

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

JULIANO FERNANDES DA SILVA

**EVIDÊNCIAS DE VALIDADE DO TESTE TCAR E
CAPACIDADE DE *SPRINTS* REPETIDOS EM ATLETAS DE
FUTEBOL**

Dissertação de Mestrado

FLORIANÓPOLIS (SC), 2010.

**EVIDÊNCIAS DE VALIDADE DO TESTE TCAR E
CAPACIDADE DE *SPRINTS* REPETIDOS EM ATLETAS DE
FUTEBOL**

por

Juliano Fernandes da Silva

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

FLORIANÓPOLIS (SC), 2010.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS**

A dissertação: EVIDÊNCIAS DE VALIDADE DO TESTE TCAR E
CAPACIDADE DE *SPRINTS* REPETIDOS EM ATLETAS DE
FUTEBOL

Elaborada por: Juliano Fernandes da Silva

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação
Física

Área de Concentração de Cineantropometria e Desempenho Humano
Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina
Como requisito parcial à obtenção do título de **Mestre em Educação
Física**

Florianópolis, 05 de fevereiro de 2010.

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo (presidente/orientador)



Prof. Dr. Benedito Sérgio Denadai - UFSC (titular)



Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira - UFLA (titular)

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da fé e da vida.

Aos meus pais Manoel e Cecília, pelos valores transmitidos e companheirismo ao longo da minha trajetória acadêmica, pois sem o apoio deles, nada seria possível.

Aos meus irmãos Jucemar, Juciana e Jucilene por serem acima de tudo amigos. Em especial a minha irmã Juciana a qual dividimos alguns momentos de dúvidas, mas principalmente dividimos muito momentos de alegria e realizações.

Ao meu orientador e grande amigo, Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo pela oportunidade concedida, e principalmente pela sua transparência, dedicação, companheirismo e amizade. Agradeço pelas conversas e reuniões de orientação (muitas vezes às sextas-feiras no final do expediente), pelas correções dos artigos e projetos (às vezes vinha escrito: “eu já corrigi isso antes”; os artigos e projetos pareciam um arco-íris de tão coloridos). Agradeço por ter realizado estágio de docência durante três semestres na sua disciplina, pois neste momento começava a se formar um professor. E principalmente agradeço por ter aceitado minha participação no LAEF de forma efetiva, participando desde a escolha do lugar para as bancadas até a seleção e co-orientação dos membros do grupo. Estes anos sob sua orientação foram fundamentais para a minha formação profissional e pessoal.

Ao professor Lorival José Carminatti, por ter sido o meu co-orientador não oficial, por atender os meus telefonemas após às 22 horas, “por ter emprestado os polares”, por ter ensinado a não esquecer nada para o “*kit* Tcar”, pelas aulas sobre o processo de avaliação de campo em modalidades coletivas, e também pelas conversas acompanhadas de uma boa cerveja. “A realização do meu mestrado só foi possível graças a ajuda do Carminatti”.

À minha amiga e “quase irmã” Francimara Budal Arins, ou simplesmente Fran. Durante o tempo que estudei na graduação e no mestrado com você, algumas vezes te chamei “velha”. Sei que você não gosta muito, mas ainda bem que você nasceu uns 10 anos antes (viu três copas do mundo a mais que eu, por ex.), pois graças a sua experiência você pode sempre nos dar conselhos proveitosos e ajudar a escolher o caminho certo. Além disso, minha amiga a sua participação nas coletas foram fundamentais, pois foi você que me ajudou em quase todas as avaliações realizadas.

Ao meu amigo e irmão Leandro, pois não foram poucas as conversas antes e durante o mestrado. Por ter ajudado no contato com

um dos clubes durante as coletas. Neste momento faltam palavras para agradecer, porém o que posso lhe dizer é que estarei sempre a sua disposição para lhe ajudar.

À minha co-orientanda e grande amiga Naiandra, por ter sido extremamente competente nas suas funções (ajudando na elaboração dos projetos, na tradução para o inglês) e principalmente por ter sido uma grande amiga nestes dois anos de mestrado.

À Maireli pelo seu amor, companheirismo, carinho e sua ajuda na parte final do meu mestrado.

“À todos os membros e amigos do LAEF que sempre me ajudaram nas coletas, além de pronunciarem frases marcantes: Kristopher – “A soberba precede a queda”; Talita – “Ai meu deus, faltam 30 s; O menino sobreviveu sem cérebro?”; Adriana – “Cadê o Prof? O Quark morreu!”, Marcelo – “Eu fiz a dieta do carboidrato e emagreci”; Rubens – “Sorte-sorte, azar-azar”; Cadu – “Posso usar o msn para “mandar um arquivo?””, Leandro – “Que fase hein!!!”; “Já me serve!!!”; Paulo Cesar – “O pessoal tá lá dentro coletando pra mim”. Fran – “Tenho que ver com o Mor”, “Tenho que terminar a introdução com o Dal Pupo”; Naiandra – “O Baldari deu diferença”; Prof. Luiz Guilherme – “É só eu chegar que os aparelhos funcionam”.

Ao amigo e professor Mateus Rossato, que mesmo de longe não hesitou em me ajudar nesse período de mestrado.

Aos preparadores físicos Alexandre Souza, Renato Targino e Lucas Loyola por terem aceitado que seus atletas participassem do estudo, além de terem acompanhado as avaliações e discutido todos os resultados.

Aos amigos Juliano Dal Pupo e Daniele Detânico, pelas conversas na Biomec, no R.U, no bar da Nina e em quantos outros churrascos.

Aos professores que ministraram as disciplinas no mestrado: Édio Petroski, Adriano Ferreti Borgatto, Rosane Carla Rosendo e Saray Giovana dos Santos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, o qual me acolheu para a realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Aos componentes da banca, professores Benedito Sérgio Denadai e Fernando Roberto de Oliveira, pela contribuição nesse importante processo de minha formação.

Enfim, agradeço a todos que contribuíram na realização deste trabalho e na minha formação acadêmica.

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram: 1) Analisar a associação entre os índices determinados no teste incremental realizado no laboratório (pico de velocidade: PVest; consumo máximo de oxigênio: VO₂max; velocidade referente ao consumo máximo de oxigênio: vVO₂max; velocidade referente ao *onset blood accumulation lactate*: vOBLA) e de capacidade de sprints repetidos (CSR) (tempo médio, melhor tempo e índice de fadiga) com o pico de velocidade no TCar (PVtcar); 2) Verificar a reprodutibilidade do PVtcar; 3) Comparar indicadores de capacidade de *sprints* repetidos, de potência e capacidade aeróbia em atletas de futebol que desempenham diferentes funções táticas; 4) Investigar a associação entre variáveis fisiológicas relacionadas à aptidão aeróbia (VO₂max, vVO₂max e vOBLA) e CSR em jogadores de futebol. Participaram deste estudo 52 jogadores de futebol (17,9±1,0 anos; 179,0±5,5 cm; 73,6±6,7 kg; 11,3±1,4 %G) de duas equipes de nível nacional. Os sujeitos (n=28) primeiramente realizaram o teste TCar para determinação do PVtcar. Após 48 h eles realizaram um teste incremental em uma esteira rolante para determinar a VO₂max, vVO₂max e vOBLA. Após 48 h, os sujeitos realizaram um teste de CSR que consistiu de sete sprints de 34,2-m separados 25 s de recuperação, para determinar o tempo médio (TM), melhor tempo (MT), o índice de fadiga (IF) e o pico de lactato ([La] Pico)). Na segunda parte da investigação, 24 atletas realizaram dois testes TCar com um intervalo de 72 h para examinar a reprodutibilidade. Para verificar os índices determinantes do PVtcar foi utilizada a regressão múltipla. O coeficiente de correlação intraclasse (CCI) foi utilizado para analisar a reprodutibilidade do TCar. A correlação linear de *Pearson* e a regressão múltipla foram usadas para avaliar a relação entre aptidão aeróbia e variáveis do teste de CSR (TM, MT, IF, [La] Pico). A análise de variância (ANOVA), seguida do teste *post-hoc* (Tukey), foi usado para comparar os sete sprints no teste de CSR e as médias dos índices fisiológicos mensurados nos três testes aplicados entre os atletas das diferentes posições. O nível de significância adotado foi p<0,05. Não foi encontrada diferença entre o PVtcar e a vVO₂max (p>0,05). Uma significativa correlação foi encontrada entre o PVtcar e TM (r = - 0,71, p<0,01), e do PVtcar com o PV na esteira (r = 0,73, p<0,01) e vVO₂max (r = 0,74, p<0,01). O VO₂max e a vOBLA também foram significativamente correlacionados com o PVtcar (r = 0,52, p<0,01; r =

0,63, $p < 0,01$; respectivamente). A análise de regressão múltipla demonstrou que o PVtcar pode ser explicado em 78 % pelos seguintes índices: $vVO_2\max$, $VO_2\max$ e TM. O CCI foi de 0,93, enquanto que o coeficiente de variação foi de 5%. Não foi encontrada diferença significativa em nenhuma variável ($VO_2\max$, $vVO_2\max$, LAN, PV, PDFC, TM, MT, IF) quando se comparou os atletas das cinco posições (zagueiro, lateral, volantes, meias e atacantes). Foi encontrada uma significativa correlação negativa entre a $vOBLA$ e a $vVO_2\max$ com o TM durante o teste de CSR ($r = - 0,49$, $p < 0,01$; $r = - 0,38$, $p < 0,05$, respectivamente). Também foi encontrada correlação negativa entre o IF e a $vOBLA$ ($r = - 0,54$), $vVO_2\max$ ($r = - 0,49$) e $VO_2\max$ ($r = - 0,39$). A regressão múltipla mostrou que as variáveis aeróbias ($vOBLA$) e anaeróbias (MT) explicam 89 % da variância no TM. Observou-se que a CSR é mais fortemente correlacionada com a $vOBLA$ e $vVO_2\max$ que com o $VO_2\max$ que é tradicionalmente mensurado. Além disso, é possível afirmar que o teste TCar apresenta elevada reprodutibilidade e é válido para a avaliação da potência aeróbia máxima. O PVtcar também permite avaliar aspectos específicos da capacidade de *sprints* repetidos.

Palavras chaves: potência aeróbia, capacidade aeróbia, teste de campo, futebol.

ABSTRACT

The objectives of this study were: 1) To analyze the association between the indices determined in an incremental laboratory test (peak velocity treadmill: PV_{tr}; maximal oxygen uptake: VO₂max; velocity at VO₂max: vVO₂max; velocity at the onset of blood lactate accumulation: OBLA) and repeated sprint ability (RSA) test (mean time, fastest time and fatigue index) with the PV_{tcar}, 2) To verify the PV_{tcar} reliability, 3) To compare the indices of repeated sprint ability, power and aerobic capacity, in soccer players that perform different tactic functions, 4) To investigate the association between physiological variables related to aerobic fitness (VO₂max, vVO₂max e vOBLA) and RSA in soccer players. Fifty-two Brazilian soccer players participated of this study (17.9±1.0 years; 179.0±5.5 cm; 73.6±6.7 kg; 11.3±1.4 %BF) from two teams of national level. The subjects (n=28) firstly realized the TCar test to determinate of PV_{tcar}. After 48 h they realized a incremental test on a treadmill to determinate the VO₂max, vVO₂max and vOBLA. After 48 h, the subjects performed a RSA test consisting of seven 34.2-m sprints interspersed with 25 s of active recovery, to determine the mean time (MT), the fastest time (FT) and the fatigue index (FI). In the second part of this investigation, twenty-four athletes performed twice the TCar with an interval of 72 h to verify its reproducibility. The Multiple regression were used to analyze the indices determinants of the PV_{tcar}. The intraclass coefficient (ICC) was used to analyze the TCar reproducibility. Pearson correlations and multiple regressions were used to assess the relationship between aerobic fitness and RSA variables (FT, MT, FI, [La] Peak). The analysis of variance (ANOVA), followed by a post-hoc test (Tukey), was used to compare the seven sprints of the RSA test and means of physiological indices measured in the three tests applied between different positions soccer players. The level of significance was set at p<0.05. No significant differences were observed between PV_{tcar} and vVO₂max. A significant correlation was found between PV_{tcar} and MT (r = - 0.71, p<0.01), and between PV_{tcar} and the PV reached on a treadmill (r = 0.73, p<0.01) and vVO₂max (r = 0.74, p<0.01). The VO₂max and the vOBLA were also significantly correlated with the PV_{tcar} (r = 0.52, p<0.01; r = 0.63, p<0.01, respectively). The multiple regression analyze showed that the PV_{tcar} can be explained by 78% by the following indices: vVO₂max, VO₂max and MT. The ICC was 0.93, while the coefficient of variation was 5%.

No significant differences were found for any of the variables (VO_{2max} , vVO_{2max} , $vOBLA$, PV, HRDP, MT, FT, IF) regarding the five different positions (central defender, fullbacks, central midfield, external midfield and forwards). A significant negative correlation was found between both $vOBLA$ and vVO_{2max} and MT during the RSA test ($r = -0.49$, $p < 0.01$; $r = -0.38$, $p < 0.05$, respectively). There were also negative correlations between IF and $vOBLA$ ($r = -0.54$), vVO_{2max} ($r = -0.49$) and VO_{2max} ($r = -0.39$). The multiple regression revealed that the aerobic ($vOBLA$) and anaerobic (FT) components explained approximately 89% of the variance of MT. The results of this study demonstrated that RSA is more strongly correlated with $vOBLA$ and vVO_{2max} than the more commonly measured VO_{2max} . Besides, the TCar test has high reproducibility and it's valid to the assessment of the maximum aerobic power. The PVtcar also allow assessing specifics aspects of the repeated sprint ability capacity.

Key words: Power aerobic, capacity aerobic, Field test, soccer.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Página

Tabela 1 - Variáveis aeróbias ($VO_2\max$, $IVO_2\max$, LAn) nos jogadores de futebol de diferentes posições mensuradas em teste laboratorial..... 23

Tabela 2 - Variáveis aeróbias avaliadas no teste de campo TCAR (PV , FC_{pd} , V_{pdfc}) nos jogadores de futebol de diferentes posições..... 24

Tabela 3 - Variáveis anaeróbias (TM , MT , IF , P_{lac}) nos jogadores de futebol de diferentes posições mensuradas em teste de campo..... 25

ARTIGO 2

Tabela 1 - Dados descritivos das variáveis aeróbias e anaeróbias em jogadores de futebol..... 46

Tabela 2 - Coeficiente de correlação entre as variáveis aeróbias e as do teste de CSR..... 48

Tabela 3 - Coeficientes de correlação entre as variáveis do teste de CSR ($n=29$)..... 50

Tabela 4 - Regressão múltipla e CSR..... 50

ARTIGO 3

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão das variáveis do teste incremental em esteira e do teste TCar..... 67

Tabela 2 - Índices fisiológicos determinantes do PV no teste TCar 69

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 2	Página
Figura 1 - Média \pm DP do tempo (s) para cada <i>sprint</i> no teste de CSR.....	47
Figura 2 - Relação entre vOBLA ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) e TM (s).....	48
Figura 3 - Relação entre vOBLA ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) e IF (%).....	49
Figura 4 - Relação entre vVO ₂ max ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) e TM (s).....	49
ARTIGO 3	
Figura 1 - Representação visual do teste intermitente TCar.....	64
Figura 2 - Relação entre o PV ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) no TCar e o TM (s) determinado no teste de CSR.....	68
Figura 3 - Relação entre PV na esteira ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) e o PV no TCar ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$).....	68
Figura 4 - Relação entre o PV TCar ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) e o vOBLA ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) determinados no teste incremental na esteira.....	69
Figura 5 - Reprodutibilidade do teste TCar.....	69

LISTA DE APÊNDICES

	Página
Parecer do Comitê de Ética de Pesquisa com Seres Humanos da UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina	69
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	71
Ficha do teste TCar.....	74
Carta de aceite do artigo no Journal of Strength and Conditioning Research.....	75

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CSR: Capacidade de sprints repetidos
EC: Economia de corrida
FC: Frequência cardíaca
FC max: Frequência cardíaca máxima
HRDP: *Heart rate deflection point*
IF: Índice de fadiga
IVO₂max: Intensidade em que o consumo máximo de oxigênio é atingido
LAn: Limiar anaeróbio
MLSS: *Maximal lactate steady-state*
MT: Melhor tempo
OBLA: *Onset of blood lactate accumulation*
PDFC: Ponto de deflexão da frequência cardíaca
P_{lac} = Pico de lactato
PV: Pico de velocidade
PVest: Pico de velocidade do teste incremental de esteira
PVtcar: Pico de velocidade do TCAR
R: Razão de troca respiratória
SHT20: Shuttle 20m test
TM: Tempo médio
TI: Teste incremental de esteira
TCAR: Teste incremental de corrida intermitente de Carminatti
UMTT: Teste da universidade de Montreal
vOBLA: Velocidade correspondente ao *onset of blood lactate accumulation*
v80,4: Velocidade correspondente a 80,4% do PV do TCAR
VO₂: Consumo de oxigênio
VO₂max: Consumo máximo de oxigênio
vVO₂max: Velocidade em que o consumo máximo de oxigênio é atingido
YYE: Teste yo-yo endurance
YYR: Teste yo-yo recovery

SUMÁRIO

SITUAÇÃO PROBLEMA	1
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
JUSTIFICATIVA	5
ORGANIZAÇÃO GERAL DO TRABALHO.....	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
APTIDÃO AERÓBIA E CAPACIDADE DE SPRINTS REPETIDOS NO FUTEBOL: COMPARAÇÃO ENTRE AS POSIÇÕES.....	12
RESUMO	12
ABSTRACT:	13
INTRODUÇÃO	13
MATERIAIS E MÉTODOS	15
RESULTADOS	18
DISCUSSÃO	21
CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26
RELAÇÃO ENTRE DIFERENTES MENSURAÇÕES DA APTIDÃO AERÓBIA E A CAPACIDADE DE SPRINTS REPETIDOS EM JOGADORES DE FUTEBOL DE ELITE.....	32
RESUMO	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO.....	35
MÉTODOS.....	36
RESULTADOS	39
DISCUSSÃO.....	44
APLICAÇÕES PRÁTICAS	47
REFERÊNCIAS	47
TCAR: UM NOVO TESTE PARA A AVALIAÇÃO AERÓBIA EM ESPORTES INTERMITENTES, VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE..	52
RESUMO	53
ABSTRACT	54
INTRODUÇÃO.....	55
MÉTODOS.....	57
RESULTADOS	61
DISCUSSÃO.....	64
REFERÊNCIAS	67
CONCLUSÕES	71
APÊNDICE	72

INTRODUÇÃO

Situação problema

As modalidades intermitentes como futebol, futsal, handebol e basquetebol que envolvem freqüentes alterações na intensidade de exercício, com períodos curtos de recuperação e mudanças de sentido, tem sido extensivamente estudadas nas últimas décadas (REILLY, THOMAS, 1976; EKBLOM, 1986; BANGSBO, 1994a, DI SALVO et al., 2007; BUCHHEIT et al., 2008; CASTAGNA et al., 2008a, CASTAGNA et al., 2008b).

O futebol especificamente tem se caracterizado como uma modalidade intermitente de elevada intensidade, com os atletas realizando ações distintas durante a partida, tais como corridas em diferentes intensidades, saltos, chutes e cabeceios (REILLY, THOMAS, 1976; RIENZI, 2000). Contudo, os atletas de futebol realizam cerca de 90% da movimentação com energia proveniente do metabolismo aeróbio (BANGSBO, 1994a; RAMPININI et al., 2007). Portanto, uma elevada aptidão aeróbia é pré-requisito para um atleta de elite no futebol (MCMILLAN et al., 2005).

Entre os índices fisiológicos utilizados para avaliar a aptidão aeróbia em atletas de futebol, destaca-se o consumo máximo de oxigênio (VO_2max), que representa a máxima capacidade do indivíduo captar, transportar e utilizar oxigênio em nível celular por unidade de tempo (BASSET; HOWLEY, 2000).

O VO_2max está associado com a distância total percorrida em partidas de futebol, porém, esta variável parece não ser uma medida sensível aos aspectos específicos do futebol, como a capacidade de realizar exercícios intermitentes em alta intensidade (BANGSBO; LINDQVIST, 1992). Isto parece ocorrer devido a maior contribuição dos fatores centrais para as mudanças nos valores de VO_2max (BASSET; HOWLEY, 2000). Contudo, no futebol são freqüentes os estímulos supra- VO_2max com participação anaeróbia, que determinam e requisitam freqüentes adaptações periféricas. Considerando que tais adaptações apresentam baixa influência no VO_2max , é possível entender porque este índice não está associado com a capacidade de realizar exercícios intermitentes em alta intensidade (SVENSON, DRUST, 2005).

Aziz et al. (2000), ao investigarem a relação entre a capacidade de sprints repetidos (CSR) e a aptidão aeróbia, reportaram correlação

significativa ($r = -0,346$, $p < 0,05$) entre a somatória dos tempos no teste de CSR (8 X 40 m, 30 s recuperação) e o $VO_2\text{max}$ determinado em protocolo laboratorial em esteira rolante. Assim, os autores sugerem que a participação do metabolismo aeróbio no desempenho em CSR parece ser apenas discreta. Recentemente estes mesmos autores (AZIZ et al., 2007) além de não encontrarem relação do $VO_2\text{max}$ com o desempenho de CSR (6 X 20m, 20s recuperação), também não encontraram relação entre a CSR e o PV determinado no Shuttle 20m test (SHT20) (RAMSBOTTOM; BREWER; WILLIANS, 1988). Por outro lado, Dawson et al. (1993) reportaram correlação significativa entre $VO_2\text{max}$ e índices relacionados a CSR.

Já Wadley e Rossignol (1998) não encontraram associação significativa entre CSR (12 X 20m, 20s recuperação) e $VO_2\text{max}$. É importante ressaltar que estes resultados contraditórios podem estar relacionados à característica da amostra estudada, pois no estudo de Dawson et al. (1993) o grupo era heterogêneo consistindo de atletas de seis diferentes esportes, enquanto o grupo de Wadley e Rossignol (1998) apresentava características homogêneas.

Desta forma, em grupos homogêneos de elevada aptidão aeróbia parece ser limitada a influência da mesma sobre a CSR (AZIZ et al., 2007). Por outro lado, é possível especular que uma variável metabólica e periférica relativa à aptidão aeróbia, como a resposta do lactato sanguíneo (velocity at the onset of blood lactate accumulation: vOBLA) apresente uma maior relação com a capacidade de realizar exercícios intermitentes em alta intensidade que o $VO_2\text{max}$.

Apesar de o futebol apresentar predominância aeróbia, a capacidade de realizar vários *sprints* em curtos períodos, com elevada intensidade, exige dos atletas alta potência e capacidade anaeróbia (WRAGG; MAXWELL; DOUST, 2000; ABRANTES, 2004). Desta forma, alguns testes específicos com multi-*sprints* (BANGSBO, 1994b) tem sido utilizados para avaliação da CSR de futebolistas, identificando o índice de fadiga, o tempo médio (capacidade anaeróbia) e o melhor tempo (potência anaeróbia).

Rampinini et al. (2007) reportaram correlação significativa do pico de velocidade (PV) em teste de aptidão aeróbia (Montreal University Track Test adaptado) (LEGÉR; BOUCHER, 1980) e da CSR com a distância percorrida em alta intensidade ($> 19,8\text{Km.h}^{-1}$) por jogadores de futebol durante a partida, ratificando a importância destas variáveis para a *performance* no futebol.

O PV em testes contínuos está associado com a velocidade correspondente ao $VO_2\text{max}$ ($vVO_2\text{max}$), contudo, é importante ressaltar que este índice fisiológico é influenciado pela capacidade anaeróbia, potência muscular e habilidade neuromuscular de correr em altas velocidades (JONES; CARTER, 2000).

A determinação do PV e da $vVO_2\text{max}$ geralmente tem sido realizada em protocolos laboratoriais com esteira rolante (NOAKES, 1988; BILLAT et al., 1999), oferecendo maior controle do experimento. Contudo, estes protocolos necessitam de material de alto custo, pessoal especializado, elevado tempo para a avaliação de cada indivíduo e, muitas vezes, não reproduzem a especificidade das ações motoras da modalidade do atleta avaliado (ÁLVAREZ, 2003).

Buscando aumentar o grau de especificidade na avaliação de índices fisiológicos relacionados à *performance* nas modalidades intermitentes (futebol, futsal, basquete e handebol), tem sido propostos vários testes de campo específicos (LEGÉR; LAMBERT, 1982; BANGSBO, 1996; CARMINATTI; LIMA-SILVA; DE-OLIVEIRA, 2004) que procuram reproduzir, nas avaliações, os gestos motores dos atletas em competição. Além de apresentar a possibilidade de avaliar um grande número de sujeitos em apenas uma bateria de avaliação, elevando o grau de motivação dos avaliados e principalmente sendo de baixo custo e de fácil aplicação (AHMAIDI et al., 1992; BERTHOIN et al., 1996; KRUSTRUP et al., 2003; ÁLVAREZ, 2003; CARMINATTI; LIMA-SILVA; DE-OLIVEIRA, 2004).

Neste sentido, Carminatti, Lima-Silva e De-Oliveira (2004) propuseram o teste incremental de corrida intermitente (TCar). O TCar é realizado no local em que o atleta desenvolve seus treinamentos e competições (quadra, gramado) em um sistema de ida-e-volta, com distâncias variadas e elevado grau de especificidade. Neste teste, pode ser determinado o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), que apresenta evidências de validade para determinação da capacidade aeróbia, sendo altamente associado à máxima fase estável de lactato (MLSS) (CARMINATTI, 2006). Além disso, no TCar também é determinado o pico de velocidade (PV); sendo que esta variável geralmente é apresentada como um indicador de potência aeróbia em testes contínuos; contudo, ainda não foi realizado nenhum estudo confirmando esta hipótese no teste intermitente TCar.

Carminatti et al. (2004) reportaram, em um estudo preliminar, que o PV no TCar está associado tanto com variáveis antropométricas,

como o percentual de gordura, quanto por indicadores fisiológicos de capacidade aeróbia (PDFC) e anaeróbia. Além disso, outros estudos preliminares demonstraram a validade de constructo (CARMINATTI, LIMA-SILVA; DE-OLIVEIRA, 2004) e concorrente (GALLOTI; CARMINATTI, 2008) do TCar.

Porém, existe uma lacuna na literatura quanto à reprodutibilidade do PV determinado no teste TCar, assim como, a análise de quais índices fisiológicos aeróbios ($VO_2\text{max}$, $vVO_2\text{max}$, $vOBLA$) e anaeróbios (tempo médio, melhor tempo e índice de fadiga) são determinantes do PV neste modelo experimental. Desta forma, considerando a ausência de estudos que investigaram os fatores determinantes do PV e a reprodutibilidade do TCar, justifica-se a realização da presente pesquisa para construir uma sólida fundamentação teórica do PV determinado no TCar.

Além disso, o fato do TCar se tratar de um teste com constantes mudanças de sentido, é possível especular que o PV determinado neste teste apresente um componente anaeróbio maior que aqueles sem mudança de sentido realizados em laboratório ou pista (LEGÉR; BOUCHER, 1980; BILLAT et al., 1999). Assim, o TCar poderia ser um instrumento válido e específico para avaliar indicadores da aptidão física dos atletas de modalidades intermitentes de forma integrada (potência aeróbia, capacidade aeróbia e CSR) em apenas uma sessão de avaliação.

Com base nas referências supracitadas, considerando os indicadores de validade lógica do TCar para a avaliação de atletas de esportes intermitentes, formulou-se os seguintes problemas de pesquisa.

- O PV determinado no TCar apresenta critérios de validade concorrente, permitindo afirmar que este índice mensura potência aeróbia máxima, apesar do padrão intermitente do teste?
- Quais são os índices fisiológicos (aeróbios e anaeróbios) determinantes do PV no TCar?

Objetivos

Objetivo geral

Analisar a relação das variáveis obtidas em teste de laboratório ($VO_2\text{max}$, $vVO_2\text{max}$, $vOBLA$) e anaeróbio de Campo (tempo médio, melhor tempo e índice de fadiga) com o PV determinado no TCar em jogadores de futebol.

Objetivos específicos

Determinar o VO_{2max} , a vVO_{2max} e o *onset of blood lactate accumulation* (OBLA) no teste incremental (TI) realizado em esteira rolante no laboratório.

Determinar o PV no teste intermitente de campo (TCar).

Determinar, no teste anaeróbio de campo, as variáveis: melhor tempo, tempo médio e índice de fadiga.

Verificar a associação do VO_{2max} , vVO_{2max} , vOBLA, tempo médio, melhor tempo e índice de fadiga com o PV determinado no TCar.

Comparar a vVO_{2max} determinada no teste laboratorial com o pico de velocidade obtido no TCar.

Verificar a reprodutibilidade do PV determinado no TCar.

Justificativa

A importância do princípio da especificidade para a prescrição e o controle dos efeitos do treinamento tem sido demonstrada, principalmente, quando são avaliados atletas altamente treinados (GUGLIELMO, 1998). É com base nesta premissa que se procura avaliar os atletas em testes que reproduzam, do modo mais próximo possível, os movimentos utilizados durante o treinamento e a competição.

Desta forma, a caracterização fisiológica e neuromuscular a partir dos testes de aptidão física/funcional deve reproduzir, sempre que possível, o gesto técnico e/ou aproximar-se o máximo possível da situação competitiva, preferencialmente aplicando-se os mesmos em ambiente conhecido dos atletas.

Os componentes da aptidão aeróbia e anaeróbia podem ser determinados por meio de avaliações de laboratório ou de campo, empregando-se métodos invasivos e/ou não-invasivos. Entretanto, uma avaliação laboratorial ou de campo com metodologia invasiva é dispendiosa, tanto financeiramente, pois requer instrumentação sofisticada, quanto do ponto de vista do tempo necessário para avaliar um grande número de sujeitos, em virtude da dificuldade de avaliá-los simultaneamente (AHMAIDI et al., 1992; BERTHOIN et al., 1996).

Contudo, é possível notar ainda a ausência de informações suficientes na literatura sobre a relação dos índices fisiológicos obtidos

no teste de campo (TCAR) e de laboratório (esteira) em jogadores de futebol, ratificando a relevância da realização desta investigação.

Buscando verificar a relação do PV determinado no TCar com os índices padrão ouro determinados em teste laboratorial ($VO_2\text{max}$, $vVO_2\text{max}$, $vOBLA$) e com variáveis indicadoras de capacidade anaeróbia (índice de fadiga, tempo médio e melhor tempo) em teste de repetidos *sprints*, justifica-se a realização deste estudo, procurando tornar o TCar acessível aos preparadores físicos e técnicos como uma possibilidade de avaliação específica de índices fisiológicos, com baixo custo, fácil aplicação e principalmente segurança de interpretação dos resultados identificados, verificando os mecanismos determinantes de cada um destes.

Tal abordagem pode colaborar para a expansão da utilização de conceitos tradicionalmente laboratoriais em situações práticas de avaliação de campo, apresentando maior validade ecológica.

ORGANIZAÇÃO GERAL DO TRABALHO

O presente trabalho investigativo foi organizado em três capítulos, compreendendo três artigos originais.

O primeiro artigo (capítulo 1- publicado na Revista Motriz, v.15, n.4, p.861-870, 2009), intitulado “Aptidão aeróbia e capacidade de sprints repetidos no futebol: comparação entre as posições”, trata-se do primeiro estudo a contemplar os principais índices fisiológicos referentes ao rendimento aeróbio e anaeróbio de jogadores de futebol brasileiros de diferentes posições em um único trabalho.

O segundo artigo (capítulo 2 - aceito no *Journal of Strength and Conditioning Research*), intitulado “Relação entre diferentes mensurações da aptidão aeróbia e a capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol de elite”, demonstra a relação entre os indicadores de aptidão aeróbia (consumo máximo de oxigênio: $VO_2\text{max}$; velocidade correspondente ao $VO_2\text{max}$: $vVO_2\text{max}$; velocidade referente ao onset of blood lactate accumulation: $vOBLA$) com os índices referentes a capacidade de *sprints* repetidos (tempo médio, melhor tempo e índice de fadiga). Tal estudo tem importantes implicações para o desenho dos

programas de treinamento para melhorar a CSR em jogadores de futebol.

O terceiro artigo (capítulo 3 – submetido ao *International Journal of Sports Medicine*) intitulado “TCAR: Um novo teste para a avaliação aeróbia em esportes intermitentes, validade e reprodutibilidade”, apresenta indicadores de validade e reprodutibilidade do Pico de velocidade (PV) determinado no TCAR, demonstrando a relação do PV com indicadores da aptidão aeróbia determinados em laboratório ($VO_2\text{max}$; $vVO_2\text{max}$; $vOBLA$) e de aptidão anaeróbia determinado em campo (tempo médio, melhor tempo, índice de fadiga).

Este estudo pode colaborar para a expansão da utilização de conceitos tradicionalmente aceitos em laboratório para a aplicação em situações práticas de avaliação de campo, apresentando maior validade ecológica, baixo custo e fácil operacionalidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, C.; MAÇÃS, V.; SAMPAIO, J. Variation in football players' sprint test performance across different ages and levels of competition. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.3, p.44-49, 2004.

AHMAIDI, S.; COLLOMP, K.; CAILLAUD, C.; PRÉFAUT, C. Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. **International Journal of Sports Medicine**, v. 13, p. 243-248, 1992.

ÁLVAREZ, J. C. B.; ÁLVAREZ, V. B. Relación entre el consumo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. **Revista de Entrenamiento**, v.17, n.2, p.13-24, 2003.

AZIZ, A. R.; CHIA, M.; TEH, K. C. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field-hockey and soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.40, p.195-200, 2000.

AZIZ, A. R.; MUKHERJEE, S.; CHIA, M.; TEH, K. C. Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.7, p.401-407, 2007.

BANGSBO, J.; LINDQVIST, F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, p.125-132, 1992.

BANGSBO J. Energy demands in competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**, v.12, S5–12, 1994a.

BANGSBO, J. **Fitness training in football** – A scientific approach. Baegsvard: H+O Storm, 1994b.

BANGSBO, J. **YO-YO tests**. HO + Storm, Copenhagen, Denmark, 1996.

BASSET D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, p.70-84, 2000.

BERTHOIN, S.; PELAYO, P.; LENSEL-CORBEIL, G.; ROBIN, H.; GERBEAUX, M. Comparison of maximal aerobic speed as assessed with laboratory and field measurements in moderately trained subjects. **International Journal of Sports Medicine**, v.17, n.7, p.525-529, 1996.

BILLAT, V. KORALSZTEIN, J.P. Significance of the velocity at VO_{2max} and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**. v.22, n.2, p.90-108, 1996.

BILLAT, V. L.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX G.; KORALSZTEIN, J. P. Interval training at VO_{2max} : effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.1, p.156-163, 1999.

BUCHHEIT, M.; LEPRETRE, P. M.; BEHAEGEL, P. M.; MILLET, G.P.; CUVELIER, G, AHMAIDI S. Cardiorespiratory responses during

running and sport-specific exercises in handball players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2008.

CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E.; DE-OLIVEIRA, F. R. Aptidão Aeróbia em Esportes Intermitentes - Evidências de validade de construto e resultados em teste incremental com pausas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v.3, n.1, p.120, 2004.

CARMINATTI, L. J. **Validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (tcar) como preditores do máximo steady-state de lactato em jogadores de futsal**. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, 2006.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; VERA, J. G.; ALVAREZ, J. C. Match demands of professional Futsal: A case study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, in press, 2009.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; D'OTTAVIO, S.; MANZI, V. The Yo—Yo intermittent recovery test in basketball players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.11, p.202-208, 2008.

DAWSON, B.; FITZSIMONS, M.; WARD, D. The relationships of repeated sprinting ability to aerobic power and performance measures of anaerobic capacity and power. **Australian Journal of Sciences Medicine and Sport**, v.25, p.82-87, 1993.

DI SALVO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H.; CALDERON MONTERO, F. J.; BACHL N.; PIGOZZI, F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v.28, p.222-227, 2007.

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

GALLOTI, F.M.; CARMINATTI, L. J. Variáveis identificadas em testes progressivos intermitentes. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.2, n.7, p.1-17, 2008.

JONES A. M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of anaerobic fitness. **Sports Medicine**, v.29, n.6, p.373-86, 2000.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T.; JOHANSEN, J.; STEENSBERG, A.; PEDERSEN, P. K.; BANGSBO, J. The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, p.697-705, 2003.

LEGER, L.; BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the Universite de Montreal track test. **Canadian Journal of Applied Sports Sciences**, v.5, p.77-84, 1980.

LEGER, L. C.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_2max . **European Journal of Applied Physiology**, v. 49, p.1 -12, 1982.

MCMILLAN, K.; HELGERUD, J.; GRANT, S. J.; NEWELL, J.; WILSON, J.; MACDONALD, R.; HOFF, J. Lactate threshold responses to a season of Professional British youth soccer. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n.7, p. 432-436, 2005.

NOAKES, T.D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.20, n.4, p.319-30, 1988.

RAMPININI, E.; BISHOP, D.; MARCORÀ, S.M.; FERRARI BRAVO, D.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F.M. Validity of Simple Field Tests as Indicators of Match-Related Physical Performance in Top-Level Professional Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v.28, p.228-235, 2007.

RAMSBOTTOM, R.; BREWER, J.; WILLIAMS, C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. **British Journal of Sports Medicine**, v.22, n.4, p.141-144, 1988.

REILLY, T.; THOMAS, V. A motion analysis of work rate in different positional roles in professional football match-play. **Journal of Human Movement Studies**, v.2, p.87-97, 1976.

RIENZI, E.; DRUST, B.; REILLY, T.; CARTER, J.E.; MARTIN, A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American International soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.40, n.2, p.162-169, 2000.

SVENSSON, M.; DRUST, B. Testing soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n.6, p. 601-618, 2005.

WADLEY G.; ROSSIGNOL, P. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems, **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.1, p.100-110, 1998.

WRAGG, C.B.; MAXWELL, N.S.; DOUST, J.H. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. **European Journal Applied Physiology**, v.83, p.77-83, 2000.

Artigo Original

Aptidão aeróbia e capacidade de *sprints* repetidos no futebol: comparação entre as posições

Juliano Fernandes da Silva

Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Leandro Teixeira Floriano

Francimara Budal Arins

Naiandra Dittrich

Laboratório de Esforço Físico do Departamento de Educação Física, Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, Brasil

Resumo: O treinamento e a avaliação da aptidão física do jogador de futebol são fundamentais para a melhora do rendimento. O objetivo deste estudo foi comparar valores de consumo máximo de oxigênio (VO_2max), limiar, anaeróbio (LAn) intensidade associada ao VO_2max (IVO_2max), pico de velocidade (PV), ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) e a capacidade de *sprints* repetidos (CSR) em jogadores de diferentes posições. Para tanto, 28 atletas futebol ($17,9 \pm 1,0$ anos; $178,7 \pm 5,2$ cm; $73,6 \pm 6,7$ kg; $11,1 \pm 1,3\%$ G) foram divididos em cinco posições: zagueiros, laterais, volantes, meias e atacantes. Utilizou-se um teste incremental em esteira para determinar o LAn, VO_2max , IVO_2max , e o TCAR para o PV e PDFC, além do teste de Bangsbo para avaliar a CSR (Tempo Médio, Melhor Tempo e Índice de Fadiga). A ANOVA foi utilizada para comparar as médias entre as posições. Não foi encontrada diferença significativa em nenhuma variável (VO_2max , IVO_2max , LAn, PV, PDFC, TM, MT, IF) quando se comparou os atletas das cinco posições. Isto pode ser atribuído ao fato de os atletas terem sido avaliados no início da temporada e pertencerem a categorias de base.

Palavras-chave: Futebol. Capacidade aeróbia. Potência aeróbia

Motriz, Rio Claro, v.15 n.4 p. 861-870, out./dez. 2009

Fitness aerobic and repeated sprint ability in soccer: comparison between positions

Abstract: Training and assessment of physical fitness of soccer players are fundamental to performance improvement. The purpose of this study was to compare values of maximal oxygen uptake (VO_{2max}), anaerobic threshold (AT), intensity associated with VO_{2max} (IVO_{2max}), peak velocity (PV), heart rate deflection point (HRDP) and repeated-sprint ability (RSA) in players of different positions. Twenty eight soccer players (17.9 ± 1.0 years, 178.7 ± 5.2 cm, 73.6 ± 6.7 kg, $11.1 \pm 1.3\%$ F) were divided into five positions: defenders, sideways, central midfielders, midfielders, and forwards. An incremental treadmill test was performed to determine the AT, VO_{2max} , and IVO_{2max} . In addition, TCAR was employed to obtain the PV and HRDP, and Bangsbo's test to evaluate the RSA (Mean Time, Fastest Time, Sprint decrement). ANOVA was used to compare the indices between the positions. No significant differences were found for any of the variables (VO_{2max} , IVO_{2max} , AT, PV, HRDP, MT, FT, S_{dec}) regarding the five different positions. This can be attributed to the fact that the athletes were evaluated at the beginning of the season and belong to youth categories.

Key Words: Soccer. Aerobic capacity. Aerobic power.

Introdução

O futebol é caracterizado por uma série de ações acíclicas, que se desenvolvem durante o jogo na forma de corridas, saltos e chutes. O sucesso nesta modalidade está associado às qualidades técnicas, táticas e físicas (HELGERUD et al., 2001). Diversos estudos têm demonstrado que algumas qualidades físicas como a potência aeróbia e anaeróbia, a força e a economia de corrida (EC) são consideradas determinantes do rendimento no futebol (EKBLON, 1986; RAMPININI et al., 2007).

A busca por métodos para otimização do condicionamento físico do futebolista tem sido alvo de inúmeras pesquisas, enfatizando o treinamento (HELGERUD et al., 2001; LITTLE; WILLIAMS, 2007; BRAVO et al., 2007), avaliações físicas (ABRANTES et al., 2004; SVENSON; DRUST, 2005; IMPELLIZZERI et al., 2005), caracterização fisiológica (TUMILTY, 1993; WISLOFF, 1998) e a relação dos índices que melhor se

relacionam com o desempenho (HOFF, 2002; RAMPININI et al., 2007). Assim, são constantes as observações relativas às características físicas de atletas profissionais (DI SALVO et al., 2007; BALIKIAN et al., 2002; SANTOS; SOARES, 2001) e de categorias de base (HELGERUD et al., 2001; DA SILVA et al., 2008).

Outros estudos analisaram a caracterização fisiológica de atletas de futebol referentes à sua função tática durante o jogo (REILLY et al, 1997; AL-HAZZAA et al, 2001; DI SALVO et al, 2007). Segundo Reilly (1997), dependendo da função tática exercida na equipe, cada atleta possui um nível de solicitação metabólica, que por sua vez exige e gera adaptações diferenciadas nos processos de produção de energia. A compreensão da carga fisiológica imposta aos atletas profissionais de futebol em função da posição (perfil de movimentação, distância percorrida, intensidade de corridas, sistemas energéticos predominantes) é fundamental no desenvolvimento de programas de treinamentos específicos (DI SALVO et al., 2007).

Estudos atuais (DI SALVO et al., 2007; DA SILVA et al., 2008), avaliaram diversas variáveis, como a distância percorrida, a intensidade de esforço e o número de sprints desempenhados por cada atleta durante os 90 minutos de uma partida oficial de futebol, para quantificar o esforço dos mesmos. Para Balikian et al. (2002) estas diversas sobrecargas metabólicas impostas durante partidas e treinamentos coletivos são as principais variáveis responsáveis pelas diferenças nos índices fisiológicos mensurados quando se comparam as posições.

As avaliações fisiológicas no futebol buscam, principalmente otimizar o processo de treinamento, visto que, os atletas podem apresentar diferentes níveis de condicionamento físico, sobretudo quando comparados entre as posições. Muitos estudos compararam o consumo máximo de oxigênio (VO_2max), o limiar anaeróbio (LAN) e a distância percorrida durante as partidas em função da posição do atleta (BANGSBO et al., 1991; SANTOS, 1999; BALIKIAN et al., 2002), porém, ao nosso conhecimento, nenhum trabalho analisou a influência de diferentes funções táticas sobre o pico de velocidade (PV) obtido em teste de campo, a capacidade de *sprints* repetidos (CSR), o VO_2max e LAN, em um mesmo grupo de jogadores.

A utilização de um teste de CSR é fundamental para mensurar a capacidade do atleta em realizar várias repetições em alta intensidade

sem redução do rendimento, mesmo com curtos períodos de recuperação (SPENCER et al., 2005; SVENSON; DRUST; 2005; WRAGG et al., 2000).

Os valores de $VO_2\text{max}$ estão associados ao desempenho durante a partida (90 minutos), uma vez que representa a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório em captar, transportar e utilizar o oxigênio para a formação de ATP na cadeia respiratória (BANGSBO, 1993). Além disso, uma elevada potência aeróbia auxilia na recuperação entre exercícios intercalados de alta intensidade (TOMLIN e WENGER, 2001).

Outra variável relacionada à potência aeróbia e a EC é o PV, o qual representa a velocidade final atingida em um teste progressivo. A sua mensuração em teste de campo com baixo custo, fácil operacionalidade e maior especificidade são características que tornam este índice fundamental na avaliação de atletas de futebol.

O LAn tem se apresentado como um índice sensível aos efeitos do treinamento em atletas de futebol (HELGERUD et al., 2001, MCMILLAN et al., 2005). Assim, o presente estudo, ao nosso conhecimento, é o primeiro a contemplar os principais índices fisiológicos referentes ao rendimento aeróbio e anaeróbio de jogadores de futebol de diferentes posições em um único trabalho.

Desta forma, os objetivos deste estudo foram: 1) Comparar indicadores de potência e capacidade aeróbia, determinados em teste de campo e laboratoriais em atletas de futebol que desempenham diferentes funções táticas e 2) Comparar indicadores do teste de CSR em atletas de diferentes funções táticas.

Materiais e métodos

Amostra e procedimentos

Vinte e oito jogadores juniores brasileiros de futebol ($17,9\pm 1,0$ anos; $178,7\pm 5,2$ cm; $73,6\pm 6,7$ kg; $11,1\pm 1,3$ %G) de duas equipes (A, B) de nível nacional participaram do estudo. As duas equipes (A, $n=15$, B, $n=13$) estão entre as principais do país na respectiva categoria. A bateria de testes incluiu avaliações antropométricas, $VO_2\text{max}$, LAn, teste de CSR e teste de campo TCAR. Entre os testes físicos foi respeitado um intervalo de no mínimo 48 horas. Todos os procedimentos foram aprovados pelo comitê de ética da instituição (Protocolo 384/07). Para

fins de análise os atletas foram subdivididos nas seguintes posições: Zagueiros (5), Laterais (6), Volantes (6), Meias (5) e Atacantes (6) (DI SALVO et al., 2007). Todas as avaliações foram realizadas durante o início da pré-temporada das duas equipes.

Antropometria

Foram realizadas mensurações de massa corporal (kg), estatura (cm) e de quatro dobras cutâneas (supra-ilíaca, abdômen, tríceps, subescapular) para estimativa do percentual de gordura (FAULKNER, 1968).

Capacidade de sprints repetidos (CSR)

Antes da aplicação do teste de CSR cada atleta realizou um período de quinze minutos de alongamento e aquecimento. O teste de CSR consistiu de sete *sprints* máximos de 34,2 m. Cada *sprint* foi realizado com mudança de sentido, havendo um período de recuperação de 25 s, com o atleta se posicionando para uma nova largada (BANGSBO, 1994). O tempo de cada *sprint* foi mensurado por meio do sistema de fotocélulas (CEFISE® – Speed Test 6.0), que controlou automaticamente as pausas de 25 s entre os *sprints*, por meio da emissão de sinal sonoro. O teste foi realizado em uma superfície de grama natural. Neste teste foram mensuradas as seguintes variáveis:

1- Melhor Tempo (MT): O melhor tempo do atleta nos sete *sprints*;

2- Tempo médio (TM): A média de tempo dos sete *sprints*;

3- Índice de fadiga (IF) (FITZSIMONS et al., 1993):

$$\left\{ IF = \frac{7 \text{ tempos}}{MT * 7} - 1 \quad \times 100 \right\}$$

Consumo máximo de oxigênio (VO₂max) e Limiar anaeróbio (LAn)

O VO₂max foi determinado utilizando-se um protocolo incremental em esteira rolante (IMBRAMED MILLENIUM SUPER ATL, 10.200, Brasil). A velocidade inicial foi de 9,0 km.h⁻¹(1% de inclinação), com incrementos de 1,2 km.h⁻¹ a cada 3 minutos até a exaustão voluntária. Entre cada estágio houve um intervalo de 30 s para coletas de sangue do lóbulo da orelha. Durante o teste incremental, cada um dos sujeitos foi encorajado verbalmente a realizar o máximo de

esforço. O LAn foi determinado como sendo a intensidade correspondente a concentração de $3,5 \text{ mMol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactato sanguíneo (HECK et al., 1985).

O VO_2 foi mensurado respiração a respiração durante todo o protocolo a partir do gás expirado (K4b2, Cosmed, Roma, Itália), sendo os dados reduzidos às médias de 15 s. A calibração do equipamento foi realizada antes e depois de cada teste de acordo com as recomendações do fabricante. O $\text{VO}_{2\text{max}}$ foi considerado como o maior valor obtido durante o teste nestes intervalos de 15 segundos. Para considerarmos que, durante o teste, os indivíduos atingiram o $\text{VO}_{2\text{max}}$, foram adotados os seguintes critérios:

- Identificação do platô nos valores mensurados de VO_2 , ou seja, mudança inferior a $150 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, ou $2,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ entre sucessivos estágios (TAYLOR et al., 1955).

- Razão de trocas respiratórias (R), superior ou equivalente ao valor de 1,15 (BASSET; HOWLEY, 2000).

- Respostas de lactato sanguíneo maiores que $8,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ no final do teste (BASSET; HOWLEY, 2000).

Teste incremental de corrida intermitente (TCAR)

Em outro dia os sujeitos foram submetidos a um teste progressivo intermitente com pausas (TCAR) aplicado em um campo de grama, para a determinação do pico de velocidade (PV), da frequência cardíaca máxima ($\text{FC}_{\text{máx}}$) e do ponto de deflexão da FC (PDFC) (CARMINATTI et al., 2004).

O TCAR é caracterizado por ser um teste do tipo intermitente escalonado, com multi-estágios de 90 s de duração, em sistema “ida-e-volta”, constituído de 5 repetições de 12 s de corrida (distância variável), intercaladas por 6 s de caminhada ($\pm 5 \text{ m}$). O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 s, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones. O teste inicia com velocidade de $9,0\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (distância inicial de 15 m) com incrementos de $0,6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1 m a partir da distância inicial (CARMINATTI et al., 2004).

A FC foi monitorada com um freqüencímetro Polar® (modelo S610i). O PDFC foi determinado pelo método D_{\max} proposto por Kara *et al.* (1996).

Análise do lactato sanguíneo

Foram coletados 25 μ l de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do pico de lactato sanguíneo pós-teste, nos minutos 1, 3, 5, 7, 9, e 12 da recuperação do teste de CSR. A análise do lactato foi realizada por meio de um analisador eletroquímico (YSI 2700 STAT, Yellow Springs, OH, USA). A calibração do equipamento foi realizada antes de cada análise seguindo as recomendações do fabricante. No teste incremental em esteira rolante, também foram realizadas coletas de 25 μ l de sangue do lóbulo da orelha, durante os intervalos de 30 s entre os estágios, para determinação do LAN.

Análise estatística

O programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 13.5 for Windows) foi utilizado para realização da análise estatística. Foi empregada a análise descritiva (média e desvio-padrão) para apresentação dos valores referentes aos testes realizados, seguido do teste de *Shapiro-Wilk* ($n < 50$) para verificar a normalidade dos dados. A análise de variância ANOVA *one way* foi utilizada para comparar os índices fisiológicos dos atletas de diferentes posições, seguido do teste *post-hoc* de *Tukey*. Foi adotado um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados

Os valores relativos ao $VO_{2\max}$, a $IVO_{2\max}$ e ao LAN obtidos nos jogadores de futebol das diferentes posições estão apresentados na tabela 1. Pode-se observar que não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) em nenhum dos índices avaliados quando se comparou os atletas das diversas posições.

Tabela 1. Variáveis aeróbias ($VO_2\text{max}$, $IVO_2\text{max}$, LAn) nos jogadores de futebol de diferentes posições mensuradas em teste laboratorial.

	Zagueiro (5)	Lateral (6)	Volante (6)	Meia (5)	Atacante (6)
$VO_2\text{max}(\text{ml.kg.min}^{-1})$	61,4±2,50	64,2±6,0	65,0±3,2	63,2±5,4	62,7±7,1
$IVO_2\text{max} (\text{Km.h}^{-1})$	17,1±0,75	18,0±10	17,3±0,3	17,2±1,0	17,0±1,5
LAn (Km.h^{-1})	13,5±1,30	13,7±1,4	13,7±0,6	13,6±10	13,4±1,9
$VO_2\text{LAn}(\text{ml.kg.min}^{-1})$	50,4±4,2	53,4±4,2	54,7±4,7	52,8±4,3	51,4±6,8
LAn% $VO_2\text{max}$ (%)	82,0±5,9	83,4±3,8	84,0±4,7	83,6±1,5	82,0±5,0

$VO_2\text{max}$ = Consumo máximo de oxigênio; $IVO_2\text{max}$ = Intensidade associada ao consumo máximo de oxigênio; LAn = Velocidade relativa ao limiar anaeróbio; $VO_2\text{LAn}$ = Consumo de oxigênio relativo ao limiar anaeróbio; LAn% $VO_2\text{max}$ (%) = Percentual do LAn em relação ao $VO_2\text{max}$.

Na tabela 2 são apresentadas as variáveis (PV, FC_{pd} , V_{pdfc}) mensuradas nos jogadores de futebol a partir do TCAR. Nos índices mensurados no teste TCAR, também não foi encontrada diferença significativa ($p>0,05$) entre os atletas das diversas posições.

Tabela 2. Variáveis aeróbias avaliadas no teste de campo TCAR (PV, FC_{pd} , V_{pdfc}) nos jogadores de futebol de diferentes posições.

	Zagueiro (5)	Lateral (6)	Volante (6)	Meia (5)	Atacante (6)
PV (Km.h^{-1})	16,5±1,0	16,8±1,3	16,8±0,9	16,7±0,8	16,0±0,8
FC_{pd} (bpm)	174,0±7,0	173,0±8,0	177,0±9,0	181,0±6,0	174,0±10
V_{pdfc} (Km.h^{-1})	13,50±1,7	13,1±1,3	13,1±0,9	12,9±0,7	12,1±0,7
% FC_{max} (%)	89,3±7,0	90,2±2,7	89,0±2,7	90,0±4,3	88,1±3,4
%PV (%)	81,4±7,2	78,9±4,5	75,5±4,3	77,0±8,3	77,8±8,3

PV = Pico de velocidade; FC_{pd} = Ponto de deflexão da frequência cardíaca; V_{pdfc} = Velocidade correspondente ao ponto de deflexão da frequência cardíaca; % FC_{max} = percentual do ponto de deflexão da frequência cardíaca em relação a frequência cardíaca máxima; %PV = Percentual da velocidade correspondente ao ponto de deflexão da frequência cardíaca em relação ao pico de velocidade.

No teste de CSR não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) nas variáveis Tmed, MT, IF e P_{lac} entre as posições (tabela 3).

Tabela 3. Variáveis anaeróbias (TM, MT, IF, P_{lac}) nos jogadores de futebol de diferentes posições mensuradas em teste de campo.

	Zagueiro (5)	Lateral (6)	Volante (6)	Meia (5)	Atacante (6)
TM (s)	6,440±	6,563 ±	6,536±	6,523±	6,667 ±
	0,234	0,250	0,194	0,305	0,220
	6,175±	6,325 ±	6,302±	6,283±	6,338 ±
MT(s)	0,225	0,198	0,178	0,273	0,319
	4,3 ±	3,8 ±	3,4 ±	3,9 ±	5,2 ±
IF (%)	0,6	1,8	1,5	1,9	2,8
	14,6 ±	15,0 ±	14,7 ±	16,3 ±	16,6 ±
Plac(mMol.L-1)	2,0	2,1	1,4	1,0	3,7

TM = Tempo médio; MT = Melhor tempo; IF = Índice de fadiga; P_{lac} = Pico de lactato

Discussão

O processo de treinamento de futebol, assim como, nos demais esportes coletivos é extremamente complexo, principalmente por se tratar de uma modalidade em que os atletas desempenham funções específicas dentro da partida. Apesar da vasta literatura a respeito da influência de diferentes funções táticas sobre as características fisiológicas (aeróbia e anaeróbia) de futebolistas, ao nosso conhecimento, este é o primeiro estudo que avaliou índices aeróbios e anaeróbios em atletas juniores a partir de testes de campo e de laboratório em um mesmo trabalho.

Segundo Hoff et al. (2002) as principais variáveis referentes a aptidão aeróbia são o $VO_2\text{max}$, o LAn e a EC. Estas variáveis são imprescindíveis na avaliação do futebolista, pois, o futebol caracteriza-se por utilizar de 80 a 90% de energia proveniente do metabolismo aeróbio.

Ao investigar a influência de diferentes funções táticas sobre $VO_2\text{max}$, $IVO_2\text{max}$, LAn e VO_2 do LAn não foram encontradas diferenças significativas entre as posições no presente estudo utilizando os protocolos laboratoriais.

O $VO_2\text{max}$ representa a potência aeróbia máxima, o qual parece ser limitado por alguns fatores, como: a) capacidade de difusão pulmonar; b) débito cardíaco máximo; c) capacidade de transporte de oxigênio (conteúdo de hemoglobina); d) e limitações musculares associadas ao gradiente de difusão periférica, nível de enzimas mitocondriais e densidade capilar (BASSET; HOWLEY, 2000).

Neste estudo também foi determinada a $IVO_2\text{max}$, que é o índice que melhor descreve a associação entre potência aeróbia máxima e EC, pois indivíduos com $VO_2\text{max}$ semelhantes podem apresentar valores distintos de $IVO_2\text{max}$, ou seja, diferentes *performances* aeróbias (BIILAT, 1994). Esta diferença é explicada pela diferença de EC. Porém, é importante ressaltar que não encontramos estudos que utilizaram protocolos semelhante ao adotado no presente trabalho para determinação de $IVO_2\text{max}$, dificultando a comparação de nossos achados com outros resultados.

A determinação do $VO_2\text{max}$ e da $IVO_2\text{max}$ fornece subsídios, principalmente, para a aplicação do treinamento intervalado de alta intensidade, o qual tem se mostrado eficiente para a melhora do desempenho no futebol (HELGERUD et al., 2001). A mensuração destas

variáveis também permite um maior controle dos volumes de treinamentos para intensidades mais elevadas, diminuindo riscos de *overtraining* (BILLAT et al., 1999).

Ao aplicar um treinamento intervalado de alta intensidade (4 x 4min entre 90 e 95% FC_{máx}, 2x semana) durante oito semanas, Helgerud et al. (2001) encontraram melhorias no desempenho de jogadores de futebol (número de *sprints*, número de envolvimento com bola, passes corretos e distância percorrida), ratificando a importância deste indicador para o desempenho de futebolista.

Os dados de VO₂max encontrados no presente estudo estão de acordo com os achados na literatura para atletas de futebol de elite, variando entre 56 e 69 mL.kg⁻¹.min⁻¹ (REILLY, 1996). Um importante achado deste trabalho foi não ter sido encontrada diferença significativa nos valores de VO₂max, quando foram comparados os atletas das diferentes posições.

Al-Hazza et al. (2001) também não encontraram diferença significativa no VO₂max entre atletas de variadas posições. Por outro lado, Santos (1999) e Bangsbo (1994) encontraram valores mais elevados para meio campistas e laterais. Já, Balikian et al. (2002) encontraram diferença somente entre os goleiros e os atletas das demais posições.

Na categoria profissional os atletas apresentam a especialização funcional, sendo pequeno o número de atletas que joga em mais de uma posição. Nas categorias de base esta especialização acontece em menor proporção, pois o atleta está em formação, e assim os treinadores exigem uma maior versatilidade, a fim de encontrar a posição adequada. Deste modo, o fato de os atletas deste estudo pertencerem a categoria júnior deve ter colaborado, para encontrarmos resultados distintos em relação aos estudos com atletas profissionais.

É necessário ter uma maior cautela ao comparar a IVO₂max de diferentes estudos, devido aos diversos protocolos utilizados, contudo, é fundamental ressaltar a importância deste índice para a prescrição do treinamento aeróbio de alta intensidade.

Além do VO₂max, o LAn é fundamental para avaliação do futebolista, pois a partir deste índice o treinamento pode ser mais individualizado nas intensidades submáximas. Além disso, as modificações no LAn são mais sensíveis, ao treinamento aeróbio de alta

intensidade que o $VO_2\text{max}$ para atletas de futebol (HELGERUD et al., 2001).

Os estudos que avaliaram o LAn no futebol, utilizaram o percentual relativo ao $VO_2\text{max}$ (REILLY et al., 2000; SANTOS, 1999; HELGERUD et al., 2001) ou a velocidade correspondente ao LAn (SANTOS, 1999; HELGERUD et al., 2001; DENADAI et al., 2005).

A literatura apresenta diferentes valores referentes aos futebolistas em relação ao LAn. Tumilty (1993) cita que para desempenhar bem suas tarefas técnicas e táticas durante um jogo o atleta deve apresentar seu LAn entre 70 e 80% do $VO_2\text{max}$, já para Santos (1999) estes valores devem estar entre 76 e 84,5% do $VO_2\text{max}$. Esses dados referem-se aos atletas de futebol em um âmbito geral, não considerando suas funções táticas e categorias de base.

Com relação ao LAn em atletas de diferentes posições, Santos (1999) verificou por meio do método de equivalentes respiratórios em atletas das quatro divisões portuguesas os seguintes resultados: para meio campistas $14,5 \pm 1,7 \text{ Km.h}^{-1}$ ($81,7 \pm 5,6 \% VO_2\text{max}$); laterais $14,4 \pm 1,2 \text{ Km.h}^{-1}$ ($80,8 \pm 6,5 \% VO_2\text{max}$); zagueiros $14,0 \pm 1,0 \text{ Km.h}^{-1}$ ($80,2 \pm 5,2 \% VO_2\text{max}$) e atacantes $12,9 \pm 1,3 \text{ Km.h}^{-1}$ ($82,5 \pm 6,5 \% VO_2\text{max}$). Neste estudo foram encontradas diferenças significativas referentes à velocidade associada ao LAn entre laterais e atacantes ($p < 0,05$) e entre meio campistas e atacantes ($p < 0,05$). Santos e Soares (2001) utilizando um teste de campo encontraram os seguintes valores de LAn: zagueiros ($13,17 \text{ km.h}^{-1}$), laterais ($13,9 \text{ km.h}^{-1}$), meio campistas (14 km.h^{-1}) e atacantes ($13,3 \text{ km.h}^{-1}$), os quais apresentaram diferenças significativas entre meio campistas e zagueiros e meio campistas e atacantes.

Diferentemente da maioria dos resultados encontrados na literatura, o presente estudo não encontrou diferenças significativas entre as posições para o LAn. Considerando que as distintas solicitações físicas durante as partidas e treinos coletivos são as principais variáveis responsáveis pelas diferenças nos índices fisiológicos mensurados quando se compara as posições (BALIKIAN et al., 2002), o fato de os atletas terem sido avaliados no início da temporada pode ter contribuído para os resultados encontrados. Desta forma, é possível afirmar que diferentemente de outros estudos, no presente trabalho os laterais e volantes não apresentaram diferenças significativas nos índices mensurados em relação às outras posições. No entanto, é necessário

termos cautelosa em compararmos os resultados do nosso estudo com outros trabalhos citados na literatura, pois alguns destes foram realizados em períodos que já compreendiam a temporada competitiva, diferentemente do nosso trabalho.

No teste TCAR, apesar de não serem encontradas diferenças entre as posições para as variáveis avaliadas, observou-se uma tendência de valores mais elevados de PV para os laterais, volantes e meias, o que é tradicionalmente descrito sobre a potência aeróbia em outros estudos com futebolistas (TUMILTY, 1993; REILLY, 1997). Este fenômeno pode ter ocorrido no teste TCAR, devido ao fato de este teste de campo apresentar características específicas (intermitente, mudança de sentido) que permitem discriminar melhor a aptidão aeróbia de atletas de futebol.

No entanto, o que surpreende são os valores PV e V_{pdfc} dos zagueiros que estão próximos aos dos laterais, meio-campistas e volantes. Isto pode ser explicado pela conjuntura atual do futebol moderno que exige destes indivíduos uma participação mais efetiva no jogo, e conseqüentemente, uma maior aptidão física (DI SALVO et al., 2007).

Teoricamente, o PV poderia ocorrer em cargas superiores a IVO_2max , em virtude de uma possível suplementação anaeróbia na determinação do PV. Desta forma, é possível afirmar que uma variável que avaliou conjuntamente os metabolismos aeróbios e anaeróbios também não demonstrou diferenças quando se considerou a função tática em campo. Já o PDFC que é apresentado como uma forma indireta de avaliar a capacidade aeróbia (CARMINATTI, 2006) também não apresentou diferenças significantes entre as posições, confirmando os resultados determinados nos testes laboratoriais.

Embora o metabolismo aeróbio seja predominante durante uma partida de futebol, as ações decisivas são realizadas por meio do metabolismo anaeróbio (STOLEN et al., 2005), o qual tem a capacidade de converter rapidamente energia química em mecânica, fator importante na velocidade dos deslocamentos dos futebolistas e nas ações curtas e intensas exigidas durante o jogo.

Devido ao fato de o futebol atual estar mais rápido e intenso em relação às décadas passadas, alguns estudos têm sugerido que uma elevada potência anaeróbia é fundamental para o futebolista de alto nível (BANGSBO, 1993; DI SALVO et al., 2007; WISLOFF et al., 1998). Muitos

métodos têm sido utilizados para avaliar o desempenho máximo de atletas de futebol durante exercícios de curta duração e assim avaliar a capacidade anaeróbia (REILLY et al., 2000).

O teste de Wingate tem sido amplamente utilizado para a avaliação da capacidade e potência anaeróbia em futebolistas (DAVIS et al., 1992; DA SILVA et al., 2008; AL-HAZZAA, 2001), visto que, apresenta uma metodologia simples e de fácil realização. Porém, este protocolo é realizado em cicloergômetro, não sendo específico para atletas de futebol (DAWSON et al. 1993; FITZSIMONS, 1993).

Desta forma, avaliação do componente anaeróbio a partir do teste de CSR tem aumentado nos últimos anos (SPENCER et al., 2005). Pesquisadores sugerem que esta avaliação é mais específica e aumenta o conhecimento da capacidade de recuperação dos atletas de futebol durante os estímulos em alta intensidade (FITZSIMONS, 1993).

Diversos protocolos têm sido investigados para avaliar a aptidão anaeróbia. No entanto, diferentes tipos de recuperação, número e distância dos *sprints*, e o nível de treinamento dos avaliados dificultam a comparação entre os estudos. Neste sentido, Bangsbo (1994) propôs um protocolo de *sprints* repetidos específico para o futebol, o qual consiste de sete corridas máximas de 34,2 m, com mudança de sentido, intercaladas por 25 s de recuperação ativa. Dentre os resultados apresentados pelo teste estão o MT (velocidade), o TM e o IF (capacidade anaeróbia) (SVENSSON; DRUST, 2005).

No presente estudo não foi encontrada diferença significativa nas variáveis MT, TM e IF quando se comparou as cinco posições. Isto demonstra que, assim como as variáveis aeróbias investigadas no estudo de Balikian et al. (2002), as variáveis anaeróbias aqui estudadas também parecem ser influenciadas pelos jogos e treinamentos coletivos durante a temporada, visto que não foram encontradas diferenças significativas entre os índices mensurados no início da temporada neste estudo. Outro fato interessante é que não foram encontradas diferenças significativas no P_{lac} , demonstrando que uma maior atividade glicolítica parece não estar relacionada com a função desempenhada em campo.

Conclusão

Com base nos resultados encontrados, concluímos que não foram encontradas diferenças significativas nos índices mensurados

entre os atletas de diferentes posições, tanto nos testes de campo (TCAR e CSR) quanto no teste laboratorial.

Referências

ABRANTES, C.; MAÇÃS, V.; SAMPAIO, J. Variation in football players' sprint test performance across different ages and levels of competition. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.3, p.44-49, 2004. <http://www.jssm.org/YISI/1/7/yisi1-7.htm>

AL-HAZZA, H. M.; ALMUZAINI, K. S.; AL-REFAEE, S. A.; SULAIMAN, M. A.; DAFTERDAR, M. Y.; AL-GHAMEDI, A.; AL-KHURAJI, K. N. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.41, n.1, p.54-61, 2001.

BALIKIAN, P.; LOURENÇÃO, A.; RIBEIRO, L. F. P.; FESTUCCIA, W. T. L.; NEIVA, C. M. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbico de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 2, p.32-36, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922002000200002>

BANGSBO, J.; NORREGARD, L.; THORSSOE, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sports Sciences**, v.16, p.110-116, 1991.

BANGSBO, J. **Yo-Yo testene**. Brøndby: Danmarks Idræts-förbund, 1993.

BANGSBO, J. **Fitness Training for Football: A scientific approach**. HO+Storm, Bagsvaerd, (1994).

BASSET D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, p. 70-84, 2000. Disponível em:

http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/external_link_maincontent/frame.jhtml;hwwilsonid=54YZWHLW01303QA3DIMCFGADUNGIIV0 Acesso em: 03 dez. 2008.

BILLAT, V.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; RENOUX, J. C.; KORALSZTEIN, P. Time to exhaustion at 100% of velocity at VO₂max

and modeling of the relation time-limit/velocity in elite long distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, v.69, p.271-273, 1994. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01094801>

BILLAT, V. L.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX G.; KORALSZTEIN, J. P. Interval training at $VO_{2\text{ max}}$: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n. 1, p.156-163, 1999. Disponível em: [http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/getResults.jhtml? DARGS =/hww/results/results_common.jhtml.21](http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/getResults.jhtml?DARGS=/hww/results/results_common.jhtml.21)

BRAVO, D. F.; IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; CASTAGNA, C.; BISHOP, D.; WISLOFF, U. Sprint vs. interval training in football. **International Journal Sports Medicine**. v.29, n.8, p.668-674, 2008.

CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E; DE-OLIVEIRA, F. R. Aptidão Aeróbia em Esportes Intermitentes - Evidências de validade de construto e resultados em teste incremental com pausas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v.3, n.1, p.120, 2004.

CARMINATTI, L. J. **Validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (tcar) como preditores do máximo steady- state de lactato em jogadores de futsal**. Dissertação de Mestrado - Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, 2006.

DA SILVA, C. D., BLOOMFIELD, J., MARINS, J. C. B. A review of stature, body mass and maximal oxygen uptake profiles of U17, U20 and first division players in Brazilian soccer. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.7, p.309-319, 2008.

DAVIS, J. A.; BREWER, J.; ATKIN, D. Pre-season physiological characteristics of English first and second division soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.10, n.6, p.541-547, 1992. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=SPH377674&site=ehost-live>

DAWSON, B., FITZSIMONS, M., WARD, D. The relationship of repeated sprinting ability to aerobic power and performance measures of

anaerobic capacity and power. **The Australian Journal of Science and Medicine in Sport**, v.25, p.88-93, 1993.

DENADAI, B. S.; GOMIDE, E. B.; GRECCO, C. C. The relationship between onset of blood lactate accumulation, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.2, p.364-368, 2005.

DI SALVO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H.; CALDERON MONTERO, F. J.; BACHL N.; PIGOZZI, F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v.28, p.222-227, 2007. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2006-924294>

EKBLON, B. Applied Physiology of Soccer. **Sports Medicine** v.3, p.50-60,1986.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=SPH246093&site=ehost-live>

FAULKNER, J. A. Physiology of swimming and diving. In: FALLS, H. Exercise Physiology. Baltimore: Academic Press, 1968.

FITZSIMONS, M.; DAWSON, B.; WARD, D.; WILKINSON, A. Cycling and running tests of repeated sprint ability. **The Australian Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 25, n.4, p. 82-87, 1993.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLMANN, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Science**, v.6, p.117-30, 1985.

HELGERUD, J.; ENGEN, L.C.; WISLOFF, U.; HOFF, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.33, n.11, p.1925-1931, 2001.
http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/external_link_maincontentframe.jhtml?DARGS=/hww/results/results_common.jhtml.30

HOFF, J.; WISLÖFF, U.; ENGEN, L. C.; HELGERUD, J. Soccer specific aerobic endurance training. **British Journal of Sports Medicine**, v.36, p.218-221, 2002.
<http://find.galegroup.com/itx/infomark.do?contentSet=IACDocuments&docType=IAC&type=retrieve&tabID=T002&prodId=AON>

[E&docId=A89021725&userGroupName=capes49&version=1.0&searchType=AdvancedSearchForm&source=gale](http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=17267229&site=ehost-live)

IMPELLIZZERI, F.; RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer, **Journal of Sports Sciences**, v.23, n.6, p.583-592, 2005. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=17267229&site=ehost-live>

KARA, M.; GÖKBEL, H.; BEDİZ, C.; ERGENE, N.; UÇOK, K.; UYSAL, H. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.36, n.1, p.31-4, 1996.

LITTLE, T.; WILLIAMS, A. G. Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.2, p.367-371, 2007. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=25386941&site=ehost-live>

MCMILLAN, K.; HELGERUD, J.; GRANT, S. J.; NEWELL, J.; WILSON, J.; MACDONALD, R.; HOFF, J. Lactate threshold responses to a season of Professional British youth soccer. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n.7, p. 432-436, 2005. <http://find.galegroup.com/itx/infomark.do?contentSet=IAC-Documents&docType=IAC&type=retrieve&tabID=T002&prodId=AON&docId=A134661851&userGroupName=capes49&version=1.0&searchType=AdvancedSearchForm&source=gale>

RAMPININI, E.; BISHOP, D.; MARCORA, S. M.; FERRARI BRAVO, D.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F. M. Validity of Simple Field Tests as Indicators of Match-Related Physical Performance in Top-Level Professional Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v.28. p.228–235, 2007. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2006-924340>

REILLY, T. (1996). *Science and Soccer*. London: E & FN Spon.

REILLY, T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. **Journal of Sports Sciences**. v.15, p.257-263, 1997.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=7615252&site=ehost-live>

REILLY, T.; BANGSBO, J.; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **Journal of Sports Sciences**, v.18, p.669-683, 2000.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=SPH S-660567&site=ehost-live>

SANTOS, J. A. R. Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo. **Revista paulista de Educação Física**, v. 13, n.2, p.146-59, 1999.
<http://www.usp.br/eef/rpef/v13n2/v13n2p146.pdf>

SANTOS, P. J.; SOARES J. M. Capacidade aeróbia em futebolistas de elite em função da posição específica no jogo. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.1, n. 2, p.7-12, 2001.
http://www.fade.up.pt/rpcd/ arquivo/artigos_soltos/vol.1_nr.2/02.pdf

SPENCER, M.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; GOODMAN, C. Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities Specific to Field-Based Team Sports, **Sports Medicine**, v.35, n.12, p.1025-1044, 2005.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=19099498&site=ehost-live>

SVENSON, M.; DRUST, B. Testing soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.23, n.6, p.601-618, 2005.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=17267226&site=ehost-live>

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of Soccer An Update, **Sports Medicine**, v.35, n.6, p. 501-536, 2005.
<http://web.ebscohost.com/ehost/pdf?vid=4&hid=113&sid=973e1a48-fd5d-435d-8244-a594f3f1ca57%40sessionmgr108>

TAYLOR, H. L.; BUSKIRK, E.; HENSCHEL, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. **Journal of Applied Physiology**, v.8, p.73-80, 1955.

TOMLIN, D. L.; WENGER, H. A. The Relationship Between Aerobic Fitness and Recovery from High Intensity Intermittent Exercise. **Sports Medicine**, v.31, n.1, p.1-11, 2001.

TUMILTY, D. Physiological characteristics of Elite Soccer Players. **Sports Medicine**, v.16, n.2, p.80-96, 1993.
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=SPH324937&site=ehost-live>

WISLOFF, U.; HELGERUD, J.; HOFF, J. Strength and endurance of elite soccer players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.30, p.462-467, 1998.
http://vnweb.hwwilsonweb.com/hww/results/getResults.jhtml? DARGS=/hww/results/results_common.jhtml.21

WRAGG, C.; MAXWELL, N.; DOUST, J. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. **European Journal of Applied Physiology**, v. 83, p.77-83, 2000.
<http://dx.doi.org/10.1007/s004210000246>

Esse artigo foi apresentado no VI Congresso Internacional de Educação Física e Motricidade Humana e *XII Simpósio Paulista de Educação Física, realizado pelo Departamento de Educação Física do IB/UNESP Rio Claro, SP de 30/4 a 03/5 de 2009.*

Endereço:

Juliano Fernandes da Silva

UFSC, Centro de Desportos-Laboratório de Esforço Físico

Campus Universitário – Trindade

Florianópolis SC Brasil

88040-900

Telefone: (48) 3721.9924 Fax: (48) 3721.9927

e-mail: jufesi23@yahoo.com.br

Recebido em: 10 de fevereiro de 2009.

Aceito em: 03 de abril de 2009.



Motriz. Revista de Educação Física. UNESP, Rio Claro, SP, Brasil
- eISSN: 1980-6574 - está licenciada sob Licença Creative Commons

Artigo Original

Relação entre diferentes mensurações da aptidão aeróbia e a capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol de elite.

Juliano Fernandes da Silva¹

Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo¹

David Bishop²

1 - Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

2 - Facoltà di Scienze Motorie, Università degli Studi di Verona, Via Casorati 43, Verona, 37131.

Journal of Strength and Conditioning Research, in press, 2010.

RESUMO

O principal objetivo deste estudo foi investigar a relação entre variáveis fisiológicas relativas a aptidão aeróbia (consumo máximo de oxigênio: $VO_2\text{max}$; velocidade correspondente ao $VO_2\text{max}$: $vVO_2\text{max}$; velocidade referente ao onset of blood lactate accumulation: $vOBLA$) e capacidade de sprints repetidos (CSR) em jogadores de futebol de elite. Vinte e nove jogadores brasileiros de futebol ($17,9\pm 1,0$ anos; $178,7\pm 5,2$ cm; $73,6\pm 6,7$ kg; $11,1\pm 1,3$ % gordura corporal) de duas equipes de nível nacional participaram do estudo. Primeiramente os sujeitos realizaram um teste incremental em esteira rolante para determinar o $VO_2\text{max}$, a $vVO_2\text{max}$ e o $vOBLA$. Após no mínimo 48 horas, os sujeitos realizaram um teste de CSR que consistiu de sete sprints de 34,2 m com intervalo de 25 s com recuperação ativa, para determinação do tempo médio (TM), melhor tempo (MT) e índice de fadiga (IF). A correlação linear de Pearson e a regressão múltipla foram usadas para avaliar a relação entre aptidão aeróbia e variáveis do teste de CSR (TM, MT, IF, [La] Pico). A análise de variância (ANOVA), seguida do teste *post-hoc* (Tukey), foi usado para comparar os sete sprints no teste de CSR. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Foi encontrada uma significativa correlação negativa entre a $vOBLA$ e a $vVO_2\text{max}$ com o TM durante o teste de CSR ($r = -0,49$, $p < 0,01$; $r = -0,38$, $p < 0,05$, respectivamente). Também foi encontrada correlação negativa entre o IF e a $vOBLA$ ($r = -0,54$), $vVO_2\text{max}$ ($r = -0,49$) e $VO_2\text{max}$ ($r = -0,39$). A regressão múltipla mostrou que as variáveis aeróbia ($vOBLA$) e anaeróbias (MT) explicam 89 % da variância no TM. Os resultados deste estudo demonstraram que a CSR é mais fortemente correlacionado com a $vOBLA$ e $vVO_2\text{max}$ que com o $VO_2\text{max}$ que é tradicionalmente mensurado.

Palavras Chaves: potência aeróbia, capacidade aeróbia, testes de aptidão, futebol.

ABSTRACT

The main purpose of this study was to investigate the relationship between physiological variables related to aerobic fitness (maximal oxygen uptake: VO_2max ; the minimum velocity needed to reach VO_2max : $v\text{VO}_2\text{max}$; velocity at the onset of blood lactate accumulation: $v\text{OBLA}$) and repeated-sprint ability (RSA) in elite soccer players. Twenty-nine Brazilian soccer players (17.9 ± 1.0 y; 178.7 ± 5.2 cm; 73.6 ± 6.7 kg; 11.1 ± 1.3 %body fat) from two national level teams (A, B) took part in the study. Subjects first performed an incremental test on a treadmill to determine their VO_2max , $v\text{VO}_2\text{max}$ e $v\text{OBLA}$. After at least 48 h, the subjects performed a RSA test consisting of seven 34.2-m sprints interspersed with 25 s of active recovery, to determine the mean time (MT), the fastest time (FT) and the Sprint decrement (S_{dec}). Pearson product moment correlations and multiple regressions were used to assess the relationship between aerobic fitness and RSA variables (FT, MT, S_{dec} , [La] Peak). An analysis of variance (ANOVA), followed by a post-hoc test (tukey), was used to compare the seven sprints of the RSA test. The level of significance was set at $p<0.05$. A significant negative correlation was found between both $v\text{OBLA}$ and $v\text{VO}_2\text{max}$ and MT during the RSA test ($r = -0.49$, $p<0.01$; $r = -0.38$, $p<0.05$, respectively). There were also negative correlations between S_{dec} and $v\text{OBLA}$ ($r = -0.54$), $v\text{VO}_2\text{max}$ ($r = -0.49$) and VO_2max ($r = -0.39$). The multiple regression revealed that the aerobic ($v\text{OBLA}$) and anaerobic (FT) components explained approximately 89% of the variance of MT. The results of this study demonstrated that RSA is more strongly correlated with $v\text{OBLA}$ and $v\text{VO}_2\text{max}$ than the more commonly measured VO_2max .

Key Words: aerobic power, aerobic capacity, fitness testing, soccer.

INTRODUÇÃO

O futebol é considerado um esporte complexo, pois, a *performance* depende de um alto nível técnico, tático e físico. Sobre a condição física o processo de treinamento busca adaptações anatômicas, funcionais, biomecânicas e fisiológicas (22). Apesar da importância da técnica e da tática, as adaptações fisiológicas são frequentemente enfatizadas pelos treinadores, pois tal progresso tem sido associado com a melhora na *performance* (21). No entanto, para um melhor desenho dos programas de treinamento é importante o conhecimento de quais variáveis fisiológicas melhor correlacionam com a *performance* no futebol.

Estudos recentes têm destacado a potência aeróbia (consumo máximo de oxigênio: VO_{2max} ; velocidade correspondente ao VO_{2max}), a velocidade referente ao onset of blood lactate accumulation (vOBLA) e a capacidade de sprints repetidos (CSR) como importantes componentes da aptidão física do jogador de futebol (21, 22, 30). A importância destas variáveis foi confirmada por Rampinini et al. (29) que reportaram significantes correlações entre o pico de velocidade (PV) em teste de aptidão aeróbia (Montreal University Track Test adaptado) (24) e a CSR, com a distância percorrida em alta intensidade ($> 19.8 \text{ Km.h}^{-1}$) por jogadores de futebol durante a partida. Além disso, Helgerud et al. (21) reportaram melhorias na *performance* de jogadores de futebol, avaliados pelo número de sprints e pelo número de envoltimentos com bola, após a implementação de um programa de treinamento de potência aeróbia durante 8 semanas.

A contribuição da CSR e da aptidão aeróbia para a *performance* no futebol está bem descrita na literatura (21, 22, 30). Entretanto, ainda são conflitantes os achados a cerca da relação entre aptidão aeróbia e CSR. Tomlin e Wenger (34), em uma revisão sobre CSR e aptidão aeróbia, reportaram que existe uma associação entre as variáveis; entretanto, eles também afirmaram que esta relação pode não ser causa efeito. Aziz et al. (2) reportaram uma moderada correlação ($r = -0.346$, $p < 0.05$) entre o VO_{2max} e CSR (8 x 40-m com 30 s de recuperação entre os sprints). Entretanto, utilizando um diferente teste de CSR (6 x 20-m com 20 s de recuperação entre os sprints), Aziz et al. (3) não encontraram relação entre o VO_{2max} e a *performance* no teste de CSR utilizado. É importante enfatizar que a idade e o nível de treinamento

dos atletas nos dois estudos eram diferentes, fatores que podem influenciar os resultados da comparação. Entretanto, Cooke et al. (11) também não encontraram associação entre o VO_2max e a capacidade músculo-esquelética de recuperar-se após um exercício anaeróbio.

A relação entre aptidão aeróbia e CSR, varia dependendo do estudo. Todavia, muitos estudos utilizaram apenas o VO_2max como indicador da aptidão aeróbia. Este pode não ser o índice mais adequado, pois, o VO_2max é determinado principalmente por fatores centrais (6), enquanto a CSR tem sido mais associada a fatores periféricos (30). Conseqüentemente, pode ser hipotetizado que um índice referente à capacidade aeróbia associado às adaptações periféricas, como a velocidade referente ao OBLA (vOBLA) pode estar mais associado à CSR que o VO_2max . Isso tem importantes implicações para os desenhos de programas de treinamento que objetivam melhorar a *performance* da CSR, como os diferentes tipos de treinamentos que tem sido sugeridos para melhorar a vOBLA ou o VO_2max (8).

Portanto, o principal objetivo deste estudo foi investigar a associação entre variáveis fisiológicas relacionadas à aptidão aeróbia (VO_2max , vVO_2max e vOBLA) e CSR em jogadores de futebol de elite. Como limitação prévios estudos utilizaram indivíduos com baixa aptidão aeróbia (3), e mensuração indireta do VO_2max (26, 28). Nós investigamos esta associação em um maior grupo de jovens atletas de nível nacional e utilizando medidas diretas (VO_2max e vOBLA) em ambiente laboratorial. Tais informações têm importantes implicações para o desenho dos programas de treinamento para melhorar a CSR em jogadores de futebol.

MÉTODOS

Abordagem experimental para o problema

Os atletas de futebol realizaram dois testes máximos no início da temporada de treinamento: Um teste incremental para determinar o VO_2max e o vOBLA, e um teste para determinar a capacidade de sprints repetidos (CSR). Baseado em prévios estudos que não encontraram relação entre a aptidão aeróbia (avaliada pelo VO_2max) e CSR (3,34), nós hipotetizamos que um índice aeróbio (vOBLA) que reflete melhor

as adaptações periféricas do treinamento aeróbio (9,33) pode ser mais fortemente associado com a CSR que o VO_{2max} . Para avaliar esta hipótese, a relação entre variáveis aeróbias e anaeróbias foi determinada por correlação de Pearson e regressão múltipla.

Sujeitos

Vinte e nove, bem treinados, jogadores de futebol brasileiros ($17,9 \pm 1,0$ anos; $178,7 \pm 5,2$ cm; $73,6 \pm 6,7$ kg; $11,1 \pm 1,3$ % gordura) de duas equipes de nível nacional (A,B) participaram do estudo. A equipe A (n=15) foi campeã da categoria (taça júnior) dois meses antes do estudo (janeiro), enquanto a equipe B (n=14) também estava entre as melhores equipes juniores do país. O termo de consentimento informado foi assinado por todos os atletas, após uma breve explicação detalhada sobre os principais objetivos, benefícios e riscos que envolviam esta investigação. Os participantes foram informados de que estavam livres para se retirar do estudo a qualquer momento sem penalidade. Todos os procedimentos foram aprovados pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Catarina (número-384/07).

Avaliação Antropométrica

As mensurações antropométricas incluíram massa corporal (kg), estatura (cm) e de quatro dobras cutâneas (supra-ilíaca, abdômen, tríceps, subescapular) para estimativa do percentual de gordura utilizando a equação de Faulkner (15).

Capacidade de Sprints Repetidos (CSR)

Antes deste teste, cada atleta realizou um período de vinte minutos de alongamento e aquecimento, seguido por cinco minutos de repouso (1). O teste de CSR envolveu sete sprints máximos de 34,2 m. Cada sprint foi realizado com uma mudança de sentido e um período de recuperação de 25 s, enquanto o atleta se posicionava para um novo sprint (5). O tempo de cada sprint foi mensurado por meio do sistema de fotocélulas (CEFISE® - Speed Test 6.0). Este mesmo equipamento

controlou o intervalo entre os sprints, com um *beep*. O teste de CSR tem mostrado boa reprodutibilidade (CV = 1,8%, 95% IC – 1,45-2,43) (36).

Foram coletados 25µl de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do pico de lactato sanguíneo pós-teste, nos minutos 1, 3, 5, 7, 9, e 12 da recuperação. A análise do lactato foi realizada por meio de um analisador eletroquímico (YSI 2700 STAT, Yellow Springs, OH, USA), sendo que a calibração do equipamento foi realizada de acordo com as recomendações do fabricante.

As seguintes variáveis são derivadas do teste de CSR:

- 1) Melhor Tempo (MT): O melhor tempo do atleta nos sete sprints;
- 2) Tempo médio (TM): A média de tempo dos sete sprints;
- 3) Índice de fadiga (IF) (16):
- 4) IFF= $\left\{ \frac{\sum_{i=1}^7 \text{tempos}_i}{\text{MT} \times 7} - 1 \times 100 \right\}$

Consumo Máximo de Oxigênio (VO₂max) e velocidade do onset of blood lactate accumulation (vOBLA)

O VO₂max foi determinado utilizando uma esteira rolante (Imbramed Millenium Super ATL, 10.200, Brazil) aplicando um protocolo incremental. A velocidade inicial foi 9,0 km.h⁻¹ (1% inclinação) com incrementos de 1,2 km.h⁻¹ a cada 3 minutos até a exaustão voluntária. Durante o teste incremental, cada sujeito foi encorajado verbalmente para realizar o máximo esforço. A vOBLA foi determinada como a intensidade correspondente a concentração fixa de 3,5mMol.L⁻¹(20), e está relacionada (r=0.80, p<0.05) com a máxima fase estável de lactato, que é considerada a medida padrão ouro para avaliar a capacidade aeróbia (13).

O consumo de oxigênio (VO₂) foi mensurado respiração a respiração usando um analisador de gás, que foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante antes de cada teste (K4b2, Cosmed, Rome, Italy). Os dados foram reduzidos às médias de 15 s e o VO₂max foi considerado como sendo o maior valor nestes intervalos de 15 s. O VO₂max foi definido os critérios propostos por Taylor et al. (1955) e Lacour et al. (1991).

Análise Estatística

O programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 13.5 for Windows) foi utilizado para realização da análise estatística. Foi empregada a análise descritiva (média e desvio-padrão) para apresentação dos valores referentes aos testes realizados, seguido do teste de *Shapiro-Wilk* ($n < 50$) para verificar a normalidade dos dados. Foi utilizada correlação linear de *Pearson* para determinar a relação entre as variáveis aeróbias ($VO_2\text{max}$, $vOBLA$, $vVO_2\text{max}$) com as variáveis do teste de CSR (MT, TM, IF, Pico [La]). A análise de variância ANOVA foi utilizada para comparar os sete sprints do teste anaeróbio, seguido do teste post-hoc de Tukey. A regressão múltipla (Stepwise) foi usada para verificar a influência das variáveis aeróbias ($VO_2\text{max}$, $vOBLA$, $vVO_2\text{max}$) e anaeróbias (MT) sobre o TM. O nível de significância adotado foi de $p < 0.05$.

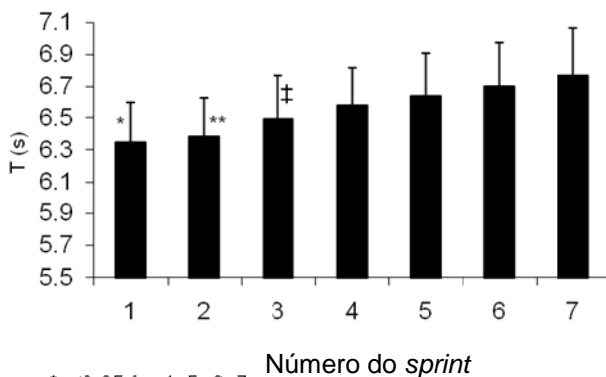
RESULTADOS

As características fisiológicas dos 29 jogadores de futebol avaliados neste estudo estão apresentadas na tabela 1. As mudanças no tempo dos sprints no teste de CSR estão apresentadas na figura 1.

Tabela 1 – Dados descritivos das variáveis aeróbias e anaeróbias em jogadores de futebol.

Variáveis (n=29)	Média	±DP
Aeróbias		
VO ₂ max (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	63,2	4,9
vOBLA (km.h ⁻¹)	13,5	1,2
vVO ₂ max (km.h ⁻¹)	17,3	1,0
CSR		
TM (s)	6,56	0,23
MT (s)	6,30	0,24
IF (%)	4,0	1,9
[La] pico (mmol.L ⁻¹)	15,4	2,2

VO₂max = consumo máximo de oxigênio; vVO₂max = velocidade referente ao VO₂max; vOBLA = velocidade do onset of blood lactate accumulation; MT = Melhor tempo; MT = Tempo médio; IF= Índice de fadiga ; [La] pico = pico de lactato.



* $p < 0.05$ for 4, 5, 6, 7

** $p < 0.05$ for 5, 6, 7;

‡ $p < 0.05$ for 7.

Figura 1 – Média \pm DP do tempo (s) para cada sprint no teste de CSR.

A relação entre as variáveis aeróbias (VO_{2max} , vVO_{2max} , $vOBLA$) e as do teste de CSR (MT, TM, IF) estão resumidas na tabela 2. Foi encontrada uma significativa correlação entre $vOBLA$ e ambos TM ($r = -0.49$, $p < 0.01$; figura 2) e IF ($r = -0.54$, $p < 0.01$; figura 3). Em adição, a vVO_{2max} mostrou uma moderada correlação com o TM ($r = -0.38$, $p < 0.01$; figura 4).

Tabela 2 – Coeficiente de correlação entre as variáveis aeróbias e as do teste de CSR.

Variáveis (n=29)	MT (s)	TM (s)	IF (%)	[La] pico (mmol.L ⁻¹)
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,12	0,08	-0,39*	-0,06
vVO ₂ max (km.h ⁻¹)	-0,12	-0,38*	-0,49**	-0,34
vOBLA (km.h ⁻¹)	-0,20	-0,49**	-0,54**	-0,52**

VO₂max = consumo máximo de oxigênio; vVO₂max = velocidade referente ao VO₂max; vOBLA = velocidade do onset of blood lactate accumulation; MT = Melhor tempo; TM = Tempo médio; IF= Índice de fadiga ; [La] pico = pico de lactato.

**p<0.01.

*p<0.05.

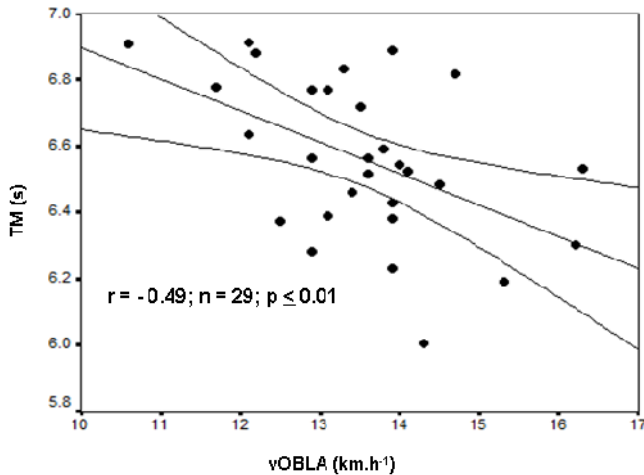


Figura 2 – Relação entre vOBLA (km.h⁻¹) e TM (s).

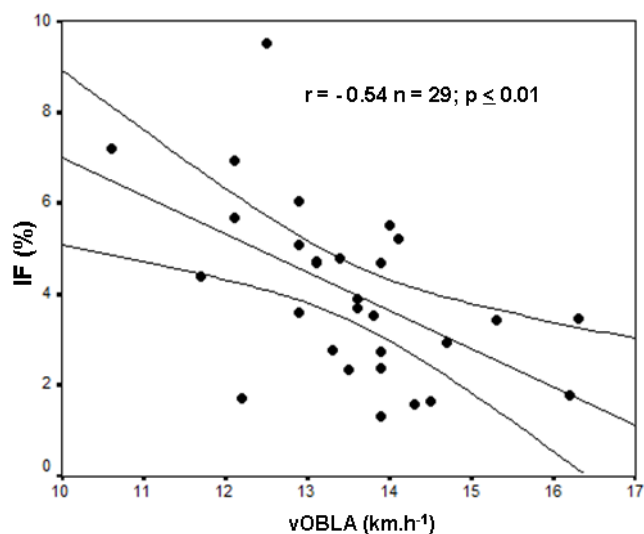


Figura 3 – Relação entre $vOBLA$ (km.h⁻¹) e IF (%).

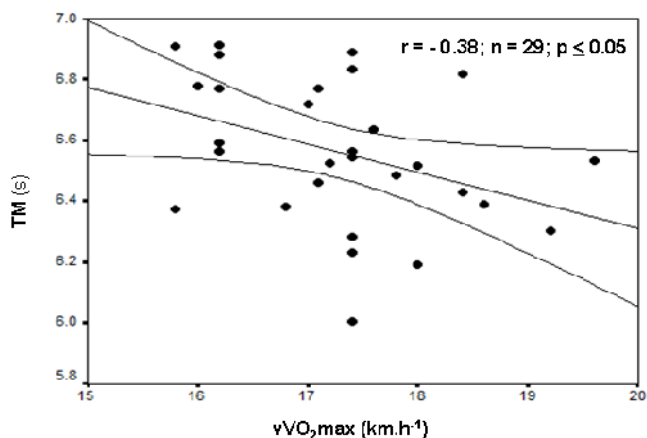


Figura 4 – Relação entre vVO_{2max} (km.h⁻¹) e TM (s).

A tabela 3 reporta os coeficientes de correlação entre as variáveis do teste de CSR. De acordo com os resultados obtidos pela análise de regressão múltipla, o MT foi o índice que, sozinho, melhor explicou a variação na performance do TM (78%). O indicador de

capacidade aeróbia, vOBLA, foi a segunda variável selecionada pelo modelo, que aumentou o coeficiente de explicação do TM de 78 para 89% (tabela 4).

Tabela 3 – Coeficientes de correlação entre as variáveis do teste de CSR (n=29).

Variáveis anaeróbias	MT (s)	TM (s)	IF (%)	[La] Pico (mmol.L ⁻¹)
MT	-	0,882**	-0,370*	-0,039
TM	-	-	0,098	0,138
IF	-	-	-	0,364

MT = Melhor tempo; TM = Tempo médio; IF = Índice de fadiga; [La] pico = pico de lactato.

**p<0.01.

*p<0.05.

Tabela 4 – Regressão múltipla e CSR.

Variável (n=29)	R ²	Erro padrão
MT	0,78	0,11
MT + vOBLA	0,89	0,08

MT = Melhor tempo; vOBLA = velocidade do onset of blood lactate accumulation;

DISCUSSÃO

O principal objetivo deste estudo foi investigar a relação entre índices de aptidão aeróbia e CSR em homens jogadores de futebol de elite. O maior achado foi que ambos, a vOBLA e a vVO₂max foram moderadamente associadas com parâmetros derivados do teste de CSR (TM, IF). O VO₂max entretanto, teve somente uma fraca associação com o IF. Nenhuma variável aeróbia foi associada o melhor tempo durante o teste de CSR.

Durante o exercício de sprints repetidos, a *performance* pode ser definida como a capacidade de realizar máxima potência após um exercício prévio (27). Neste estudo, ocorreu uma significativa diminuição na *performance* ($p < 0.05$) a partir do quarto sprint, entretanto, não foram observadas diferenças significantes entre os sprints 4, 5, 6 e 7. Os valores de IF ($4,0 \pm 1,9\%$) foram similares a outros estudos (4 a 6%) que avaliaram CSR utilizando similares distâncias dos sprints e duração de recuperação entre os sprints (28, 31). A incapacidade de manter a *performance* em sprints repetidos tem sido atribuída principalmente ao acúmulo de metabólitos, tais como o [La] (33), o acúmulo de H^+ (19), e a depleção de fosfocreatina dos músculos (17). Entretanto, fatores tais como as mudanças de coordenação neuromuscular na contração muscular também têm sido relacionadas à fadiga durante exercícios de sprints repetidos (27). A larga contribuição da glicólise anaeróbia durante o teste de CSR é suportado pelos altos valores de [La] (15.4 mmol.L^{-1}) após o teste de CSR.

No presente estudo, os três principais índices relacionados à aptidão aeróbia foram determinados ($VO_2\text{max}$, $vVO_2\text{max}$ e $vOBLA$). O $VO_2\text{max}$ representa a potência aeróbia máxima, e é principalmente limitado por fatores centrais, enquanto que a resposta do lactato sanguíneo ao exercício é um indicador de capacidade aeróbia especialmente relacionada aos fatores periféricos (6,18). Os valores de $VO_2\text{max}$ de nossos jovens jogadores de futebol ($63,2 \pm 4.9 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) são consistentes com aqueles tipicamente descritos na literatura (55 a $68 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (2,21,28). Este é o primeiro estudo que reporta a $vVO_2\text{max}$ em jogadores de futebol de elite. A $vVO_2\text{max}$ é considerada o índice que melhor descreve a associação entre potência aeróbia máxima e economia de movimento, pois indivíduos com valores similares de $VO_2\text{max}$ podem apresentar diferentes valores de $vVO_2\text{max}$, ou seja, diferentes *performances* (7), devido as diferenças na economia de movimento. Entretanto, é difícil comparar nossos valores com aqueles reportados em prévios estudos, principalmente utilizando atletas de *endurance*, devido aos vários protocolos que têm sido utilizados.

Por outro lado, utilizando corredores de *endurance* bem treinados e um protocolo similar ao do nosso estudo, Billat et al. (8) e Denadai et al. (12) reportaram valores de $vVO_2\text{max}$ de $20,5 \pm 0,8 \text{ km.h}^{-1}$ and $18,7 \text{ km.h}^{-1}$, respectivamente. Entretanto, Esfarjani e Laursen (14) encontraram valores de $15,6 \pm 0,7 \text{ km.h}^{-1}$ em corredores moderadamente

treinados. Estes maiores valores de $v\text{VO}_2\text{max}$ em atletas treinados de *endurance*, provavelmente refletem um maior tempo dedicado aos treinos de potência aeróbia.

Os valores de $v\text{OBLA}$ de nossos atletas ($13,5 \pm 1,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) são similares àqueles encontrados por Mcmillan et al. (25) ($13,6 \pm 0,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) em jogadores de futebol escoceses ($n=9$). Entretanto, é importante notar que estes autores utilizaram concentração fixa de $4,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, ao invés de $3,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ como em nosso estudo. Como esperado, ambos os valores são menores que aqueles reportados por Billat et al. (8) ($17,6 \pm 1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) e Denadai et al. (12) ($17,3 \pm 1,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) em corredores de *endurance* bem treinados. Este é o primeiro estudo que reportou valores de $v\text{OBLA}$ em atletas de futebol de elite, um índice tradicionalmente utilizado para a prescrição e controle do treinamento de elite, em jogadores brasileiros juniores.

Consistente com nossos resultados, prévios estudos também reportaram que o VO_2max é um pobre indicador da CSR ($r = 0,09$ a $0,03$) (3, 35). Entretanto, este contraste dos resultados de alguns estudos ($r = -0,20$ para $0,60$) (2,10,28) parece ser explicado por diferenças no tipo de protocolo utilizado no teste de CSR. Em particular, a distância dos sprints pode influenciar na relação entre estas variáveis, alterando a contribuição do sistema aeróbio (4). Com poucas exceções (2, 10), o VO_2max não tem sido relacionado com a CSR quando os sprints tem distâncias menores que 40 m (ou 6 s) tem sido usados.

Nós observamos, entretanto, que o $v\text{OBLA}$ foi mais fortemente correlacionado com a CSR que o VO_2max . O $v\text{OBLA}$ é uma variável que melhor reflete as adaptações periféricas do treinamento aeróbio, e tem sido associado com o aumento da densidade capilar, assim como, o aumento da capacidade de transportar lactato e íons H^+ (9,33). Portanto, não é surpresa que a $v\text{OBLA}$ é mais fortemente correlacionada com a CSR que o VO_2max , pois a CSR tem sido largamente determinada por mudanças bioquímicas nas fibras musculares (30). Além disso, Thomas et al. (33) reportaram fortes correlações entre a CSR e ambas capacidade oxidativa muscular e capacidade de remoção de lactato. Entretanto, nossos resultados contrastam com prévios estudos de Bishop et al. (10) que reportaram correlações similares entre o VO_2max e limiar de lactato com a CSR. Isto pode estar relacionado com o menor nível de aptidão aeróbia das mulheres investigadas naquele estudo quando comparadas aos atletas de elite por nós recrutados.

Outro importante achado deste estudo foi que os componentes aeróbios (vOBLA) e anaeróbios (MT) juntos explicaram aproximadamente 89 % da variação no TM. Isto sugere que embora a aptidão aeróbia seja importante, a CSR é largamente determinada por componentes anaeróbios de fornecimento de energia (30). Em particular, foi encontrada uma forte correlação entre MT e TM ($r = 0,88$, $p < 0,01$) no presente estudo. Estes dados corroboram com os achados de Pyne et al. (28), que reportaram uma associação ($r = 0,66$) entre a performance em sprint de 20 m e a CSR (6 x 30-m sprints). Wadley e Rossignol (35) reportaram uma associação ($r = 0,83$) entre a performance em sprint de 20 m e a CSR (12 x 20-m sprints).

Em conclusão, os resultados do presente estudo sugerem que, em jogadores de futebol de elite, a CSR é mais fortemente correlacionada com a vOBLA e vVO_{2max} que com o VO_{2max} que é tradicionalmente mensurado. Entretanto, embora vários índices referentes a aptidão aeróbia foram relacionados com a CSR, o maior preditor da CSR foi a potência anaeróbia (ou seja, o melhor tempo dos sprints). Tomando juntos, estes resultados sugerem que para melhorar a CSR, é importante implementar treinamentos específicos direcionados para componentes aeróbios e anaeróbios.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

O maior preditor da CSR foi a potência anaeróbia (ou seja, o melhor tempo dos sprints). Isto sugere que para melhorar a CSR é importante incluir treinamentos de sprint, força e potência muscular. Entretanto, os resultados do presente estudo também demonstraram que a aptidão aeróbia (vOBLA) mostrou que uma maior correlação com a CSR que com a VO_{2max} , e pode contribuir para prever a CSR a partir da equação de regressão. Isto sugere que também é importante para atletas de esportes coletivos utilizarem treinamentos específicos para melhorar o vOBLA.

REFERÊNCIAS

1. Abrantes, C, Maçãs, V, Sampaio, J. Variation in football players' sprint test performance across different ages and levels of competition. *J Sports Sci Med* 3: 44-49, 2004.

2. Aziz, AR, Chia, M, Teh, KC. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field-hockey and soccer players. *J Sports Med Phys Fitness* 40: 195-200, 2000.
3. Aziz, AR, Mukherjee, S, Chia, M, Teh, KC. 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* 7: 401-407, 2007.
4. Balsom, P, Seger, J, Sjodin, B, Ekblom, B. Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. *Int J Sports Med* 13: 528-33, 1992.
5. Bangsbo, J. Fitness Training for Football: A scientific approach. HO+Storm, Bagsvaerd, 1994.
6. Basset, DR, Howley, ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 32: 70-84, 2000.
7. Billat, V, Pinoteau, J, Petit, B, Renoux, JC, Koralsztein, P. Time to exhaustion at 100% of velocity at VO_{2max} and modeling of the relation time-limit/velocity in elite long distance runners. *Eur J Appl Physiol* 69: 271-273, 1994.
8. Billat, VL, Flechet B, Petit, B, Muriaux G, koralsztein JP. Interval training at VO_{2max} : effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sport Exerc* 31: 156-163, 1999.
9. Billat, VL, Sirvent, P, Py, G, Koralsztein, JP, Mercier, J. The concept of maximal lactate steady state. *Sport Med* 33: 406-426, 2003.
10. Bishop, D, Edge, J, Goodman, C. Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women. *Eur J Appl Physiol* 92: 540-547, 2004.

11. Cooke, SR, Petersen, SR, Quinney, HA. The influence of maximal aerobic power on recovery of skeletal muscle following anaerobic exercise, *Eur J Appl Physiol* 75: 512-519, 1997.
12. Denadai, BS, Ortiz, MJ, Mello, MT. Physiological indexes associated with aerobic performance in endurance runners: effects of race duration. *Rev Bras Med Esporte*, 10: 405–407, 2004.
13. Denadai, BS, Gomide, EBG, Greco, CC. The relationship between onset of blood lactate accumulation, critical velocity, and maximal lactate steady state in soccer players. *J Strength Cond Res*, 19:364-368, 2005.
14. Esfarjani, F, Laursen, PB. Manipulating high-intensity interval training: Effects on VO₂max, the lactate threshold and 3000m running performance in moderately trained males. *J Sci Med Sport* 10: 27-35, 2007.
15. Faulkner, JA. Physiology of swimming and diving. In: FALLS, H. *Exerc Physiol*, Baltimore: Academic Press, 1968.
16. Fitzsimons, M, Dawson, B, Ward, D. Cycling and running test of repeated sprinting ability. *Aust J Sci Med and Sport* 25: 82-87, 1993.
17. Gaitanos, GC, Williams, C, Boobis, LH, Brooks, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. *J Appl Physiol* 75: 712-9, 1993.
18. Gladen, LB. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *J Physiol* 558: 5-30, 2004.
19. Glaister, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. *Sports Med* 35: 757–777, 2005.
20. Heck, H, Mader, A, Hess, G, Mucke, S, Muller, R, Holmann, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *Int J Sport Sci* 6: 117-130, 1985.

21. Helgerud, J, Engen, LC, Wisloff, U, Hoff, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sport Exerc* 33: 1925-1931, 2001.
22. Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci* 23: 583-592, 2005.
23. Lacour, JR, Padilla-magunacelaya, S, Chatard, JC, Arsac, L, Bathélémy, JC. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. *Eur J Appl Physiol* 62: 77-82, 1991.
24. Leger, L, Boucher, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montreal track test. *Can J Appl Sport Sci* 5: 77-84, 1980.
25. Mcmillan, K, Helgerud, J, Grant, SJ, Newell, J, Wilson, J, Macdonald, R, Hoff, J. Lactate threshold responses to a season of Professional British youth soccer. *Br J Sports Med* 39: 432-436, 2005.
26. Meckel Y, Machnai O, Eliakim, A. Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness, and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. *J Strength Cond Res* 23: 163-169, 2009.
27. Mendez-Villanueva, A, Hamer, P, Bishop, D. Fatigue Responses during Repeated Sprints Matched for Initial Mechanical Output. *Med Sci Sport Exerc* 39: 2219-2225, 2007.
28. Pyne, B, Saunders, PU, Montgomery, PG, Hewitt, AJ, Sheehan, K. Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *J Strength Cond Res* 22: 1633-1637, 2008.
29. Rampinini, E, Bishop, D, Marcora, SM, Ferrari bravo, D, Sassi, R, Impellizzeri, FM. Validity of Simple Field Tests as Indicators of Match-Related Physical Performance in Top-Level Professional Soccer Players. *Int J Sport Med* 28: 228-235, 2007.

30. Spencer, M, Bishop, D, Dawson, B, Goodman, C. Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities, *Sport Med* 35: 1025-1044, 2005.
31. Spencer, M, Fitzsimons, M, Dawson, B, Bishop, D, Goodman, C. Reliability of a repeated-sprint test field-hockey. *J Sci Med Sport* 9: 181-184, 2006.
32. Taylor, HL, Buskirk, E, Hensciel, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol* 8: 73-80, 1955.
33. Thomas, C, Sirvent, P, Perrey, S, Raynaud, E, Mercier, J. Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. *J Appl Physiol* 97: 2132–2138, 2004.
34. Tomlin, DL, Wenger, HA. The Relationship Between Aerobic Fitness and Recovery from High Intensity Intermittent Exercise, *Sports Med* 31: 1-11, 2001.
35. Wadley G, Rossignol P. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems, *J Sci Med Sport*, 1: 100-110, 1998.
36. Wragg, CB, Maxwell, NS, Doust, JH. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. *Eur J Appl Physiol*, 83: 77 - 83, 2000.

TCar: Um novo teste para a avaliação aeróbia em esportes intermitentes, validade e reprodutibilidade.

Running head: Aptidão aeróbia e avaliação em esportes intermitentes.

Categoria do artigo: Artigo Original

Autores:

Juliano Fernandes da Silva¹, Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo¹, Lorival José Carminatti², Fernando Roberto de Oliveira³, Naiandra Dittrich¹.

¹Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, Laboratório de Esforço Físico, Florianópolis, Brasil.

²Centro de Ciências da Saúde e do Esporte da Universidade do Estado de Santa Catarina, Laboratório de Pesquisa Morfo-funcional- LAPEM, Florianópolis, Brasil.

³ Núcleo de Estudos do Movimento Humano – DEF - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.

Endereço para correspondência.

Juliano Fernandes da Silva

Universidade Federal de Santa Catarina

Centro de Desportos – Laboratório de Esforço Físico

Campus Universitário - Trindade

CEP: 88040-900 Florianópolis (SC) Brasil

Fone: (05548) 3721-9924 Fax: (048) 3721 9927.

E-mail: jufesi23@yahoo.com.br

RESUMO

O principal objetivo desta investigação foi verificar os índices fisiológicos determinantes e a reprodutibilidade do pico de velocidade no teste TCar (PVtcar). Cinquenta e dois jogadores de futebol brasileiros ($17,9 \pm 1,0$ anos; $179,0 \pm 5,5$ cm; $73,6 \pm 6,7$ kg; $11,3 \pm 1,4$ %G) de duas equipes de nível nacional participaram de dois estudos. Os sujeitos ($n=28$) primeiramente realizaram o teste TCar para determinação do PVtcar. Após 48 h eles realizaram um teste incremental em uma esteira rolante para determinar a $VO_2\text{max}$, $vVO_2\text{max}$ e vOBLA. Após 48 h, os sujeitos realizaram um teste de CSR que consistiu de sete sprints de 34,2-m separados 25 s de recuperação, para determinar o tempo médio (TM), melhor tempo (MT) e o índice de fadiga (IF). No estudo 2, vinte-quatro atletas realizaram dois testes TCar com um intervalo de 72 h para verificar a reprodutibilidade. Para verificar os índices determinantes do PVtcar foi utilizada correlação de Pearson e regressão múltipla. O coeficiente intraclassa (ICC) foi utilizado para analisar a reprodutibilidade do TCar no estudo 2. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Não foi encontrada diferença entre o PVtcar e a $vVO_2\text{max}$ ($p > 0,05$). Uma significativa correlação foi encontrada entre o PVtcar e TM ($r = -0,71$, $p < 0,01$), e do PVtcar com o PV na esteira ($r = 0,73$, $p < 0,01$) e com a $vVO_2\text{max}$ ($r = 0,74$, $p < 0,01$). O $VO_2\text{max}$ e a vOBLA também foram significativamente correlacionados com o PVtcar ($r = 0,52$, $p < 0,01$; $r = 0,63$, $p < 0,01$; respectivamente). A análise de regressão múltipla demonstrou que o PVtcar pode ser explicado em 78 % pelos seguintes índices: $vVO_2\text{max}$, $VO_2\text{max}$ e TM. O ICC foi de 0,93, enquanto que o coeficiente de variação foi de 5% no estudo 2. Em resumo o teste apresenta elevada reprodutibilidade e é válido para a avaliação da potência aeróbia máxima. O PVtcar também permite avaliar aspectos específicos da capacidade de sprints repetidos. Desta forma, o mesmo pode ser utilizado para examinar mudanças nas capacidades físicas durante a temporada em atletas de futebol.

Key Words: potência aeróbia, teste de campo, futebol.

ABSTRACT

The aim of the present study was to verify the physiological indices determinants and the reproducibility of the peak velocity in the TCar test (PVtcar). Fifty-two Brazilian soccer players participated of two studies. Twenty-eight subjects performed the TCar to determine the PVtcar. After, they performed an incremental test on a treadmill to determine their VO_2max , vVO_2max , vOBLA ; and a repeated sprint ability (RSA) test (7 x 34.2m sprints, 25s recovery) to determine the mean time (MT), fastest time (FT) and fatigue index (FI). In the second study twenty-four athletes performed twice the TCar to verify its reproducibility. Pearson correlations and multiple regressions were used to analyze the indices determinants of the PVtcar. The intraclass coefficient (ICC) was used to analyze the TCar reproducibility. **Results:** No significant differences were observed between PVtcar and vVO_2max . A significant correlation was found between PVtcar and MT ($r = -0.71$, $p < 0.01$), and between PVtcar and the PV reached on a treadmill ($r = 0.73$, $p < 0.01$) and with the vVO_2max ($r = 0.74$, $p < 0.01$). The VO_2max and the vOBLA were also significantly correlated with the PVtcar ($r = 0.52$, $p < 0.01$; $r = 0.63$, $p < 0.01$, respectively). The multiple regression analyzes showed that the PVtcar can be explained by 78% by the following indices: vVO_2max , VO_2max and MT. The ICC was 0.93, while the coefficient of variation was 5% in study 2. The test has high reproducibility and it's valid to the assessment of the maximum aerobic power. The PVtcar also allow assessing specifics aspects of the repeated sprint ability capacity. Thus, it can be used to examine changes in physical capacity during a season in soccer players.

Key Words: assessment, aerobic power, field test, soccer.

INTRODUÇÃO

A avaliação das respostas fisiológicas em modalidades intermitentes que possuem mudanças de sentido tem sido extensivamente estudada nas décadas recentes no contexto de esportes como futebol, futsal, handebol e basquetebol (6,7,11,15,16,19,34). Porém, a maioria destes testes utilizados é baseada em exercícios contínuos (31). Em testes contínuos, o pico de velocidade (PV) está associado com a velocidade do consumo máximo de oxigênio ($v\text{VO}_2\text{max}$), entretanto, é importante ressaltar que este índice fisiológico pode ser influenciado pela capacidade anaeróbia, potência anaeróbia e capacidade neuromuscular de correr em altas velocidades (25). A determinação do PV e da $v\text{VO}_2\text{max}$ realizada em protocolos laboratoriais em esteira rolante oferece maior controle do experimento (10, 33). Contudo, a limitação destes protocolos é a utilização de material de alto custo, pessoal especializado para aplicar o teste e elevado tempo para a avaliação de cada indivíduo. Outra limitação é que a especificidade do padrão motor envolvido na modalidade geralmente não é contemplada (3).

Vários testes tem sido propostos procurando aumentar a especificidade dos protocolos das avaliações que mensuram índices fisiológicos em esportes intermitentes (12,28,32), reproduzindo o padrão motor do exercício intermitente. Tais testes permitem avaliar um grande número de atletas ao mesmo tempo, aumentam a motivação dos indivíduos avaliados, apresentam baixo custo e são de fácil aplicação (2,3,12,28).

O Yo-Yo Recovery test (YYR) avalia a capacidade do atleta de realizar repetidos períodos de alta intensidade (7,28). Contudo, apesar de o teste apresentar critérios de validade e reprodutibilidade e estar relacionado com a *performance* no futebol, uma limitação é que o YYR não apresenta indicadores de capacidade e potencia aeróbia que possam ser transferidos para a prescrição de treinamento (28). Já, o teste shuttlerun20m (SHT20) proposto por Legér e Lambert (32) é uma alternativa para a determinação do VO_2max . No entanto, este protocolo é contínuo, não apresenta pausas e não é específico para modalidades intermitentes. Além disso, o SHT20 subestima a velocidade máxima aeróbia (AHMAIDI et al., 1992).

Com o objetivo de oferecer avaliações mais específicas de potência e capacidade aeróbia em esportes como futebol, futsal, basquete e handebol, Carminatti et al. (12) propuseram o teste incremental de corrida intermitente (TCar). O TCar é realizado no local em que o atleta desenvolve seus treinamentos e competições (quadra, gramado) em um sistema de ida-e-volta, com distâncias variadas. Neste teste é determinado o PV (PVtcar), que avalia simultaneamente os sistemas aeróbios e anaeróbios de fornecimento de energia (33). O ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) determinado no TCar apresenta indicadores de validade para avaliar a capacidade aeróbia e esta associado com a *maximal lactate steady state* (MLSS) (13). Apesar de ter sido verificado a validade de constructo do TCar (12), ainda não foi verificado quais índices fisiológicos estão associados ao PVtcar. Além disso, não existem dados na literatura científica que investigaram a validade concorrente do PVtcar com a $vVO_2\text{max}$ determinada em esteira rolante. Para um teste para ser válido e aplicável, necessita ser reprodutível. O conhecimento da reprodutibilidade permite compreender se o instrumento pode ser utilizado para detectar mudanças como consequência das intervenções (treinamentos) e para interpretar melhor os resultados (24).

Assim, existe uma lacuna na literatura quanto a validade e reprodutibilidade do PVtcar, assim como, a análise dos índices fisiológicos aeróbios (consumo máximo de oxigênio: $VO_2\text{max}$, $vVO_2\text{max}$, velocidade referente ao *onset of blood lactate accumulation*: vOBLA) e anaeróbios (tempo médio, melhor tempo e índice de fadiga) que são determinantes do PV neste modelo experimental.

O acréscimo na velocidade a partir do aumento na distância no TCar permite ao atleta a aceleração em um espaço maior que em outros protocolos (Yo-Yo, STH20), enquanto que a existência de pausas entre os esforços possibilitam hipotetizar que o PVtcar poderá ser semelhante a $vVO_2\text{max}$ determinada em protocolo laboratorial. Além disso, possivelmente as constantes mudanças de sentido (acelerações e desacelerações) durante o TCar, contribuem para que o PV seja influenciado por componentes anaeróbios. A última hipótese é que o TCar apresente elevado coeficiente de reprodutibilidade, podendo ser utilizado com confiabilidade na avaliação, prescrição da intensidade de esforço e no controle dos efeitos do treinamento.

Assim, os objetivos deste estudo foram: a) Analisar a associação entre os índices determinados no teste incremental realizado no laboratório (PVest, $VO_2\text{max}$, $vVO_2\text{max}$, OBLA) com o PVtcar, b) Analisar a associação entre o PVtcar com os índices obtidos no teste de capacidade de sprints repetidos (CSR) (tempo médio, melhor tempo e índice de fadiga) e c) Verificar a reprodutibilidade do PVtcar.

MÉTODOS

Sujeitos e procedimentos

A presente investigação consistiu de dois separados estudos envolvendo 52 atletas brasileiros de futebol ($17,9\pm 1,0$ anos; $179,0\pm 5,5$ cm; $73,6\pm 6,7$ kg; $11,3\pm 1,4$ %G) de duas equipes (A, B) de nível nacional. A equipe A tinha sido campeã do principal campeonato da categoria dois meses antes do estudo, enquanto a equipe B também estava entre as principais do país. O termo de consentimento informado foi assinado por todos os participantes, após uma breve explicação sobre os objetivos, os riscos e os benefícios que envolviam a investigação. Todos os procedimentos foram aprovados pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Catarina (número -384/07).

Estudo 1

Vinte e oito atletas ($17,9\pm 1,0$ anos; $178,6\pm 5,0$ cm; $73,6\pm 6,6$ kg; $11,1\pm 1,3$ %G) realizaram o teste TCar, um teste incremental em laboratório ($VO_2\text{max}$, $vVO_2\text{max}$, OBLA) e o teste de CSR para verificar quais índices fisiológicos são determinantes do PVtcar. Entre todas as avaliações foi respeitado um intervalo de, no mínimo, 48 horas.

Estudo 2

Vinte e quatro atletas ($17,6\pm 1,0$ anos; $179,4\pm 5,2$ cm; $73,6\pm 6,9$ kg; $11,5\pm 1,5$ %G) de futebol realizaram o teste TCar duas vezes, com um intervalo de 72 horas para verificar a reprodutibilidade.

Medidas Antropométricas

As medidas antropométricas incluíram massa corporal, estatura, e quatro dobras cutâneas (supra-iliaca, abdômen, tríceps, subescapular) para estimativa do percentual de gordura (20).

TCar

Os jogadores foram submetidos a um teste incremental máximo, com multi estágios de 90 segundos de duração, em sistema “ida-e-volta”, constituído de 5 repetições de 12 segundos de corrida (distância variável), intercaladas por 6 segundos de caminhada (± 5 metros). O ritmo foi ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones.

A velocidade inicial foi de $9,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (15 m distância inicial), com incrementos de $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1m a partir da distância inicial, conforme esquema ilustrativo apresentado na figura 1 (12). Quando o atleta foi incapaz de completar o último estágio, a correção do pico de velocidade (PV_{tcar}) foi baseada na equação de Kuipers et al. (29): $PV (\text{km}\cdot\text{h}^{-1}) = v + [(nv/10)*0.6]$: onde “v” é a velocidade de corrida do último estágio completado, “nv” é o número de voltas no estágio incompleto, “10” é o total de número de voltas (correndo) no estágio e “0,6” é o incremento de velocidade (adaptado KUIPERS-29). Quando os sujeitos não alcançaram a linha final duas vezes consecutivas o teste era encerrado. A frequência cardíaca (FC) foi mensurada a cada intervalo de 5-s utilizando o Polar S610i e o ponto de deflexão da FC (PDFC) foi determinado pelo método D_{máx}, proposto por Kara et al. (26). Todos os sujeitos utilizaram calçados de futebol e foram familiarizados com o teste no mínimo uma vez.

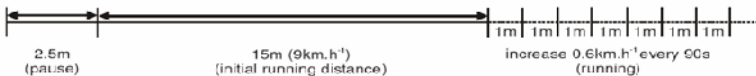


Figura 1- Representação visual do teste intermitente TCar.

Capacidade de Sprints Repetidos (CSR)

Antes deste teste, cada atleta realizou um período de 20 minutos de alongamentos e aquecimento, seguido de 5-min de repouso (1). Cada sprint envolveu uma mudança de sentido, com 25 s de período de recuperação, com o atleta se posicionando para o próximo sprint (6). O tempo de cada sprint foi mensurado pelo sistema de fotocélulas (CEFISE® - Speed Test 6.0). O equipamento controlou o intervalo de 25 s entre os sprints automaticamente, através da emissão de um bipe. O teste foi realizado em uma superfície de grama natural e todos os sujeitos utilizaram calçados de futebol e foram familiarizados com o teste pelo menos uma vez.

O teste mensurou as seguintes variáveis:

- 1) Melhor Tempo (MT): O melhor tempo do atleta nos sete sprints;
- 2) Tempo médio (TM): A média de tempo dos sete sprints;
- 3) Índice de fadiga 2 (FITZSIMONS et al., 1993):

$$IF = \left\{ \frac{7\text{tempos} - 1}{MT*7} \times 100 \right\}$$

Consumo máximo de oxigênio (VO₂max) e Onset of Blood Lactate Accumulation Velocity (vOBLA)

O VO₂max foi determinado utilizando-se um protocolo incremental em esteira rolante (IMBRAMED MILLENIUM SUPER ATL, 10.200, Brasil). A velocidade inicial foi de 9,0 km.h⁻¹ (1% de inclinação), com incrementos de 1,2 km.h⁻¹ a cada 3 minutos até a exaustão voluntária. Entre cada estágio houve um intervalo de 30 segundos para a coleta de 25µl de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo. O vOBLA foi determinado como sendo a intensidade correspondente a concentração 3,5mMol.L⁻¹ de lactato sanguíneo (HECK et al., 1985). A análise do lactato foi realizada por meio de um analisador eletroquímico (YSI 2700 STAT, Yellow Springs, OH, USA). O PVest foi corrigido segundo os procedimentos de Kuipers et al. (29) a partir da seguinte equação: PV (km.h⁻¹) = v + t / 180. Cada participante foi verbalmente encorajado a realizar o máximo esforço durante o teste incremental.

O VO₂ foi mensurado respiração a respiração durante todo o protocolo a partir do gás expirado (K4b2, Cosmed, Roma, Itália), sendo

os dados reduzidos às médias de 15 segundos. A calibração do equipamento foi realizada antes de cada análise seguindo as recomendações do fabricante. O VO_2max foi considerado como o maior valor obtido durante o teste nestes intervalos de 15 segundos. Para considerarmos que durante o teste os indivíduos atingiram o VO_2max , foram adotados os seguintes critérios:

- Identificação do platô nos valores mensurados de VO_2 , ou seja, mudança inferior a $150 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$, ou $2,1 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ entre sucessivos estágios (35)
- Razão de trocas respiratórias (R), superior ou equivalente ao valor de 1,15 (8).
- Respostas de lactato sanguíneo maiores que $8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ no final do teste (8).
- FC máxima, maior ou igual a 90% da FCmáxima predita pela equação: $\text{FCmáxima prevista} = 220 - \text{idade}$.
- A $v\text{VO}_2\text{max}$ foi definida como a mínima velocidade necessária para alcançar o VO_2max (9).

Reprodutibilidade do teste TCar (Estudo 2)

Vinte e quatro sujeitos realizaram o teste TCar duas vezes, a segunda após um intervalo de 72 horas do primeiro teste. O PV foi mensurado em ambos os testes. A FC foi mensurada a cada 5-s utilizando o cardiofrequencímetro Polar S610i.

Análise estatística

O programa *Statistical Package for Social Sciences (SPSS 13.5 for Windows)* foi utilizado para realização da análise estatística. Foi empregada a análise descritiva (média e desvio-padrão) para apresentação dos valores referentes aos testes realizados, seguido do teste de *Shapiro-Wilk* ($n < 50$) para verificar a normalidade dos dados. A análise de variância ANOVA foi utilizada para comparar os indicadores de potência aeróbia (PV na esteira, $v\text{VO}_2\text{max}$, PVtcar), seguido do teste post-hoc de Tukey.

Foi utilizada a regressão múltipla (stepwise) para verificar quais índices fisiológicos determinam o PVtcar, incluindo variáveis anaeróbias de campo (índice de fadiga, melhor tempo, tempo médio) e variáveis aeróbias do teste laboratorial (OBLA, VO_2max , $v\text{VO}_2\text{max}$).

Os procedimentos utilizados para a reprodutibilidade do TCar foram os sugeridos por Hopkins (23), coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e intervalo de confiança (IC), para determinar a associação entre os dois testes. Em todos os testes estatísticos foi adotado um nível de significância de 5 %.

RESULTADOS

Os dados descritivos do teste TCar e do protocolo laboratorial em esteira rolante estão apresentados na tabela 1. O PVtcar foi significativamente correlacionado com o $VO_2\text{max}$ ($r = 0,52$, $p < 0,01$) e com a $vVO_2\text{max}$ ($r = 0,74$, $p < 0,01$). Além disso, o PVtcar também foi significativamente correlacionado com o PVest ($r = 0,73$, $p < 0,01$, figura 3) e com o vOBLA ($r = 0,63$, $p < 0,01$, figura 4).

Correlações significantes foram encontradas entre TM e PVtcar ($r = -0,71$, $p < 0,01$, figura 2) e para PVtcar e MT ($r = -0,51$, $p < 0,01$). Mas, o PVtcar e o IF não mostraram associação. Correlações do PVest e da $vVO_2\text{max}$ com o TM foram baixas e significantes ($r = -0,42$, $p < 0,05$; $r = -0,43$, $p < 0,05$, respectivamente).

A análise de regressão múltipla mostrou que a $vVO_2\text{max}$, o $VO_2\text{max}$ e o TM explicam 78% da variação no PVtcar (tabela 2). No estudo 2 o CCI foi 0,93 entre ambos os PVtcar (reprodutibilidade), enquanto o coeficiente de variação foi 5 % (figura 5).

Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão das variáveis do teste incremental em esteira e do teste TCar.

Variável n (28)	Média	±DP	CV
Teste Est.			
VO ₂ max (Ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	62,8	4,5	7,1
vOBLA (km.h ⁻¹)	13,3	1,0	7,5
FC OBLA (bpm)	174,3	7,7	4,4
vVO ₂ max (km.h ⁻¹)	16,8	1,1	6,3
PVest (km.h ⁻¹)	17,2*	0,9	5,1
FCmáx (bpm)	197,0	7,0	3,6
TCar			
PVtcar (km.h ⁻¹)	16,5	1,0	5,9
FCmáx (bpm)	197	6,0	3,0
vPDFC dmáx (km.h ⁻¹)	13,1	1,5	10,0
PDFC	173	9,0	5,7

*p<0,05 em relação ao PV determinado no TCar.

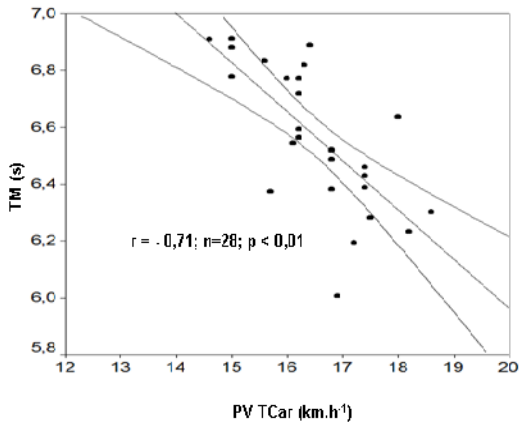


Figura 2 – Relação entre o PV (km h⁻¹) no TCar e o TM (s) determinado no teste de CSR.

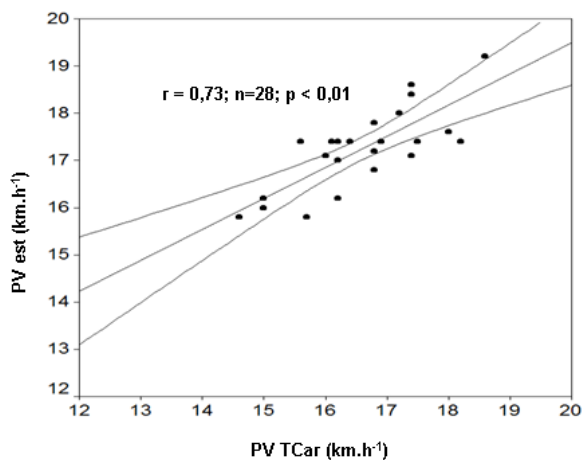


Figura 3 – Relação entre PV na esteira (km.h⁻¹) e o PV no TCar (km.h⁻¹).

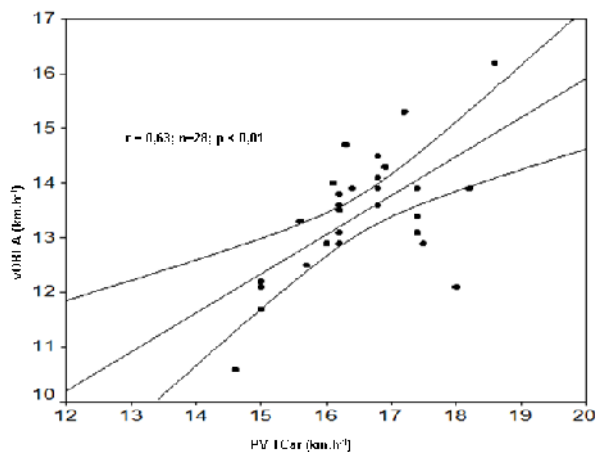


Figura 4 – Relação entre o PV TCar (km.h⁻¹) e o OBLA (km.h⁻¹) determinados no teste incremental na esteira.

Tabela 2– Índices fisiológicos determinantes do PV no TCar.

Variável	R ²	Erro padrão
vVO ₂ max	0,54	0,69
vVO ₂ max + TM	0,73	0,54
vVO ₂ max + TM + VO ₂ max	0,78	0,49

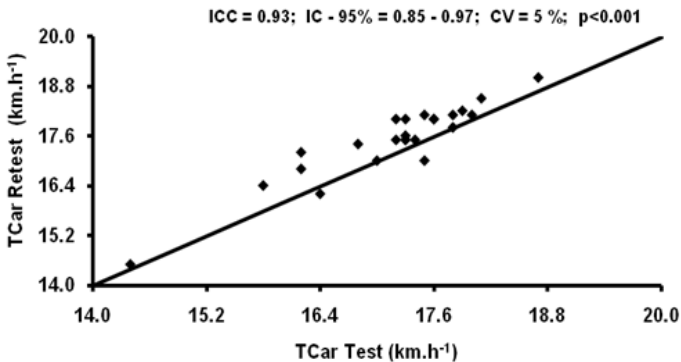


Figura 5 – Reprodutibilidade do teste TCar.

DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo indica que o PV_{TCar} foi significativamente correlacionado com o VO₂max ($r=0,52$, $p\leq 0,01$), vVO₂max ($r=0,74$, $p\leq 0,01$) e PV_{est} ($r=0,73$, $p\leq 0,01$) obtidos no protocolo incremental em esteira rolante. Além disso, o PV_{TCar} está associado com o TM ($r=-0,71$, $p\leq 0,01$) determinado no teste de CSR, demonstrando a contribuição anaeróbia no PV_{TCar}.

O PV_{TCar} pode ser usado para determinar a velocidade correspondente a potência aeróbia máxima (vVO₂max), visto que não foi encontrada diferença significativa entre o PV_{TCar} e o vVO₂max obtida em esteira rolante, além disso, uma significativa correlação foi encontrada entre estes índices.

O aumento gradual na velocidade com o acréscimo na distância e pausas durante o TCar permite aos atletas alcançar valores de PV similares a vVO₂max determinada em teste laboratorial. Por outro lado, os protocolos que utilizam distâncias fixas (SHT20, YO-YO) têm

encontrado baixos valores de PV (2,15), que tendem a subestimar a velocidade máxima aeróbia ($v\text{VO}_2\text{max}$). Isto ocorre em função das constantes mudanças de sentido em curtos espaços (20 m), que impede o avaliado de atingir elevadas velocidades. O fato de começar, acelerar, reduzir a velocidade, parar e mudar de sentido durante o teste TCar envolve redução na aceleração e causa deslocamento vertical do centro de massa e menor eficiência do passo (2).

A diferença entre o PV_{tcar} e PV_{est} foi somente $0,7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, e mostrou que apesar da aceleração no TCar ser realizada em um espaço maior nas velocidades mais elevadas, a mudança de sentido ainda parece influenciar no PV.

Castagna et al. (15) encontraram diferença significativa ($1,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $p=0,002$) entre o PV do Yo-Yo recovery (level 1) e o PV determinado em protocolo em esteira rolante. A diferença é menor que a reportada por Ahmaidi et al. (2) no STH20, mas maior que a encontrada no presente estudo, ratificando a validade do TCar para determinar a velocidade aeróbia máxima.

Por outro lado, Lacour et al. (30) estudando o Montreal University Track Test (MUTT) que apresenta características contínuas, encontraram que o PV foi significativamente maior ($p<0,03$) que a velocidade correspondente ao VO_2max determinada em esteira rolante em 32 corredores bem treinados (8 mulheres e 24 homens). Entretanto, estas duas variáveis foram significativamente correlacionadas ($r=0,92$). Isto confirma nossas observações que as constantes mudanças de sentido durante o TCar contribuem para menores valores de PV que aqueles determinados em esteira rolante, ao contrário dos testes contínuos de pista.

No entanto, é importante ressaltar que o fato de não terem sido encontradas diferenças entre o PV_{tcar} e a $v\text{VO}_2\text{max}$ na esteira, além dos coeficientes de correlação observados entre estas duas variáveis ($r = 0,74$, $p<0,01$) indicam que o TCar é um teste válido para predição da velocidade correspondente ao VO_2max , apesar das suas características intermitentes.

Além disso, o PV_{tcar} foi significativamente correlacionado com o vOBLA ($r=0,63$, $p<0,01$) que é um indicador de capacidade aeróbia. Estes valores de correlação são similares aos encontrados por Castagna et al. (14), que investigaram a relação entre a velocidade correspondente ao limiar ventilatório e a distância percorrida no YYR1 ($r=0,69$,

$p < 0.001$). Isto sugere que o PVtcar está associado com a capacidade aeróbia, a qual indica a quantidade total de energia que pode ser fornecida pelo metabolismo aeróbio em atividades de longa duração.

Este estudo não encontrou diferença significativa ($p > 0,05$) entre a velocidade relativa ao OBLA ($13,3 \pm 1,0 \text{ km.h}^{-1}$) obtida no teste laboratorial e a velocidade referente ao PDFC ($13,1 \pm 1,5 \text{ km.h}^{-1}$) determinada no TCar, demonstrando que o PDFC pode ser utilizado para avaliar a capacidade aeróbia. Assim, o TCar oferece uma alternativa válida para avaliar a capacidade aeróbia a partir do PDFC.

Além disso, não foi encontrada diferença significativa entre a FCmáx determinada no teste de campo ($197 \pm 6,0 \text{ bpm}$) e no teste laboratorial ($197 \pm 7,0 \text{ bpm}$), e as mensurações foram significativamente correlacionadas ($r = 0,62$, $p < 0,01$). Assim, é possível afirmar que o TCar pode ser usado para determinar a FCmáx. Krustup et al. (27) encontraram valores de FCmáx no YYR1 correspondendo a $99 \pm 1,0\%$ da obtida em protocolo em esteira rolante. Dupont et al. (18) também não encontraram diferença significativa entre a FCmáx determinada no YYR1 e no MUTT, as quais foram altamente correlacionadas ($r = 0,88$, $p \leq 0,001$), demonstrando que o TCar apresenta indicadores de validade semelhantes aos encontrados em testes já consolidados na literatura.

O PVtcar também foi significativamente correlacionado com o TM ($r = -0,71$, $p \leq 0,01$) e MT ($r = -0,51$, $p \leq 0,01$) determinado no teste de CSR, demonstrando que o PVtcar está associado a capacidade do atleta realizar várias repetições de alta intensidade sem redução da performance. Uma baixa correlação foi encontrada do PVest e da $v\text{VO}_2\text{max}$ obtida em esteira rolante com o TM ($r = -0,42$, $p < 0,05$; $r = -0,43$, $p < 0,05$, respectivamente). Assim, é possível afirmar que as constantes mudanças de sentido e as pausas no modelo intermitente (TCar) provocam uma solicitação anaeróbia maior comparada ao observado no protocolo contínuo (esteira rolante).

Adicionalmente, não foi encontrada correlação entre o MT e os indicadores de potência aeróbia no protocolo contínuo em protocolo laboratorial. Isto suporta que as características intermitentes do TCar permitem avaliar aspectos anaeróbios, devido a sua relação com o MT e o TM.

Aziz et al. (5) não encontraram associação entre o número estágios completados no STH20 e as variáveis derivadas do teste de CSR (6 x 20m; 20s recuperação). Estes resultados contraditórios podem

estar relacionados ao protocolo anaeróbio usado no estudo de Aziz et al. (5), que apresentava uma duração menor. Além disso, o STH20 apresenta características contínuas, limitando a comparação com nossos achados.

Na nossa investigação, a análise de regressão múltipla demonstrou que 78% do PV_{tcar} pode ser explicado pela vVO_2max , TM e VO_2max . Assim, é possível assumir que o PV obtido neste teste permite avaliar a capacidade física de atletas de modalidades intermitente de forma integrada, mensurando simultaneamente respostas aeróbias (VO_2max , vVO_2max) e CSR (TM, MT) no caso de jogadores de futebol.

O TCar tem alta reprodutibilidade (CCI=0,93, $p<0,01$) com baixo coeficiente de variação (5%). Isto suporta que o TCar pode ser confiável para detectar mudanças como consequência das intervenções (treinamento) e interpretar os resultados das avaliações (4,23,24). Considerando o alto nível de homogeneidade do grupo avaliado, assim como, as variações biológicas diárias e os componentes fisiológicos que envolvem os testes máximos até a exaustão (BANGSBO; IAIA; KRUSTRUP, 2008), pode-se afirmar que o TCar apresenta elevada reprodutibilidade.

Em resumo, o presente estudo demonstrou que o teste TCar é válido para avaliar a velocidade correspondente à potência aeróbia máxima e tem alta reprodutibilidade. Em adição, este teste pode avaliar outros aspectos relacionados com a capacidade de sprints repetidos. Portanto, o TCar pode ser utilizado para avaliar aspectos específicos da capacidade de executar repetidas atividades em alta intensidade por um jogador de futebol. Assim, é possível utilizar o mesmo para examinar mudanças nas capacidades físicas durante a temporada em atletas de futebol.

REFERÊNCIAS

- 1 - Abrantes C, Maçãs V, Sampaio, J. Variation in football players' sprint test performance across different ages and levels of competition. *J Sports Sci Med* 2004; 3(1): 44-49.
- 2 - Ahmaidi S, Collomp K, Caillaud C, Préfaut, C. Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods

in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. *Int J Sports med.* 1992; 13(3): 243-248.

3 - Álvarez, JCB, Álvarez, VB. Relación entre el consumo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. *Revista de entrenamiento* 2003; 17: 13-24.

4 - Atkinson G, Nevill AM. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Med* 1998; 26 (4): 217-38.

5 - Aziz AR, Mukherjee S, Chia M, Teh KC. 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):401-407.

6 - Bangsbo J. Fitness training in football – A scientific approach. Baegsvard: H+O Storm, 1994.

7 - Bangsbo J, Iain M, Krstrup P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Med.* 2008; 38 (1):1-15.

8 - Basset DR, Howley, ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32 (1): 70-84.

9 - Billat V, Pinoteau J, Petit B, Renoux JC, Koralsztein P. Time to exhaustion at 100% of velocity at VO_2 max and modeling of the relation time-limit/velocity in elite long distance runners. *Eur J Applied Physiol.* 1994; 69 (3):271-273.

10 - Billat, VL, Flechet, B, Petit B, Muriaux G, Koralsztein JP. Interval training at VO_2 max: effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 31 (1):156-163.

11 - Buchheit M, Lepretre PM, Behaegel PM, Millet GP, Cuvelier G, Ahmaidi S. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *J Sci Med Sport* 2009; 12 (3): 399-405.

12 - Carminatti LJ, Lima-Silva AE, De-Oliveira FR. Aptidão Aeróbia em Esportes Intermitentes - Evidências de validade de construto e resultados em teste incremental com pausas. *Rev Bras Fisiol Exerc.* 2004; 3: 120.

13 - Carminatti, LJ. Validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (TCar) como preditores do máximo *steady-state* de lactato em jogadores de futsal. Dissertação de Mestrado

- Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, 2006.
- 14 - Castagna C, Impellizzeri FM, Chamari K, Carlomagno D, Rampinini E. Aerobic fitness and Yo-Yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: A correlation study. *J Strength Cond Res.* 2006; 20(2): 320-325.
- 15 - Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, D'Ottavio S, Manzi, V. The Yo—Yo intermittent recovery test in basketball players. *J Sci Med Sport*, 2008; 11(2):202-208.
- 16 - Castagna C, D'Ottavio S, Granda-Vera J, Alvarez, BJC. Match demands of professional Futsal: A case study. *J Sci Med Sport.* 2009; 12(4) 490-494.
- 17 - DI Salvo V, Baron R, Tschan H, Calderon Montero FJ, Bachl N, Pigozzi F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *Int J Sports Med.* 2007; 28(3): 222-227.
- 18 - Dupont G, Defontaine M, Bosquet L, Blondel N, Moalla W, Berthoin S. Yo-Yo intermittent recovery test versus the Université de Montréal Track Test: Relation with a high-intensity intermittent exercise. *J Sci Med Sport.* 2009; in press.
- 19 - Ekblom, B. Applied physiology of soccer. *Sports Med.* 1986; 3(1):50-60.
- 20 - Faulkner, JA. Physiology of swimming and diving. In: FALLS, H. *Exerc Physiol*, Baltimore: Academic Press, 1968.
- 21 - Fitzsimons M, Dawson B, Ward D, Wilkinson A. Cycling and running tests of repeated sprint ability. *Aust J Sci Med Sport.* 1993; 25(4): 82-87.
- 22 - Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Holmann, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Sci.* 1985; 6(3):117-30.
- 23 - Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science, *Sports Med.* 2000; 30(1): 1-15.
- 24 - Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop, D Ferrari Bravo D, Tibaudi A, Wisloff U. Validity of a Repeated-Sprint Test for Football, *Int J Sports Med.* 2008; 29(11):899-905.
- 25 - Jones AM, Carter H. The effect of endurance training on parameters of anaerobic fitness. *Sports Med.* 2000; 29(6): 373-86.

- 26 - Kara M, GökbeL H, Bediz C, Ergene N, Uçok K, UysaL H. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. *J Sports Med Phys Fitness*. 1996; 36(1):31-34.
- 27 - Krustруп P, Bangsbo J. Physiological demands of top class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci*. 2001; 19: 881-91
- 28 - Krustруп P, Mohr M, Amstrup T, Rysgaard T, Johansen J, Steensberg A, Pedersen PK, Bangsbo, J. The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(4): 697-705.
- 29 - Kuipers H, Verstappen FTJ, Keizer HA, Geurten P, VanKranenburg G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiological correlates. *Int J Sports Med*, 1985; 6(4):197-201.
- 30 - Lacour JR, Padilla-Magunacelaya S, Chatard JC, Arzac L, Bathélémy, JC. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. *Eur J Applied Physiol*. 1991; 62(2): 77-82.
- 31 - Léger L, Boucher, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montreal track test. *Can J Applied Sports Sci*. 1980; 5(2):77-84.
- 32 - Léger LC, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_2max . *Eur J Applied Physiol*. 1982; 49(1):1 – 12.
- 33- Noakes, T.D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. *Med Sci Sports Exerc*. 1988, 20(4):319-30.
- 34 - Reilly T, Thomas, V. A motion analysis of work rate in different positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Stud*. 1976; 2: 87-97.
- 35 - Taylor, HL, Buskirk, E, Hensciel, A. Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J Appl Physiol*. 1955; 8(1): 73-80.

CONCLUSÕES

Síntese das conclusões

Considerando os objetivos do estudo, foram elaboradas as seguintes conclusões:

1) Não foram encontradas diferenças significativas nos índices mensurados entre os atletas de diferentes posições, tanto nos testes de campo (TCar e CSR), quanto no teste laboratorial. Desta forma, é possível afirmar que o teste TCar apresenta características semelhantes ao teste incremental de laboratório no que diz respeito a discriminar as performances em atletas de futebol durante as avaliações fisiológicas.

2) No presente estudo, os resultados sugerem que, em jogadores de futebol, a CSR é mais fortemente correlacionada com a vOBLA e vVO₂max que com o VO₂max que é tradicionalmente mensurado. Entretanto, embora vários índices referentes a aptidão aeróbia foram relacionados com a CSR, o maior preditor da CSR foi a potência anaeróbia (ou seja, o melhor tempo dos sprints). Os resultados demonstraram que a vOBLA apresentou uma maior correlação com a CSR que o VO₂max, e pode contribuir para prever a CSR a partir da equação de regressão. Desta forma, para melhorar a CSR é importante implementar treinamentos específicos direcionados para componentes aeróbios e anaeróbios.

3) Finalmente, o terceiro artigo da presente investigação demonstrou que o teste TCar é válido para avaliar a velocidade correspondente à potência aeróbia máxima e tem alta reprodutibilidade. Em adição, este teste pode avaliar outros aspectos relacionados com a capacidade de sprints repetidos. Portanto, o TCar pode ser usado para avaliar aspectos específicos da capacidade de executar repetidas atividades em alta intensidade por um jogador de futebol. Assim, é possível utilizar o mesmo para examinar mudanças nas capacidades físicas durante a temporada em atletas de futebol.

APÊNDICE



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARNA
 CAMPUS UNIVERSITÁRIO - TRINDADE CEP: 89040-900 - FLORIANÓPOLIS - SC
 TELEFONE (048) 234-1755 - FAX (048) 234-4069

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS - CEP / UFSC PARECER CONSUBSTANCIADO - PROJETO Nº 384/07

I - IDENTIFICAÇÃO

Título do projeto: Índices fisiológicos obtidos em teste progressivo contínuo de laboratório e intermitente de campo em jogadores de futebol.

Área: Ciências da Saúde - Educação física - Diagnóstico

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Pesquisador Principal: Juliano Fernandes da Silva

Data da coleta dos dados: 01/02/08 a 28/06/09

Instituição em que será realizado o estudo: Laboratório de Esforço Físico (LAEF) e no campo de futebol o Centro de Desportos (CDS) da UFSC.

II - OBJETIVOS

Generais:

Verificar a relação entre variáveis obtidas em teste de laboratório e de campo com indicadores fisiológicos (VO₂max, IVO₂max e PV) da potência aeróbia.

Específicos:

Determinar o VO₂máx, a IVO₂max e o limiar anaeróbio (LAn) no teste incremental realizado em esteira rolante no laboratório;

Determinar o pico de velocidade, o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) no teste intermitente de campo (TCar);

Determinar as seguintes variáveis no teste anaeróbio de campo: velocidade máxima, velocidade média e índice de fadiga;

Verificar a associação entre os índices determinados no teste incremental realizado no laboratório com os dados obtidos no TCar;

Verificar a associação entre os índices determinados no TCar com os obtidos no teste anaeróbio de campo;

Comparar a IVO₂max determinada no teste laboratorial com o pico de velocidade obtido no TCar;

Comparar o PDFC determinado no TCar com o Lan obtido no teste incremental no laboratório.

III - SUMÁRIO DO PROJETO:

Trata-se de uma pesquisa quantitativa descritiva com design correlacional com 40 atletas de futebol do sexo masculino pertencentes ao Figueirense Futebol Clube da categoria juniores (18-21 anos) considerados sadios após exame clínico. Serão avaliados indicadores fisiológicos supracitados e tratados por meio de análise estatística.

IV - COMENTÁRIO ANTERIOR:

A pesquisa proposta tem relevância científica. O tema faz parte da linha de atuação dos pesquisadores. O protocolo da pesquisa contém os documentos necessários para sua análise e exigidos pela legislação. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) encontra-se redigido com termos técnicos específicos da área sendo, portanto, inacessível para o sujeito da pesquisa.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS UNIVERSITÁRIO - TRINDADE CEP: 88040-900 - FLORIANÓPOLIS - SC
TELEFONE (048) 234-1755 - FAX (048) 234-4069

IV – COMENTÁRIO ATUAL:

A pesquisa proposta tem relevância científica. O tema faz parte da linha de atuação dos pesquisadores. O protocolo da pesquisa contém os documentos necessários para sua análise e exigidos pela legislação. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) encontra-se convenientemente redigido.

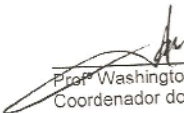
V – PARECER CEP:

Aprovado

Todas as pendências solicitadas foram atendidas.

PARECER:

Tendo em vista o exposto, somos de parecer favorável à aprovação do referido projeto.


Prof. Washington Portela de Souza
Coordenador do CEP

Fonte: CONEP/ANVS - Resoluções 196/96 e 251/97 do CNS.



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Educação Física
Centro de Desportos

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Titulo do Projeto: Índices fisiológicos obtidos em teste progressivo contínuo de laboratório e intermitente de campo em jogadores de futebol.

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa intitulada: “Índices fisiológicos obtidos em teste progressivo contínuo de laboratório e intermitente de campo em jogadores de futebol”, a ser realizada junto ao Laboratório de Esforço Físico (LAEF), vinculado ao Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Com sua adesão ao estudo, você ficará disponível para a pesquisa em 4 sessões, de aproximadamente 60 minutos.

Na primeira sessão, um avaliador preencherá uma ficha com seus dados pessoais. Posteriormente, você será submetido à avaliação antropométrica, na qual serão mensuradas as seguintes variáveis: massa corporal (kg), estatura (cm), dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tríceps braquial, subescapular, suprailíaca anterior, abdominal e coxa), percentual de gordura corporal (%G), massa corporal magra (kg), massa de gordura (kg).

Na segunda sessão será aplicado, no campo de futebol do CDS/UFSC, o teste progressivo máximo, intermitente com pausas (TCar), que consiste em corrida intermitente de multi-estágios de 90 segundos de duração (5 x 12 segundos correndo no sistema de “vaievem”, intercalados com pausas de 6 segundos caminhando). O incremento de velocidade será de $0,6 \text{ km.h}^{-1}$ a cada 90 segundos até a exaustão voluntária, sendo que o ritmo será controlado por sinais

sonoros (bips). Neste teste, apenas a frequência cardíaca será monitorada por meio de um cárdio-frequencímetro da marca Polar® (S610i). Este teste tem como objetivo determinar o pico de velocidade, o qual é um indicador da máxima velocidade aeróbia.

Na terceira sessão, você será submetido a um protocolo de cargas crescentes, em esteira rolante (IMBRAMED MILLENUM SUPER ATL) para a determinação dos índices fisiológicos $VO_2\text{max}$, da $IVO_2\text{max}$ e do LAn. A carga inicial será $8\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (1% de inclinação), com incrementos de $1\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada 3 minutos até à exaustão voluntária. Entre cada estágio haverá um intervalo de 30 segundos para a coleta de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo. O $VO_2\text{max}$ determinado, neste teste, é um indicador do seu condicionamento aeróbio e fornecerá dados para a prescrição do seu treinamento.

Na quarta sessão será realizado o teste anaeróbio, que consiste em sete repetições máximas de 34,2m. Cada *sprint* é realizado com mudança de direção, havendo um período de recuperação de 25s, onde o atleta deve se posicionar para uma nova largada. Neste teste será determinada a velocidade máxima, a velocidade média e o índice de fadiga; os quais são indicadores de sua capacidade anaeróbia.

Para participar deste estudo você deve estar apto para realizar exercícios físicos de alta intensidade. Da mesma forma, deve estar ciente que tem a possibilidade de apresentar náuseas e vômito em decorrência do esforço na realização do teste. No entanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto durante este tipo de teste (American College of Sports Medicine).

Os pesquisadores responsáveis por este estudo estarão preparados para qualquer emergência efetuando os primeiros socorros. A sua identidade será preservada, pois cada sujeito da amostra será identificado por número.

Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, você contribuirá para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e ao avanço das pesquisas, sendo que será possível

sugerir os fatores determinantes do pico de velocidade no TCar, fornecendo, assim, subsídios para os profissionais da área e da comunidade científica como um todo.

As pessoas que estarão lhe acompanhando serão o Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, o mestrando Juliano Fernandes da Silva, além de alguns colaboradores do LAEF.

Salientamos, ainda, que você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento. Do contrário, solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida por meio da não-identificação do seu nome.

Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

CONTATOS:

Acadêmico: Juliano Fernandes da Silva

e-mail: jufesi23@yahoo.com.br

Tel: (48) 37219924 - (48) 99217289

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

e-mail: luizguilherme@cds.ufsc.br

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa; que recebi, de forma clara e objetiva, todas as explicações pertinentes ao projeto; e que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que, neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos serão feitas em mim.

Declaro, ainda, que fui informado da possibilidade de poder me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome _____ por
extenso _____

Assinatura _____

Florianópolis (SC), _____/_____/_____

Ficha De Avaliação TCar

Estágio / distância	Veloc. (km/h)	Voltas "vai-e-vem"		Pausa 6"	Voltas "vai-e-vem"		Pausa 6"	Voltas "vai-e-vem"		Pausa 6"	Voltas "vai-e-vem"		Pausa 6"		
1 / 15 m	9.0	(1) 8.5	(2)	x	(4) 8.6	(5)	x	(7) 8.8	(8)	x	(10) 8.9	(11)	x	(13) 9.0	(14) FC =
2 / 16 m	9.6	(1) 9.1	(2)	x	(4) 9.2	(5)	x	(7) 9.4	(8)	x	(10) 9.5	(11)	x	(13) 9.6	(14) FC =
3 / 17 m	10.2	(1) 9.7	(2)	x	(4) 9.8	(5)	x	(7) 10.0	(8)	x	(10) 10.1	(11)	x	(13) 10.2	(14) FC =
4 / 18 m	10.8	(1) 10.3	(2)	x	(4) 10.4	(5)	x	(7) 10.6	(8)	x	(10) 10.7	(11)	x	(13) 10.8	(14) FC =
5 / 19 m	11.4	(1) 10.9	(2)	x	(4) 11.0	(5)	x	(7) 11.2	(8)	x	(10) 11.3	(11)	x	(13) 11.4	(14) FC =
6 / 20 m	12.0	(1) 11.5	(2)	x	(4) 11.6	(5)	x	(7) 11.8	(8)	x	(10) 11.9	(11)	x	(13) 12.0	(14) FC =
7 / 21 m	12.6	(1) 12.1	(2)	x	(4) 12.2	(5)	x	(7) 12.4	(8)	x	(10) 12.5	(11)	x	(13) 12.6	(14) FC =
8 / 22 m	13.2	(1) 12.7	(2)	x	(4) 12.8	(5)	x	(7) 13.0	(8)	x	(10) 13.1	(11)	x	(13) 13.2	(14) FC =
9 / 23 m	13.8	(1) 13.3	(2)	x	(4) 13.4	(5)	x	(7) 13.6	(8)	x	(10) 13.7	(11)	x	(13) 13.8	(14) FC =
10 / 24 m	14.4	(1) 13.9	(2)	x	(4) 14.0	(5)	x	(7) 14.2	(8)	x	(10) 14.3	(11)	x	(13) 14.4	(14) FC =
11 / 25 m	15.0	(1) 14.5	(2)	x	(4) 14.6	(5)	x	(7) 14.8	(8)	x	(10) 14.9	(11)	x	(13) 15.0	(14) FC =
12 / 26 m	15.6	(1) 15.1	(2)	x	(4) 15.2	(5)	x	(7) 15.4	(8)	x	(10) 15.5	(11)	x	(13) 15.6	(14) FC =

13 / 27 m	16.2	(1) 15.7 (2)	x	(4) 15.8 (5)	x	(7) 16.0 (8)	x	(10) 16.1 (11)	x	(13) 16.2 (14)	FC =	
14 / 28 m	16.8	(1) 16.3 (2)	x	(4) 16.4 (5)	x	(7) 16.6 (8)	x	(10) 16.7 (11)	x	(13) 16.8 (14)	FC =	
15 / 29 m	17.4	(1) 16.9 (2)	x	(4) 17.0 (5)	x	(7) 17.2 (8)	x	(10) 17.3 (11)	x	(13) 17.4 (14)	FC =	
16 / 30 m	18.0	(1) 17.5 (2)	x	(4) 17.6 (5)	x	(7) 17.8 (8)	x	(10) 17.9 (11)	x	(13) 18.0 (14)	FC =	
17 / 31 m	18.6	(1) 18.1 (2)	x	(4) 18.2 (5)	x	(7) 18.4 (8)	x	(10) 18.5 (11)	x	(13) 18.6 (14)	FC =	
18 / 32 m	19.2	(1) 18.7 (2)	x	(4) 18.8 (5)	x	(7) 19.0 (8)	x	(10) 19.1 (11)	x	(13) 19.2 (14)	FC =	
19 / 33 m	19.8	(1) 19.3 (2)	x	(4) 19.4 (5)	x	(7) 19.6 (8)	x	(10) 19.7 (11)	x	(13) 19.8 (14)	FC =	
Estágio: volta =		Pico Vel. (km/h) =			FC máx. (bpm) =							

