebol. Portanto, estudos que investiguem o mecanismo biomecânico da corrida e outros mecanismos fisiológicos da força muscular são necessários.

REFERÊNCIAS

ALEMDAROGLU, U. The relationship between muscle strength, anaerobic performance, agility, sprint ability and vertical jump performance in professional basketball players. **Journal of Human Kinetics**, v.31, p.149-158, 2012.

ALMEIDA, C.M.P. **Capacidade de sprints repetidos e os níveis de potência muscular em jogadores de futebol profissional**. 2009. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BAKER, D.; NANCE, S. The relation between running speed and measures of strength and power in professional rugby league players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.13, n.3, p.230-235, 1999.

BOSCO, C. **Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista**. Barcelona: Paidotribo, 1990.

CHAGAS, M.H.; LIMA, F.V. Capacidade força muscular: estruturação e conceito básico. In: SAMULSKI, D.; MENZEL, H. J.; PRADO, L. S. (Ed.). **Treinamento esportivo**. Barueri: Manole, 2013. cap. 4, p. 89-110.

CHAOUACHI, A. *et al*. Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.5, p.1570-1577, 2009.

CHELLY, M.S. *et al*. Effects of a back squat training on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players**. Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.8, p. 2241-2249, 2009.

CHELLY, M.S. *et al*. Relationships of peak leg power, 1 maximal repetition half back squat, and leg muscle volume to 5-m sprint performance of junior soccer players**. Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.1, p. 266-271, 2010.

COELHO, D.B**. Determinação da intensidade relativa de esforço de jogadores de futebol de campo durante jogos oficiais, usando – se como parâmetro as medidas da frequência cardíaca**. 2005. 114f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

COELHO, D.B. *et al*. Correlação entre o desempenho de jogadores de futebol no teste de sprint de 30 m e no teste de salto vertical. **Motriz**, v.17, n.1, p.63-70, 2011.

COMETTI, G. *et al*. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur french soccer players. **International Journal of Sports Medicine***,* v.22, n.1, p. 45-51, 2001.

COTTE, T; CHATARD, J-C. Isokinetic strength and sprint times in English premier league football players. **Biology of Sport**, v.28, n.2, 2011.

CRONIN, J.B.; HANSEN, K.T. Strength and power predictors of sports speed. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.2, p.349-357, 2005.

DAUTY, M.; POTIRON-JOSSE, M. Correlations and differences of performance between soccer players, professionals, young players and amateurs, from the 10-m sprint test and knee isokinetic assessment. **Science & Sports**, v.19, n.2, p.75-79, 2004.

DAUTY, M.; BRYAND, F.; POTIRON-JOSSE, M. Relation between isokinetic torque, jump and sprint in high-level soccer player. **Science & Sports**, v.17, n.3, p.122-127, 2002.

DI SALVO, V. *et al*. Sprinting analysis of elite soccer players during European champions league and UEFA cup matches. **Journal of Sports Sciences**, v.28, n.14, p.1489-1494, 2010.

DOWSON, M.N. *et al*. Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprinting running performance. **Journal of Sports Sciences**, v.16, n.3, p.257-265, 1998.

EKBLOM. B. Applied physiology of soccer. **Sports Medicine**, v.3, n.1, p.50-60, 1986.

FERREIRA FILHO, E. **Análise da velocidade e agilidade de atletas jovens das modalidades esportivas de quadra**. 2003. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION. Disponível em: <http://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/refereeing/81/42/36/lawsofthegame_2012_e.pdf>. Acesso em 10 dez. 2012.

GIACOMINI, D.S. **Conhecimento tático declarativo e processual no futebol:** estudo comparativo entre jogadores de diferentes categorias e posições. 2007. 143f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

GOMES, A.C.; SOUZA, J. **Futebol:** treinamento desportivo de alto rendimento. Porto Alegre: Artmed, 2008.

GROSSER, M. **Entrenamiento de la velocidad:** fundamentos, métodos y programas. Barcelona: Ediciones Martínez Roca, 1992.

GROSSER, M., BRUGGEMANN, P., ZINTL, F. **Alto rendimiento deportivo:** planificación y desarrollo. Barcelona: Ediciones Martínez Roca, 1989.

HELGERUD, J. *et al*. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Medicine & science in sports & exercise**., v.33, n.11, p.1925-1931, 2001.

HELGERUD, J. *et al*. Strength and endurance in elite football players. **International Journal of Sports Medicine**, v.32, n.9, p.677-682, 2011.

HOFF, J. *et al*. Soccer specific aerobic endurance training. **British Journal of Sports Medicine**, v.36, n.3, p.218-221, 2002.

HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. **Journal of Sports Science**, v.23, n.6, p.573-582, 2005.

HORI, N. *et al*. Does performance of hang power clean differentiate performance of jumping, sprinting, and changing of direction? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.2, p.412-418, 2008.

JOVANOVIC, M. *et al*. Effects of speed, agility, quickness training method on power performance in elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.5, p.1285–1292, 2011.

KIN-ISLER, A. *et al*. The relationship between anaerobic performance, muscle strength and sprint ability in American football players. **Isokinetics and Exercise Science**, v.16, n.2, p. 87-92, 2008.

LEHANCE, C. *et al*. Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v.19, n.2, p.243-251, 2009.

MAGILL, R.A. **Aprendizagem motora:** conceitos e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

McBRIDE, J.M. *et al*. Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.6, p.1633-1636, 2009.

MEYLAN, C.; MALATESTA, D. Effects of in-season plyometric training whithin soccer practice on explosive actions of young players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.9, p.2605-2613, 2009.

MORTIMER, L. *et al*. Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de fuebol. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto,** v.6, n.2, p.154-159, 2006.

NEWMAN, M.A.; TARPENNING, K. M.; MARINO, F. E. Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p.867-872, 2004.

OZÇAKAR, L. *et al*. Comprehensive isokinetic knee measurements and quadriceps tendon evaluations in footballers for assessing functional performance. **British Journal of Sports Medicine**, v.37, n.6, p.507-510, 2003.

RÉ, A.H.N. **Desempenho de adolescentes no futsal:** relações com medidas antropométricas, motoras e tempo de prática. 2007. 125f. Tese (Doutorado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

REBELO, A.N.; OLIVEIRA, J. Relação entre a velocidade, a agilidade e a potência muscular de futebolistas profissionais. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto,** v.6, n.3, p.342-346, 2006.

REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **Journal of Sports Sciences**, v.18, n.9, p.669-683, 2000.

REQUENA, B. *et al*. Functional performance, maximal strength, and power characteristics in isometric and dynamic actions of lower extremities in soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.5, p.1391-1401, 2009.

RONNESTAD, B.R. *et al*. Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.3, p.773-780, 2008.

SLEIVERT, G.; TAINGAHUE, M. The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v.91, n.1, p.46-52, 2004.

SOARES, V.O.V. **Análise do processo de Ensino-Aprendizagem-Treinamento nas categorias de base do futebol:** relação com as capacidades cognitivas e motoras. 2011. 236f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Esporte) – Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

STEIN, N.O treinamento da velocidade no esporte. In: ELLIOTT, B.; MESTER, J. (Ed.). **Treinamento no esporte:** aplicando ciência no treinamento. São Paulo: Phorte, 2000. Cap. 7, p. 335-405.

STOLEN, T. *et al*. Physiology of soccer: an update. **Sports Medicine**, v.35, n.6, p.501-536, 2005.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

VESCOVI, J.D.; McGUIGAN, M. R. Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. **Journal of Sports Sciences**, v.26, n.1, p. 97-107, 2008.

WISLOFF, U. *et al*. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v.38, n.3, p.285-288, 2004.