

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

RAFAEL ALKMIN REIS

**ANÁLISE DA
REPRODUTIBILIDADE DO LABEX-
TEST E SUA RELAÇÃO COM OS
PARÂMETROS VENTILATÓRIOS**

Campinas
2008

RAFAEL ALKMIN REIS

**ANÁLISE DA
REPRODUTIBILIDADE DO LABEX-
TEST E SUA RELAÇÃO COM OS
PARÂMETROS VENTILATÓRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Graduação) apresentado à Faculdade de
Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do
título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: René Brenzikofer
Co-Orientador: Denise Vaz de Macedo

Campinas
2008

RAFAEL ALKMIN REIS

**ANÁLISE DA REPRODUTIBILIDADE DO
LABEX-TEST E SUA RELAÇÃO COM OS
PARÂMETROS VENTILATÓRIOS**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por Rafael Alkmin Reis e aprovado pela Comissão julgadora em: 28/11/2008.

René Brenzikofer
Orientador

Sergio Augusto Cunha

Campinas
2008

REIS, Rafael. ANÁLISE DA REPRODUTIBILIDADE DO LABEX-TEST E SUA RELAÇÃO COM OS PARÂMETROS VENTILATÓRIOS. 2007. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

RESUMO

A capacidade de realizar esforços máximos repetidamente é importante para um bom desempenho em modalidades de caráter intermitente. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a reprodutibilidade de uma nova metodologia de avaliação da capacidade de realizar sprints consecutivos, denominada Labex-Test (LT), e investigar sua possível relação com parâmetros ventilatórios. O LT consiste na realização de "n" sprints de 30 m em intensidade máxima, intercalados por 20 segundos de pausa ativa. Todo o percurso é monitorado por um conjunto de fotocélulas posicionadas a cada 6 m. A avaliação é finalizada quando o atleta atinge um decréscimo de 10% em relação à sua velocidade inicial. Foram feitos um teste e dois re-testes para mensurar a reprodutibilidade das variáveis estudadas. O LT apresentou os seguintes valores de coeficiente médio de variação: 0,0199; 0,533; 0,2326 e 0,2967 para velocidade inicial, aceleração nos primeiros 6 m, coeficiente angular da velocidade em 30 m e número de sprints para 10% de queda de performance, respectivamente. Não foram observadas correlações significativas entre os parâmetros ventilatórios (L1, L2 e VO_{2max}) e o número de sprints efetuados. O LT se mostrou uma ferramenta de avaliação com grande potencial e de alta especificidade para os esportes de caráter intermitente.

Palavras-Chaves: sprints repetitivos; futebol; reprodutibilidade; VO_2 máximo

REIS, Rafael. ANALISYS OF THE RELIABILITY OF THE LABEX-TEST AND ITS RELATION WITH VENTILATORY PARAMETERS. 2007. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ABSTRACT

The ability to make maximum efforts repeatedly is important to have success in sport with intermittent feature. This study aimed to evaluate the reproducibility of a new methodology for assessing the capacity to do consecutive sprints, called Labex-Test (LT), and investigate their possible correlation with ventilatory parameters. The LT is the realization of an unspecified number of sprints of 30 meters at maximum intensity, interspersed by 20 seconds of active recovery. All the path is monitored by a set of fotocells placed every 6 m. The test is finished when the athlete reaches a decrease of 10% compared to its initial velocity adjusted in 30m (V30AJ). We made a test and two re-tests to measure the reproducibility of variables. The LT presented the following coefficient of variation: 0.0202, 0.0199; 0.533; 0.2326 and 0.2967 for maximum speed during the best sprint, V30AJ, acceleration in the first 6 m, the slope of speed on 30 and number of sprints to 10% drop in performance, respectively. There were no significant correlations between ventilatory parameters (L1, L2 and VO₂max) and the number of sprints made. The LT has been a tool for measuring the repeated sprint ability with great potential and high specificity to the intermittent sports.

Keywords: repeated sprint ability; soccer; reliability; VO₂ max

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Evolução no tempo da ressíntese da fosfocreatina muscular durante recuperação do exercício de alta intensidade	19
Figura 2 -	Esquema ilustrativo referente ao protocolo do LABEX-TEST.....	23
Figura 3 -	Exemplo de gráfico referente à performance no LABEX-TEST.....	24
Figura 4 -	Correlação entre o número de sprints e a velocidade inicial ajustada em 30 metros	27
Figura 5 -	Gráfico de dispersão e valor de r^2 entre limiar ventilatório e número de tiros para 10% de queda de performance no LABEX-TEST	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Diferentes protocolos de avaliação da capacidade de realizar sprints repetidamente.	16
Tabela 2 -	Erro típico e coeficiente de variação das variáveis obtidas com o LABEX-TEST	26
Tabela 3 -	Valores de r^2 para os estágios de PCR e $VO_{2máx}$	29

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

LT	LABEX-TEST
E.T.	ERRO TÍPICO
C.V.	COEFICIENTE DE VARIACÃO
RSA	REPEATED SPRINT ABILITY
V_{máx}	VELOCIDADE MÁXIMA NO LABEX-TEST
V_{30AJ}	VELOCIDADE AJUSTADA NOS 30 METROS
Tiros_{10%}	TIROS PARA 10% DE QUEDA DE PERFORMANCE NO LABEX-TEST
vLV	VELOCIDADE DE LIMIAR VENTILATÓRIO
VO₂LV	CONSUMO DE OXIGÊNIO NA INTENSIDADE DE LIMIAR VENTILATÓRIO
vPCR	VELOCIDADE REFERENTE AO PONTO DE COMPENSAÇÃO RESPIRATÓRIA
VO₂PCR	CONSUMO DE OXIGÊNIO NA INTENSIDADE DE PONTO DE COMPENSAÇÃO RESPIRATÓRIA
vVO₂máx	VELOCIDADE DE VO ₂ MÁXIMO
VO₂máx	CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO
FEF	FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
UNICAMP	UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

SUMÁRIO

1	Introdução	10
2	Demandas físicas no futebol.....	12
2.1	Vias metabólicas envolvidas nos esforços máximos e intermitentes.....	13
3	Testes de controle da capacidade de realizar sprints repetidamente ou <i>repeated sprint ability</i> (RSA).	16
3.1	LABEX-TEST: uma nova ferramenta para avaliar a RSA.....	17
4	Reprodutibilidade na mensuração da performance esportiva.....	20
5	Objetivos.....	22
6	Materiais e Métodos.....	23
7	Resultados e Discussão.....	26
7.1	Reprodutibilidade do LABEX-TEST.....	26
7.2	Correlações entre número de sprints e parâmetros ventilatórios.....	28
8	Conclusões.....	32
9	Referências Bibliográficas	33

1 Introdução

“...As ciências humanas não tem consciência dos caracteres físicos e biológicos dos fenômenos humanos. As ciências naturais não tem consciência da sua inscrição numa cultura, numa sociedade, numa história. As ciências não tem consciência dos princípios ocultos que comandam as suas elucidações. As ciências não tem consciência de que lhes falta uma consciência...”

(Edgar Morin)

A maioria das atividades empreendidas pela educação física e as ciências do exercício envolvem medições. Dados são coletados de voluntários em um experimento científico, resultados de avaliações são obtidos a partir de estudantes em aulas de educação física convencionais, diversas medições são realizadas em atletas, e assim por diante. O objetivo é o mesmo em todas estas instâncias: medir de maneira mais exata e precisa possível a variável de interesse do pesquisador. Em certas áreas, como na fisiologia do exercício, freqüentemente é possível medir alguns atributos de maneira direta, em outros casos, como na psicologia do esporte, diversos aspectos são quantificados obrigatoriamente de maneira indireta. Contudo, conceitos básicos sobre medições são aplicados em todas as áreas (SAFRIT, WOOD, 1989).

Antigamente, educadores físicos voltavam sua atenção de maneira prioritária para medidas de caráter estritamente físicas. Edward Hitchcock, freqüentemente chamado de o pai das medições em educação física, já usava corriqueiramente em seus trabalhos, que datam de antes do ano de 1800, medições antropométricas. Hitchcock, médico de formação, estava primeiramente interessado na simetria e proporção corporal, e prescrevia exercícios físicos com o

intuito de alterar a estrutura e o tamanho do corpo. Seu interesse logo se estendeu para a medição da força, especialmente aquela produzida pelos membros superiores. (SAFRIT, WOOD, 1989)

Na virada do século, houve considerável interesse nas medições envolvendo as funções cardiorespiratórias. Isso foi possível, graças ao desenvolvimento de medidas de resistência e testes que avaliavam o funcionamento do coração e do pulmão. O primeiro teste relacionado ao funcionamento cardíaco, foi desenvolvido por C. Ward Crampton em 1905 e intitulado *Blood Ptosis Test*. Crampton notou alterações na frequência cardíaca e na pressão arterial em sujeitos que assumiam a posição ereta a partir da posição de supino (SAFRIT, WOOD, 1989).

Mudando para o desenvolvimento de testes específicos para habilidades esportivas, a primeira versão deste tipo de avaliação foi desenvolvida por David Brace em 1924, que sistematizou algumas tentativas de mensuração de um conjunto de habilidades específicas para o basquete. Em seu livro de 1930, Bovard e Cozens notaram que esta área, envolvendo testes de habilidade, era relativamente pouco explorada. Eles identificaram que por volta do ano de 1916, houve uma larga expansão curricular no campo da Educação Física, que a partir desta época passou a englobar os jogos e os esportes. Por conta desta expansão, os autores ressaltaram que estes profissionais precisariam necessariamente estar preparados para avaliar e quantificar não só habilidades esportivas específicas, como também outros aspectos que envolviam a atividade física (SAFRIT, WOOD, 1989).

Atualmente, no contexto esportivo, vários métodos de avaliação do desempenho são constantemente empregados. Dada a heterogeneidade de gestos técnicos que compõem as mais variadas modalidades, diversos modelos de avaliação envolvendo as diferentes capacidades biomotoras, força, velocidade e resistência (*endurance*) são frequentemente utilizadas no intuito de construir um perfil do atleta. Assim, é possível identificar prováveis potencialidades ou lacunas durante o processo de preparação (SVENSSON, DRUST 2005).

Independentemente da aptidão física que se deseja analisar, é importante que haja similaridade metabólica entre as exigências motoras contidas na modalidade de estudo e a avaliação física escolhida. Para tal objetivo, é bastante usual a quantificação destas ações motoras e a associação destas com a duração do estímulo e sua respectiva intensidade.

2 Demandas físicas no futebol

Como visto o futebol é um esporte bastante popular no mundo, praticado por homens, mulheres, crianças e adultos, com diferentes níveis de aptidão física. Como outros esportes, o futebol não é considerado ciência, mas sim, se beneficia do conhecimento científico para otimizar a performance de seus praticantes (STOLEN et al. 2005). No âmbito esportivo a performance esta relacionada não só com o rendimento técnico do atleta, aspectos psicológicos, táticos e fisiológicos também são apontados como relevantes para o êxito na prática de determinada modalidade. Os cientistas do esporte tem se empenhado em estudos que abordem todas estas temáticas, visando interpretar a luz da ciência este complexo fenômeno chamado futebol.

Várias análises, visando quantificar as diversas ações executadas durante uma partida de futebol já foram realizadas descrevendo assim, o perfil da modalidade futebol (KRUSTRUP, BANGSBO 2001; MOHR et al. 2003; BANGSBO et al. 2006). Os dados atuais indicam que um jogador de futebol de elite percorre durante uma partida em média cerca de 10 a 13 km, sendo os meio-campistas aqueles que desempenham as maiores distâncias em comparação com os demais jogadores. Embora a maior parte desta distância percorrida seja realizada em baixa intensidade (andar e trotar levemente) existe alternância com momentos de maior intensidade, e conseqüentemente maior demanda energética, como por exemplo, os *sprints* (BANGSBO et al. 2006). Dessa forma, o jogador deve possuir uma grande capacidade de recuperação nos momentos de baixa intensidade para, assim que solicitado poder ter um desempenho satisfatório nos períodos decisivos, de alta intensidade, mantendo o maior tempo possível o seu melhor desempenho de aceleração e velocidade. Essa capacidade de realizar vários *sprints* consecutivos possui importância não apenas para os piques em velocidade máxima, mas também para o domínio da bola, passes e dribles (EKBLUM, 1986).

Em seu estudo (MOHR et al. 2003) mostraram que a soma dos esforços intensos executados durante o jogo diferencia os jogadores de elite dos jogadores de futebol de nível inferior. Em seu estudo, que quantificou as ações intensas de jogadores em nível de seleção

nacional e de jogadores profissionais de menor status, os autores observaram que jogadores de elite realizam 28% mais corridas em alta velocidade (2,43 vs 1,9 km) e 58% mais *sprints* (650 vs 410m) que os jogadores de menor expressão. Neste mesmo estudo os autores compararam também a frequência com que os *sprints* ocorriam durante uma partida tanto no primeiro quanto no segundo tempo. O resultado foi o seguinte: jogadores de elite desenvolveram em média 22 ± 2 e 17 ± 1 *sprints* durante o primeiro e o segundo tempo de jogo, respectivamente, enquanto os jogadores de nível mediano realizaram em média 14 ± 1 e 12 ± 1 durante os mesmos momentos da partida. Isso indica que os jogadores de melhor nível são submetidos a um menor tempo de recuperação entre um *sprint* e outro.

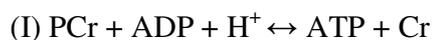
Estas considerações mostram que, a avaliação da capacidade de realizar *sprints* consecutivos é importante para o entendimento das limitações no rendimento e causas da fadiga em uma atividade como o futebol e possivelmente na maioria dos desportos intermitentes, pois é uma capacidade onde todas as vias fornecedoras de energia estão no seu máximo, alternando com períodos curtos de recuperação. É importante, portanto, observar este fenômeno da realização dos sprints de máxima intensidade efetuados repetidamente do ponto de vista metabólico e tentar compreender como a célula muscular responde a este tipo de estímulo. Nossa intenção, é elaborar um teste de avaliação da capacidade de realizar sprints repetidamente que seja coerente metabolicamente e consiga ao mesmo tempo discriminar indivíduos para esta habilidade.

2.1 Vias metabólicas envolvidas nos esforços máximos e intermitentes

O músculo é o órgão essencial para a motricidade e utiliza somente ATP como fonte de energia. A energia contida na ligação dos dois últimos grupos fosfatos da molécula de ATP é utilizada não somente para o mecanismo de contração muscular *per se*, mas também para processar a condução dos impulsos nervosos e garantir as reações do metabolismo, necessárias para a manutenção da atividade contrátil. Contudo, a concentração intramuscular de ATP é bastante limitada, cerca de 20-25 mmol/kg de matéria seca (GAITANOS et al. 1993; DAWSON et al. 1997), suficiente para poucos segundos de contração. Isso impõe uma ressíntese contínua do

ATP, que é feita durante o esforço predominantemente pelas vias metabólicas que não utilizam O_2 e, durante a pausa entre os esforços pela via oxidativa, que utiliza o O_2 molecular para a ressíntese de ATP.

- ✓ **Fosfocreatina:** A fosfocreatina (PCr) é a reserva imediata de ATP. É um composto rico em energia ($\Delta G = -43$ kJ/mol), armazenado no citosol da célula musculatur já fosforilado, e pode ser utilizado através de uma única reação química independente de O_2 , catalisada pela enzima creatina cinase (CK):



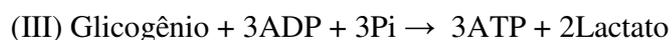
Estudos mostraram que os estoques intramusculares de PCr no repouso variam entre 75-85 mmol/kg de matéria seca (GAITANOS, 1993; DAWSON, 1997). Esta quantidade de PCr no músculo esquelético seria suficiente para fornecer energia para cerca de 5 segundos em *sprint* máximo (SPENCER, 2005). Normalmente durante um único *sprint* os estoques de PCr não são completamente depletados (SPENCER ET AL. 2005). Porém, a capacidade de sustentar força e potência por um determinado período de tempo parece estar relacionada tanto com a disponibilidade de PCr, quanto com a garantia da manutenção do *pool* de nucleotídeos de adenina intramusculares como mostra a reação a seguir (GREENHAFF, TIMMONS 1998).

Durante exercícios intermitentes de alta intensidade, quando a rapidez de quebra do ATP excede a velocidade de fosforilação do ADP, pode ocorrer acúmulo de ADP na musculatura, com ativação da enzima mioquinase, que catalisa a seguinte reação:



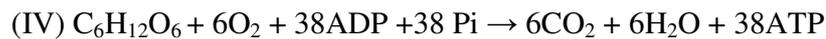
A desaminação subsequente do AMP a IMP é importante para permitir a ressíntese de ATP por essa via. O IMP é transformado em hipoxantina, que é substrato para duas enzimas, a hipoxantina fosforibosiltransferase, responsável pela síntese de novos nucleotídeos de adenina e a enzima xantina desidrogenase, que catalisa a produção de ácido úrico a partir de hipoxantina, através de uma reação irreversível, resultando numa perda líquida de ATP no músculo (BALSOM ET AL. 1995).

- ✓ **Glicólise Anaeróbica:** A glicólise anaeróbica envolve a quebra parcial do glicogênio em ATP e lactato, através da ação de 11 enzimas citosólicas (Glaister 2005):



Bangsbo *et al.* monitoraram 31 jogadores da quarta divisão da liga dinamarquesa durante uma partida de futebol através de diversos marcadores fisiológicos e metabólicos. O lactato muscular encontrado antes e depois do jogo estava em $4,2 \pm 0,5$ e $13,0 \pm 1,8$ mmol/kg de matéria seca, respectivamente. Já o glicogênio muscular, analisado nos mesmos momentos, apresentou valores de 449 ± 23 e 255 ± 22 mmol/kg de matéria seca, mostrando um grande consumo de glicogênio durante a partida e sua relação com a concentração de lactato encontrada, evidenciando assim, a ativação dessa via metabólica durante a partida (BANGSBO *et al.* 2006).

- ✓ **Metabolismo Aeróbico:** O metabolismo aeróbico ou oxidativo é a principal via de ressíntese de ATP na pausa entre esforços intensos, no repouso, e em atividades de intensidades moderadas. Após um esforço máximo o ATP ressintetizado pela via aeróbica é proveniente principalmente da oxidação da glicose:



Ou seja, a ressíntese de PCr e a oxidação do lactato pós-exercício intermitente são processos dependentes de oxigênio, sendo, portanto, limitados pela velocidade da fosforilação oxidativa e pela recuperação do pH intramuscular (GREENHAFF, TIMMONS 1998; MUJIK A ET AL. 2000; GLAISTER 2005).

3 Testes de controle da capacidade de realizar sprints repetidamente ou *repeated sprint ability (RSA)*

A literatura apresenta um número crescente de trabalhos que utilizam testes de controle que avaliam a capacidade de realizar *sprints* consecutivos. Há de se notar a diversidade de protocolos e modelos de avaliação já descritos na literatura. A Tabela 1 apresenta alguns destes protocolos realizados em pista ou esteira, distância percorrida durante o estímulo, duração, número de repetições e duração da pausa entre os *sprints*. (adaptado de SPENCER ET AL. 2005).

Tabela 1: Diferentes protocolos de avaliação da capacidade de realizar sprints repetidamente.

Estudo	Modo de Execução	Distância do Sprint	Duração Sprint (s)	Número Repetições	Pausa (s)	Modelo de pausa
Aziz et al.	Corrida Pista	40	~5.5	8	30	ativa
Balsom et al.	Corrida Pista	15	~2.6	40	30	passiva
Fitzsimons et al.	Corrida Pista	40	~5.8	6	24	ativa
Gaitanos et al.	Corrida Esteira	-	6	10	30	passiva
Mugika et al.	Corrida Pista	15	~2.3	6	24	NM
Wragg et al.	Corrida Pista	34.2	~7.5	7	25	ativa
Wadley e Le Rossignol	Corrida Pista	20	~3	12	~17	NM

Alguns desses autores (WRAGG et al. 2000; BISHOP, et al. 2001; PSOTTA, et al. 2005; RAMPININI, et al. 2007; AZIZ, et al. 2008; IMPELLIZZERI, et al. 2008) descreveram e validaram testes específicos para o futebol, ou para outro desporto intermitente para mensurar a

RSA que fornecem principalmente o tempo do melhor *sprint*, somatória dos tempos de todos os *sprints* efetuados e índice de fadiga (SVENSSON, DRUST 2005).

O índice de fadiga tem sido calculado da seguinte forma: divide-se o tempo total de todos os sprints executados pelo tempo do melhor sprint multiplicado pelo número de sprints realizados. O número proveniente desta razão é subtraído por 1 e multiplicado por 100, fornecendo assim o percentual de queda de performance. No entanto, é importante observar que a quase totalidade dos testes descritos possuem um protocolo com um número fixo de *sprints*, o que não permite diferenciar os sujeitos em relação a quantidade de *sprints* repetitivos possíveis.

3.1 LABEX-TEST: uma nova ferramenta para avaliar a RSA

Em exercícios vigorosos, com grande recrutamento de fibras musculares, ocorre um predomínio das fontes anaeróbicas de energia, uma vez que estes substratos sintetizam o ATP de maneira muito rápida e eficiente. Já em atividades de menor intensidade a demanda energética é atenuada, e o ATP é oriundo principalmente das vias oxidativas. As principais fontes anaeróbicas de energia são a fosfocreatina (PCr), equação I, e a glicólise anaeróbica, equação III.

O protocolo do LABEX-TEST se caracteriza pela realização de esforços máximos, sprint de 30 metros, intercalados por 20 segundos de pausa ativa, trote realizado em baixa intensidade.

Durante o sprint de 30 metros, a necessidade de ATP aumenta consideravelmente, o que acarreta na mobilização dos estoques de PCr, deslocando a reação I para a direita, no sentido da formação de ATP. Contudo, durante os instantes de menor intensidade há um grande aumento na concentração de ATP na célula muscular. Primeiro, devido a predominância do sistema oxidativo (equação IV), que apresenta um rendimento na produção de ATP muito superior aos mecanismos anaeróbios de fornecimento energético. Segundo, como o período é de baixa intensidade a atividade muscular também se encontra bastante diminuída, o que implica em um menor consumo de ATP pelas células. Todo este contexto metabólico favorece um deslocamento da reação I para a esquerda, no sentido da síntese da PCr (WALLIMANN et al. 1992).

Este mecanismo é o fundamento metabólico do LABEX-TEST, que foi delineado de maneira que durante o estímulo ocorra uma depleção significativa dos estoques de PCr e na pausa, promova uma situação que conduza a rápida recuperação deste substrato energético. Desta forma, espera-se que a performance no LABEX-TEST (número de sprints) seja reflexo tanto da utilização dos estoques de PCr quanto do trabalho mitocondrial, uma vez que quanto maior for a quantidade de ATP gerado pelo sistema oxidativo maior será a ressíntese de PCr, desde que mantidas as mesmas condições experimentais.

Em geral, a ressíntese da fosfocreatina após a degradação completa segue uma curva exponencial e a meia-vida da ressíntese (o tempo para ressintetizar 50% do estoque do repouso) frequentemente é considerada em 30 segundos, Figura 1. Na realidade, parece haver uma enorme variação no tempo de ressíntese, dependendo do tipo de exercício realizado e da duração e quantidade de períodos de exercícios completados. Os fatores que sabidamente influenciam a taxa de ressíntese da fosfocreatina durante a recuperação do exercício são as concentrações celulares de ATP, ADP e creatina, o que não surpreende considerando-se o equilíbrio da reação da creatina quinase. Além disso, sabe-se que o H^+ é um potente inibidor da creatina quinase. Por essa razão, na prática, um pH muscular baixo, uma tensão baixa de oxigênio e/ou uma redução do fluxo sanguíneo muscular comprometem severamente a ressíntese da fosfocreatina após o exercício. De fato, a isquemia muscular frequentemente é utilizada como uma ferramenta na pesquisa metabólica para “parar” a ressíntese da fosfocreatina e, dessa forma, prover tempo suficiente para permitir que sejam realizadas mensurações bioquímicas e fisiológicas relevantes (MAUGHAN, GLEESON, GREENHAFF, 2000).

Atualmente, está claro que existem diferenças nas taxas de ressíntese de fosfocreatina entre os tipos de fibras musculares após a depleção deste substrato energético induzida pelo exercício. Em resumo, parece que a taxa de ressíntese é significativamente menor nas fibras musculares do tipo II durante os minutos iniciais de recuperação (possivelmente em virtude de uma maior acidose metabólica neste tipo de fibra), o que revelou apresentar um efeito adverso sobre a produção de energia e sobre o desempenho durante um período subsequente de exercício. No entanto, após estes minutos iniciais, a ressíntese da fosfocreatina é acelerada nas fibras musculares do tipo II, de modo que, após 15 minutos de recuperação, a concentração de fosfocreatina é, na realidade maior do que a observada em repouso. Até o momento, não se

conhece o mecanismo exato responsável por esse excesso de fosfocreatina nas fibras do tipo II (MAUGHAN; GLEESON; GREENHAFF, 2000).

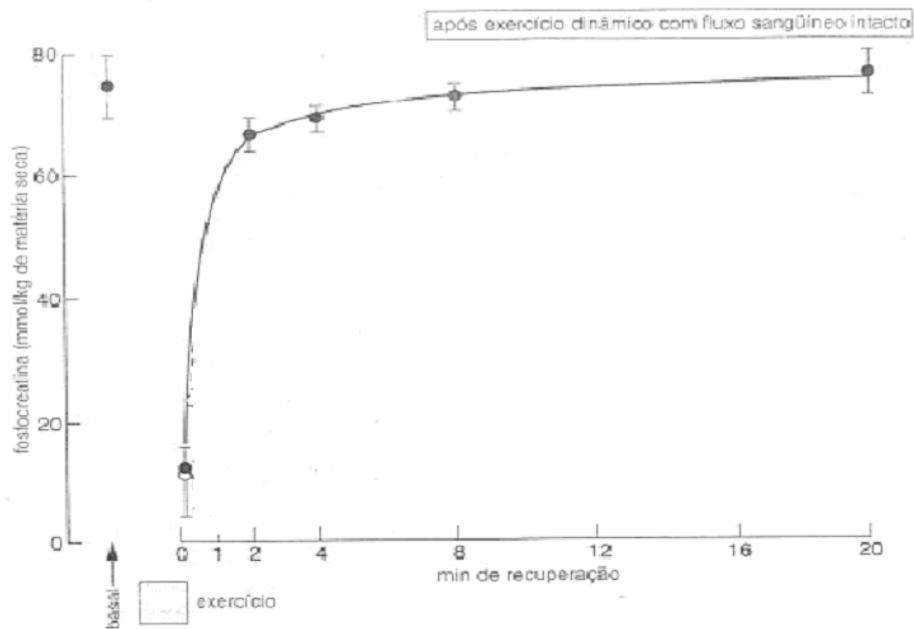


Figura 1: Evolução no tempo da ressíntese da fosfocreatina muscular durante recuperação do exercício de alta intensidade exaustivo com bicicleta, com fluxo sanguíneo muscular intacto.

4 Confiabilidade na mensuração do desempenho esportivo

Uma característica essencial de qualquer teste ou instrumento de medição é a confiabilidade do mesmo. Se um teste ou medida é confiável, isto quer dizer que ele fornecerá de maneira consistente a mesma medida sobre um mesmo sujeito. Se uma medição for totalmente confiável, ela pode ser realizada várias vezes em um único dia ou diversas vezes em dias distintos, que a cada aplicação do teste o resultado sobre o indivíduo analisado pode ser o mesmo. Isso é importante, porque espera-se que o resultado obtido nos testes, seja um bom indicador da habilidade verdadeira do avaliado. Agora, se o resultado contém erros substanciais, ele poderá se alterar quando um mesmo avaliado é testado novamente em um mesmo dia ou em alguns dias mais tarde, sendo o teste pouco confiável (SAFRIT, WOOD, 1989).

Na teoria, o resultado quantificado pelo pesquisador, que também é chamado de *valor obtido* (x), consiste em dois componentes, conhecidos como *valor verdadeiro* (t) e o *valor do erro* (e):

$$x = t + e$$

A fórmula acima é uma equação teórica, até porque o valor verdadeiro de uma pessoa nunca é conhecido (SAFRIT, WOOD, 1989). Porém ela passa claramente a idéia de que o resultado encontrado a partir de qualquer teste ou aferição, possui um ruído embutido neste valor mensurado.

A quantificação do desempenho e da fadiga, são duas das medidas mais importantes na ciência do esporte e nas pesquisas envolvendo os aspectos fisiológicos que abrangem estas variáveis (Currell, Jeukendrup 2008).

O desempenho neste contexto é o resultado de certa atividade física influenciada por fatores intrínsecos e extrínsecos, muitas vezes podendo ser mensurados e relatados sob certas normas. Estes fatores podem ser físicos, técnicos, táticos e psicológicos. Nos esportes como o futebol há um vasto número destas variáveis, que se articulam e interagem de

maneira complexa, cada uma com um impacto diferente sob a performance final do indivíduo (Currell, Jeukendrup 2008).

Testes de performance são modelos criados pelos pesquisadores no intuito de simular certas condições pertinentes à determinada atividade física, permitindo assim, medir o efeito de alguma intervenção no desempenho esportivo do atleta. Um fator que deve ser considerado na escolha de um protocolo de avaliação é a confiabilidade do modelo adotado (Currell, Jeukendrup 2008). Para tanto é necessário quantificar o erro inserido em cada protocolo de avaliação e saber se tal metodologia é segura ou não.

5 Objetivos

O presente estudo tem como objetivos, avaliar se há relação entre o número de sprints realizados no LABEX-TEST e algum dos parâmetros ventilatórios (limiar ventilatório, ponto de compensação respiratória e consumo máximo de oxigênio), além de analisar a confiabilidade dos resultados gerados teste em questão, através do cálculo do erro típico e do coeficiente de variação entre os três momentos de avaliação propostos.

6 Materiais e Métodos

Sujeitos da Pesquisa: Participaram deste estudo 23 jogadores da categoria sub-18 do Paulínia Futebol Clube, idades $17,22 \pm 0,42$ anos, que se preparavam para o início da temporada 2008 de futebol. O grupo de jogadores foi submetido a três repetições do mesmo protocolo (LABEX-TEST), com intervalo de pelo menos 48 horas entre elas. As avaliações foram realizadas sempre no mesmo local e horário, sendo respeitado os procedimentos diários de alongamento e aquecimento em todas as ocasiões. Além das três repetições do LABEX-TEST, 72 horas depois da última avaliação, os participantes da pesquisa voltaram ao Laboratório de Bioquímica do Exercício para a realização de um teste de VO_2 máximo. Todos os atletas foram devidamente informados sobre o procedimento da pesquisa, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido.

LABEX-TEST: O teste se caracteriza pela realização de um número indeterminado de sprints de 30 metros executados a máxima intensidade, intercalados por 20 seg de pausa ativa (trote leve, retornando a posição de saída), conforme mostra a linha tracejada na Figura 2.

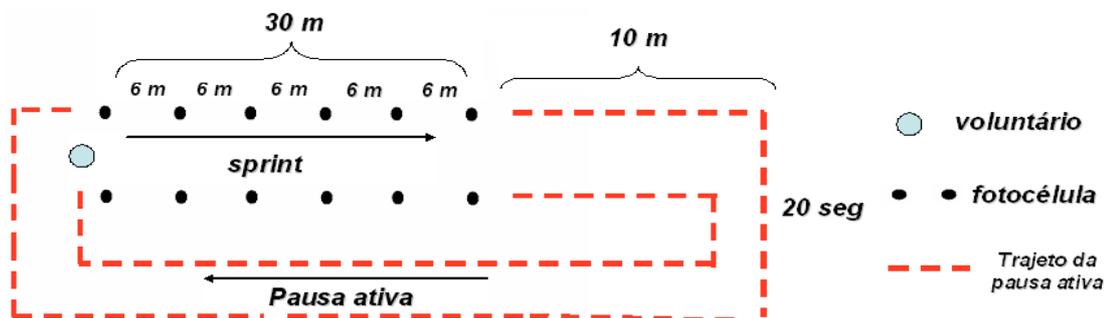


Figura 2: Esquema ilustrativo referente ao protocolo do LABEX-TEST

Todo o percurso foi monitorado por células fotoelétricas, posicionadas de 6 em 6 metros, para aferir a velocidade atingida pelo sujeito durante cada *sprint*, sendo feito no campo, com os jogadores com chuteiras. O teste teve seu término decretado quando a reta de regressão

linear entre os pontos referentes às velocidades médias de cada *sprint* atingiu o valor referente a 10% de decréscimo nesta mesma variável, como ilustra a Figura 3.

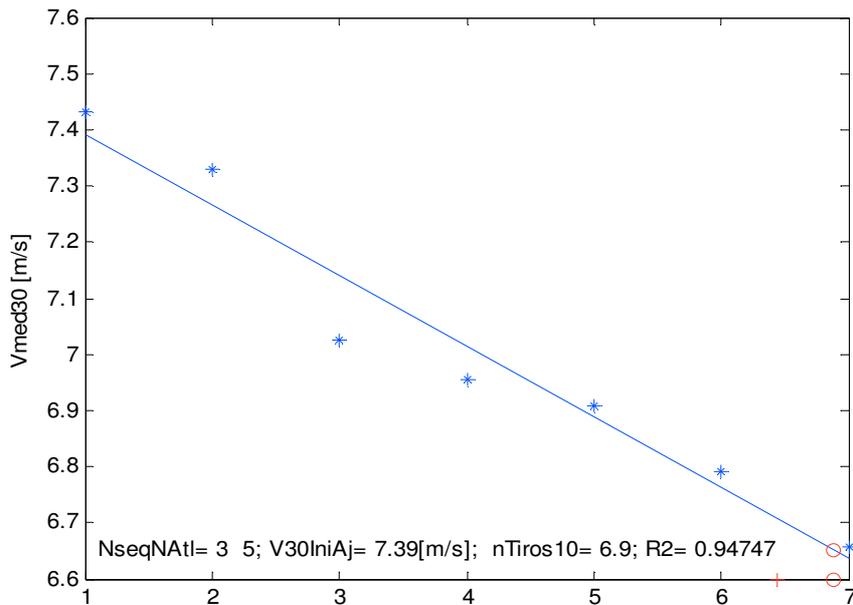


Figura 3: Exemplo de gráfico referente à performance no LABEX-TEST. Quando a reta de regressão linear (em azul) toca o ponto referente aos 10% de decréscimo na velocidade média inicial do atleta (círculo em vermelho) o teste tem seu final estabelecido.

Teste de VO_2 máx: O teste realizado em esteira ergométrica teve seu início a 9 km/h, sendo acrescidos 0,3 km/h a cada 25 seg. A inclinação da esteira foi mantida fixa em 1%. O teste teve seu final estabelecido com a exaustão voluntária do indivíduo analisado. Valores de consumo de oxigênio (VO_2), produção de CO_2 (VCO_2), ventilação pulmonar (VE) e coeficiente respiratório (RER) foram mensurados continuamente, respiração a respiração, através do analisador de gases (CPX/D – MedGraphics, St Paul, MN, U.S.A). Para a análise dos dados foi realizada média a cada intervalo de 25s. O analisador de gases foi calibrado antes de cada teste usando misturas de gases conhecidas (12% de O_2 , 5% de CO_2), balanceado com nitrogênio (N_2) e o sensor de volume foi calibrado através de seringa de 3 L (MedGraphics, St Paul, MN, U.S.A). A Frequência

Cardíaca (FC) foi mensurada continuamente através de interface do monitor cardíaco (POLAR Electro Oy, Helsinki, Finlândia).

Para a determinação do VO_{2max} e outros parâmetros máximos foram considerados os valores atingidos no último estágio completado pelos sujeitos (Hawley and Noakes 1992), sendo considerado VO_{2max} a presença ou ausência de platô no VO_2 . Para a determinação do LV e do PCR utilizamos o método V-slope apresentado por (Beaver, Wasserman et al. 1986) e (Meyer, Lucia et al. 2005), o qual caracteriza o LV pela perda da linearidade da relação VCO_2/VO_2 e o PCR pela perda da linearidade da relação VE/VCO_2 .

Análise Estatística: A reprodutibilidade do LABEX-TEST foi estimada através do erro típico e do coeficiente de variação aplicado às diversas variáveis fornecidas por este teste, levando em consideração as três avaliações efetuadas. O erro típico foi calculado dividindo-se o desvio padrão das diferenças entre todos testes realizados pela raiz quadrada de 2. Já coeficiente de variação foi obtido dividindo-se o erro típico pela média de todo o grupo estudado. (Hopkins, 2000).

O resultado das correlações entre o número de sprints realizado no LABEX-TEST e os parâmetros ventilatórios foram representados sob a forma de gráfico de dispersão contendo os valores de r^2 .

7 Resultados e Discussão

7.1 Reprodutibilidade do LABEX-TEST

A Tabela 2 apresenta os valores do erro típico de cada variável fornecida pelo LABEX-TEST, a média do grupo e o coeficiente de variação de cada avaliação efetuada.

A velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$) refere-se a maior velocidade média aferida em um dos trechos de 6 metros que fazem parte do percurso total do LABEX-TEST (30 metros). Velocidade inicial ajustada em 30 metros (V_{30AJ}) é a velocidade inicial do atleta obtida através da soma do coeficiente linear mais o coeficiente angular da reta de regressão traçada entre as velocidades médias. Tiros para os 10% de queda de performance (Tiros10%) refere-se ao número de tiros previsto para o término do teste quando um determinado sujeito é avaliado. Este número é referente ao número de *sprints* necessário para que haja uma queda de 10% na V_{30AJ} . Já AC_{6m} é a aceleração nos 6 primeiros metros do percurso. Por último, o coeficiente angular da reta de regressão linear traçada entre as velocidades médias e o número de sprints executados é um parâmetro referente à queda de performance do atleta avaliado. Esta última variável apresenta-se como uma metodologia diferenciada das demais utilizadas na literatura para se calcular o índice de fadiga. A partir dela temos uma noção de quanto a velocidade do indivíduo esta variando por *sprint* realizado.

Tabela 2: Erro típico (E.T.) e coeficiente de variação (C.V.) das variáveis obtidas com o LABEX-TEST. O Erro típico é sempre expresso na unidade de medida da variável. O coeficiente de variação é calculado dividindo-se o E.T. pela média de todo o grupo em determinada avaliação, sendo assim uma medida adimensional e podendo ser representada como percentual, desde que multiplicada por 100.

	$V_{m\acute{a}x}$ (m/seg)	V_{30AJ} (m/seg)	Tiros10% (n° tiros)	AC_{6m} (m/seg ²)	CaV_{30} (m/seg)
Média	8,9070	7,3672	4,8678	9,2157	-0,2112
Erro Típico	0.1794	0.1462	1.2758	0.4862	0.0483

C.V. Teste1	0.0202	0.0199	0.2967	0.0533	-0.2326
C.V. Teste2	0.0201	0.0199	0.2621	0.0534	-0.2822
C.V. Teste3	0.0202	0.0198	0.2777	0.0532	-0.2535

Observando os C.Vs. fornecidos pela Tabela 2 notamos que as variáveis V_{máx}, V30AJ e AC6m possuem coeficientes de variação da ordem de 2% a 5%, conferindo boa reprodutibilidade para estas variáveis. Contudo, Tiros10% e CaV30 apresentaram C.Vs. um pouco mais elevados, indicando que a metodologia utilizada para aferir estas variáveis não possuem a mesma reprodutibilidade que as variáveis anteriores.

Apesar da baixa reprodutibilidade em relação a quantificação da fadiga no LABEX-TEST, outros dados na literatura indicam que esta é uma tônica das avaliações de campo que se propõem a quantificar grandezas desta natureza. Os protocolos de Impellizeri (2007), Spencer (2006), Psotta (2004) apresentaram respectivamente: 31,2%, 14,9% e 51,0% como coeficientes de variação para o índice de fadiga. Os dados desses autores em conjunto com os apresentados nesse estudo corroboram a complexidade de se mensurar a fadiga em testes de RSA, visto que avaliações realizadas diretamente no campo de jogo estão sujeitas a interferências externas como o clima, por exemplo, o que amplia ainda mais a variabilidade dos valores coletados.

Uma outra hipótese levantada para explicar a alta variabilidade das variáveis Tiros10% e CaV30, é a alta dependência que elas apresentam da motivação do atleta. O protocolo do LABEX-TEST preconiza a execução de *sprints* de máxima intensidade repetidamente, porém é possível o sujeito burlar esta característica do teste não realizando o seu máximo de esforço durante os 30 metros de percurso, gerando um resultado equivocado. A Figura 4 ilustra um exemplo dessa relação inesperada entre a velocidade inicial e o número de tiros executados.

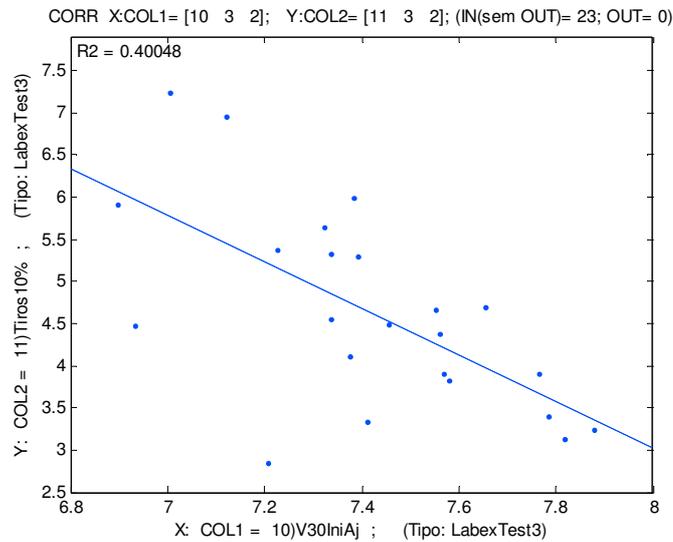


Figura 4: Correlação entre o número de sprints e a velocidade inicial ajustada em 30 metros

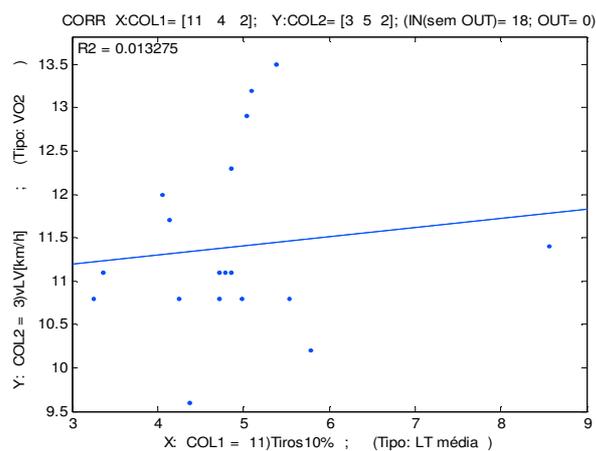
O gráfico e o valor de $r^2=0,4$ para esta correlação sugerem que sujeitos com uma menor velocidade inicial tendem a efetuar um maior número de *sprints*. De fato, isso abre a possibilidade do sujeito se poupar e realizar um maior número de *sprints*, levando-nos a repensar sobre a real aplicabilidade da análise isolada da variável Tiros10%. Estamos tentando no momento equacionar as variáveis Tiros10%, V30AJ e AC6m, de forma a se obter um resultado fidedigno ao final da avaliação, uma vez que para o atleta não basta somente aumentar o número de *sprints*, mas também melhorar a velocidade e aceleração iniciais.

Os estudos sobre reprodutibilidade apresentam ainda outras aplicações relevantes no monitoramento individual de um sujeito. Hopkins (2000) argumentou que para afirmar que uma determinada melhora no desempenho atlético seja realmente fruto de uma dada intervenção a mesma deve superar em 1.5 a 2 vezes o valor do erro típico do teste utilizado. Os dados sobre o erro típico de cada um dos parâmetros analisados durante a execução do Labex-Test permitem o monitoramento confiável dos efeitos do treino no desempenho de jogadores de futebol.

7.2 Correlações entre número de sprints e parâmetros ventilatórios

A performance no LABEX-TEST (número de sprints) pode ser reflexo tanto da utilização dos estoques de PCr quanto do trabalho mitocondrial, uma vez que quanto maior for a quantidade de ATP gerado pelo sistema oxidativo maior será a ressíntese de PCr. Para investigar a importância da capacidade aeróbica na performance do Labex-Test (número de sprints) a Figura 5 apresenta os gráficos de dispersão e os valores de r^2 das correlações entre número de sprints e velocidade em Km/h referente ao limiar ventilatório (A) e o consumo de oxigênio em ml/kg/min referente ao Limiar Ventilatório (B).

A



B

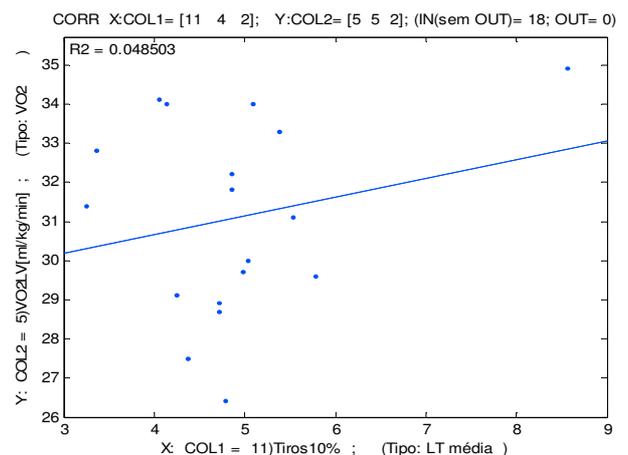


Figura 5 A: Gráfico de dispersão e valor de r^2 para o estágio em km/h referente ao ponto de limiar ventilatório e o número de tiros para 10% de queda de performance no LABEX-TEST. **B:** Gráfico de dispersão e valor de r^2 para o consumo de oxigênio referente ao ponto de limiar ventilatório e o número de tiros para 10% de queda de performance no LABEX-TEST.

A Tabela 3 mostra os valores de r^2 das correlações entre número de sprints e velocidade em Km/h referente ao Ponto de Compensação Respiratório e VO₂max e o consumo de oxigênio em ml/kg/min referente ao Ponto de Compensação Respiratório e VO₂max.

Tabela 3: Valores de r^2 para os estágios de PCR e $VO_{2\text{máx}}$ em km/h e Consumo de oxigênio em ml/kg/min para os mesmos momentos.

	vPCR (km/h)	VO_2 PCR (ml/kg/min)	$vVO_{2\text{máx}}$ (km/h)	$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min)
Nº Sprints	0.0100	0.062	0.008	0.136

Podemos verificar que não houve correlações entre o número de sprints e qualquer um dos parâmetros ventilatórios analisados. Estes resultados indicam que o desempenho no LABEX-TEST não é determinado por um maior ou menor estágio onde foi observado o fenômeno do LV, PCR ou $VO_{2\text{máx}}$. A mesma idéia pode ser estendida para o consumo de oxigênio nas intensidades de LV, PCR ou $VO_{2\text{máx}}$.

Há um grande número de trabalhos na literatura que discutem a relação entre a capacidade de realizar *sprints* consecutivos e o $VO_{2\text{máx}}$ (AZIZ, et al. 2000; BISHOP, SPENCER 2004; BISHOP, EDGE 2006; AZIZ, et al. 2007; BROWN, et al. 2007), embora não haja um consenso entre eles. Um agravante é a enorme variedade de protocolos e desenhos experimentais existentes na literatura, o que dificulta a comparação entre nossos dados e os valores já publicados.

Em recente revisão sobre o assunto, Wenger e Tomlin (2001) sugeriram que uma maior capacidade aeróbia estaria ligada a uma maior capacidade de recuperação em esforços intermitentes de alta intensidade, aumentando a remoção de lactato e a ressíntese de PCr. É conhecido, que nos momentos de recuperação o metabolismo oxidativo é o principal responsável pelo aumento na concentração de ATP no interior do músculo, permitindo a refosforilação da creatina pela ação da enzima creatina quinase, com formação de PCr, principal substrato para a realização de esforços máximos. Porém, esses autores utilizaram trabalhos com tempo de recuperação bem acima do utilizado no nosso estudo (pausas maiores que 90s), sugerindo que a eficiência na utilização do oxigênio através do metabolismo oxidativo não é evidenciada em 20s de pausa. Reforçando essa interpretação, McMahon (1998) utilizou 6 sprints de 15s em bicicleta ergométrica com 90s de pausa e verificou correlação entre o VO_2 máx e a porcentagem na queda da potência média e de pico nos esforços 5 e 6 comparados ao primeiro.

A baixa correlação entre os parâmetros ventilatórios analisados e o número de *sprints* encontrada no nosso estudo não difere dos resultados obtidos por Wadley e Rossignol

(1988), que utilizaram como parâmetro de potência aeróbia o VO_2 máx na comparação com um protocolo de resistência de *sprint* próximo ao utilizado nesse estudo (12X20m, 20s de pausa). Em outro estudo com as características próximas as do nosso Aziz *et. al.* (2007) submeteram 37 adolescentes, jogadores de futebol a diversos testes de performance, incluindo um teste de VO_2 máx e um protocolo de RSA (6 sprints de 20 metros correndo, com 20 segundos de pausa ativa). Corroborando nossos achados os autores não observaram nenhuma correlação entre o índice de fadiga mensurado no teste de RSA e os valores de consumo máximo de oxigênio ($r = -0,15$ e $p > 0,05$).

Os dados obtidos no presente estudo sugerem que a quantidade inicial de fosfocreatina parece ter uma influência muito maior nesse tipo esforço, de alta intensidade, do que as variáveis já discutidas de capacidade aeróbia. Mujika (2000) suplementou um grupo de jogadores de futebol com creatina e utilizou um protocolo de 6X15m *sprints* com 30s de pausa e verificou um diminuição no tempo total do teste nos suplementados. Em outro trabalho, Balsom (1995) constatou que indivíduos suplementados mostraram um aumento da concentração de fosfocreatina intramuscular e melhora na resistência à fadiga em exercícios de intensidade máxima. Esses dados reforçam nossa hipótese, de que a quantidade inicial de fosfocreatina disponível seja mais relevante que sua ressíntese para a execução do Labex-Test.

8 Conclusões

Os dados apresentados nesse estudo elucidam vários aspectos a respeito dos testes de controle que se propõem a avaliar a capacidade de realizar sprints máximos repetidamente. Não foi observada qualquer relação entre os parâmetros de limiar ventilatório, ponto de compensação respiratório, consumo máximo de oxigênio e o número de sprints realizados no LABEX-TEST. Esses dados reforçam que a quantidade inicial de fosfocreatina disponível parece ser mais relevante que sua ressíntese para a execução do teste.

Já o estudo sobre a reprodutibilidade do Labex-Test se mostrou de grande valia, suscitando reflexões sobre a real aplicabilidade e confiabilidade dos resultados obtidos a partir de testes de RSA já validados na literatura. O LABEX-TEST se mostrou uma ferramenta que possui boa reprodutibilidade para as variáveis $V_{m\acute{a}x}$, V_{30AJ} e AC_{6m} , sendo que as variáveis $Tiros_{10\%}$ e CaV_{30} merecem outros estudos a fim de minimizar a variabilidade desses dados.

PERSPECTIVAS

O estudo das capacidades físicas que compõem o universo dos esportes intermitentes é bastante desafiador e com grande aplicabilidade prática. O presente trabalho apresentou uma nova metodologia de avaliação da capacidade de realizar sprints máximos repetidamente, com uma abordagem inovadora e diferenciada das já apresentadas na literatura. Acreditamos que o processo de validação do LABEX-TEST seja mais amplo do que o descrito neste estudo, abrindo boas perspectivas de novas investigações envolvendo este teste.

9 Referências

AZIZ, A. R., M. CHIA, et al.. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. **J Sports Med Phys Fitness** 2000; 40(3): 195-200.

AZIZ, A. R., S. MUKHERJEE, et al. Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players **J Sports Med Phys Fitness** 2007; 47(4): 401-7.

AZIZ, A. R., S. MUKHERJEE, et al. Validity of the Running Repeated Sprint Ability Test Among Playing Positions and Level of Competitiveness in Trained Soccer Players. **Int J Sports Med** (2008).

BALSOM, P.D., K. SODERLUND, B. SJODIN AND B. EKBLUM. Eskeletal muscle metabolism during short duration high intensity exercise :Influence of creatine supplementation. **Acta Physiol. Scand.** 1995 154: 303-310.

BEAVER, W. L., K. WASSERMAN, et al. Bicarbonate buffering of lactic acid generated during exercise. **J Appl Physiol** 1986 60(2): 472-8.

BISHOP, D. AND J. EDGE Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. **Eur J Appl Physiol** 2006 97(4): 373-9.

BISHOP, D. AND M. SPENCER Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. **J Sports Med Phys Fitness** 2004 44(1): 1-7.

BISHOP, D., M. SPENCER, et al. The validity of a repeated sprint ability test. **J Sci Med Sport** 2001 4(1): 19-29.

BROWN, P. I., M. G. HUGHES, et al. Relationship between VO₂max and repeated sprint ability using non-motorised treadmill ergometry. **J Sports Med Phys Fitness** 2007 47(2): 186-90.

CURRELL, K. AND A. E. JEUKENDRUP Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Med** 2008 38(4): 297-316.

FITZSIMONS, M., DAWSON, B., WARD, D., WILKINSON, A. Cycling and running tests of repeated sprint ability. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport**, 25: 82-7, 1993.

GAITANOSS, G. C., WILLIAMS, C., BOOBIS, L. H. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, 75(2), 712-9, 1993.

HAWLEY, J. A. AND T. D. NOAKES (1992). Peak power output predicts maximal oxygen uptake and performance time in trained cyclists. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol** 65(1): 79-83.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Med** 2000 30(1): 1-15.

IMPELLIZZERI, F. M., E. RAMPININI, et al. Validity of a Repeated-Sprint Test for Football. **Int J Sports Med** 2008.

MAUGHAN, RON; GLEESON, MICHAEL; GREENHAFF, PAUL L. **Bioquímica do Exercício e Treinamento**. São Paulo: Manole, 2000. 240 p.

MEYER, T., A. LUCIA, et al. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters--theory and application. **Int J Sports Med** 2005 26 Suppl 1: S38-48.

MUJICA, I., S. PADILLA, J. IBANEZ, M. IZQUIERDO AND E. GOROSTIAGA. Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. **Med. Sci. Sports Exerc.** 2000 32: 518-525

PSOTTA, R., P. BLAHUS, et al. The assessment of an intermittent high intensity running test. **J Sports Med Phys Fitness** 2005 45(3): 248-56.

RAMPININI, E., D. BISHOP, et al.. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. **Int J Sports Med** 28(3): 228-35.

SAFRIT, MARGARET J.; WOOD, TERRY M. (Ed.). **Measurement Concepts in Physical Education and Exercise Science**. Champaign: Human Kinetics Books, 1989. 382 p.

SPENCER, M., D. BISHOP, et al. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. **Sports Med** 2005 35(12): 1025-44.

SVENSSON, M. AND B. DRUST Testing soccer players. **J Sports Sci** 2005 23(6): 601-18.

WADLEY, G. AND LÊ ROSSIGNOL, P. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic anaerobic energy systems. **J. of Sci. and Med. In Sports**. 1988 1(2): 100-110.

WALLIMANN, T., WYSS, M., BRDICZKA, D., NICOLAY, K. Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the "phosphocreatine circuit" for cellular energy homeostasis. **The Biochemical Journal**, 281, 21-40, 1992.

WENGER, A. H. AND TOMLIN, D. L.. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Med**. 2001 31(1): 1-11.

WRAGG, C. B., N. S. MAXWELL, et al. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. **Eur J Appl Physiol** 2000 83(1): 77-83.