



Comparação entre métodos invasivos e não invasivo de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais

Adelino Sanchez Ramos da Silva¹, Flávia Nitolo Corrêa dos Santos¹, Vanessa Santhiago¹ e Claudio Alexandre Gobatto¹

RESUMO

O Limiar Anaeróbio (Lan) pode ser determinado por protocolos que utilizam concentrações fixas de lactato sanguíneo como o OBLA (Onset of Blood Lactate Accumulation) e os que utilizam procedimentos mais individualizados, como o Lactato Mínimo (Lacmin). Independente do método, a mensuração da capacidade aeróbia através do Lan nesses casos exige a utilização de equipamentos sofisticados, além do elevado custo por atleta, o que torna sua aplicação limitada. Como alternativa, um dos testes não invasivos mais empregados no meio esportivo é o de 12 minutos proposto por Cooper. O objetivo principal do presente estudo foi comparar a intensidade de exercício obtida pelo teste de 12min com as intensidades correspondentes ao Lan obtido pelo protocolo adaptado ao de Tegtbur *et al.* (1993) (Lac_{minat}) e pelo OBLA em futebolistas profissionais. Para tanto participaram 16 atletas pertencentes a uma equipe profissional filiada à série A3 do futebol paulista. Cada atleta foi avaliado nos três protocolos, com intervalo mínimo de 48 e máximo de 72 horas. Os resultados mostraram diferença ($p \leq 0,05$) entre as velocidades ($km \cdot h^{-1}$) obtidas pelo teste de Cooper ($15,09 \pm 0,94$) e OBLA ($14,28 \pm 1,02$); entretanto, esses testes apresentaram correlação significativa. Cooper e OBLA não apresentaram correlação com o Lac_{minat} , mas as velocidades foram similares com esse protocolo. Dessa maneira, a partir da análise de regressão entre os valores de Cooper e OBLA foi possível determinar uma equação de correção que permita, através do teste de Cooper, a obtenção da intensidade correspondente ao Lan determinado pelo OBLA em futebolistas profissionais.

ABSTRACT

Comparison between invasive and non-invasive methods for the determination of the aerobic capacity of professional soccer players

The anaerobic threshold (AT) may be determined by protocols that use fixed blood lactate concentration (OBLA – onset of blood lactate accumulation) and others that apply individualized procedures as the lactate minimum test (LACmin). The measuring of the aerobic capacity from AT demands the use of sophisticated equipment and high cost per athlete, which makes it limited. The 12-minutes Cooper test is applied as an alternative way. The main objective of the present study was to compare the exercise intensity of a 12-minute Cooper test with the velocities of AT determined by protocol adapted from Tegtbur test (Lac_{minat}) and OBLA in professional soccer players. Sixteen athletes from the A3-São Paulo State Soccer league participated in this study. Each athlete

Palavras-chave: Limiar anaeróbio. OBLA. Lactato mínimo e teste de Cooper.

Key words: Anaerobic threshold. OBLA. Minimum lactate and Cooper test.

Palabras-clave: Umbral anaeróbico. OBLA. Lactato mínimo. Teste de Cooper.

was available in the three tests with a minimum and maximal interval of 48 and 72 hours, respectively. The results show that the intensities obtained in the Cooper test were different from the OBLA velocities (15.09 ± 0.94 and 14.28 ± 1.02 , respectively) but were significantly correlated. Cooper and OBLA were not correlated with Lac_{minat} , but the velocities were similar to this protocol test. Thus, from regression analysis between Cooper and OBLA values, it was possible to determinate a correction equation that allows, through a non-invasive test (Cooper), obtaining the velocity corresponding to OBLA.

RESUMEN

Comparación entre métodos invasivos y no invasivos de determinación de la capacidad aeróbica en futbolistas profesionales

El umbral anaeróbico (Lan) puede ser determinado por protocolos que utilizan concentraciones fijas de lactato sanguíneo como el OBLA (Onset of Blood Lactate Accumulation) y los que utilizan procedimientos mas individualizados como el Lactato Mínimo (Lacmin). Independiente del método, la medida de la capacidad aeróbica a través del Lan en esos casos exige una utilización de equipamientos sofisticados, además del elevado costo por atleta lo que torna su aplicación limitada. Como alternativa, uno de los tests no invasivos mas empleados en el medio deportivo es el de 12 minutos propuesto por Cooper. El objetivo principal de este estudio fue el de comparar la intensidad de ejercicio obtenida por el test de 12 minutos con las intensidades obtenidas correspondientes al Lan obtenido por el protocolo adaptado al de Tegtbur *et al.* (1993) (Lac_{minat}) y por el OBLA en futbolistas profesionales. Para ello, participaron 16 atletas provenientes de un equipo profesional afiliado a la serie A3 del futbol paulista. Cada atleta fue evaluado con los tres protocolos con un intervalo mínimo de 48 horas y máximo de 72 horas. Los resultados mostraron diferencias ($p \leq 0,05$) entre las velocidades ($km \cdot h^{-1}$) obtenidas por el Test de Cooper ($15,09 \pm 0,94$) y el OBLA ($14,28 \pm 1,02$); entre tanto, estos tests presentaron correlación con el Lac_{minat} , mas las velocidades fueron similares con este protocolo. De esta manera, a partir del análisis de regresión entre los valores de Cooper y el OBLA fue posible determinar la ecuación de corrección que permita a través del Test de Cooper la obtención de la intensidad correspondiente al Lan determinado por el OBLA en futbolistas profesionales.

INTRODUÇÃO

A performance de um atleta de futebol depende de um conjunto de características físicas, técnicas, táticas e psicológicas que devem ser desenvolvidas por profissionais capacitados. Nos últi-

1. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", situada na avenida 24A, 1.515, Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro, SP.

Recebido em 13/1/05. 2ª versão recebida em 29/3/05. Aceito em 23/5/05.

Endereço para correspondência: Adelino Sanchez Ramos da Silva, Rua Rui Barbosa, 221, Vila Monteiro – 13560-330 – São Carlos, SP. E-mail: adelino.sanchez@hotmail.com

mos anos muita atenção tem sido dada ao desenvolvimento das capacidades físicas dos atletas, procurando, em alguns casos, suprir deficiências da parte técnica.

Entre as capacidades utilizadas por um atleta de futebol, podemos destacar a aeróbia, que tem importância fundamental não só durante a partida, como também no período destinado à recuperação dos jogadores. Dessa maneira, com o intuito de personalizar a avaliação e prescrição do treinamento, muitos profissionais do ramo esportivo têm utilizado métodos invasivos e não invasivos de avaliação física, como instrumentos de aplicabilidade prática capazes de avaliar e quantificar a capacidade aeróbia de atletas.

Existem alguns índices que necessitam de procedimento invasivo, responsáveis pela avaliação e quantificação da capacidade aeróbia, que permitem aos profissionais ligados ao futebol uma forma de acompanhamento do treinamento esportivo. Dentre esses, a resposta da lactacidemia utilizada para determinar o Limiar Anaeróbio durante o exercício talvez seja a forma mais precisa de mensuração da capacidade aeróbia, já que apresenta sensibilidade comprovada ao treinamento físico, além de servir como preditor da *performance* aeróbia^(1,2).

O Limiar Anaeróbio (Lan) é um parâmetro de aptidão aeróbia que, originariamente, foi usado para verificar a capacidade aeróbia de pacientes cardíacos⁽³⁾. Posteriormente, esse procedimento clínico passou a ser rotina em grandes centros médicos⁽⁴⁾. Do ponto de vista esportivo, o Lan obtido pela lactacidemia tem sido utilizado na prescrição de intensidades de exercícios para o treinamento⁽⁵⁾, o que tem despertado o interesse de pesquisadores da área da fisiologia do exercício⁽⁶⁾, os quais procuram definir protocolos cada vez mais aplicáveis à avaliação do rendimento esportivo. O Lan ganhou destaque na área de treinamento esportivo devido, principalmente, ao rápido ajuste desse parâmetro frente a modificações do treinamento e à baixa correlação encontrada entre a quantificação do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_2\text{max}$) e a predição de *performance* aeróbia em competições^(7,8). Além disso, é um método mais fidedigno em relação à validade ecológica do teste e que apresenta menor custo operacional, quando comparado com o $\dot{V}O_2\text{max}$. Apesar de ser invasivo, tanto o volume de sangue coletado (25µl por amostra), como a utilização de procedimentos simples de higiene e assepsia, excluem do teste pela lactacidemia qualquer risco à saúde de avaliadores e avaliados, o que normalmente conduz à aceitação de comitês de ética em pesquisa⁽²⁾.

Com relação aos protocolos utilizados para mensurar a intensidade correspondente ao Limiar Anaeróbio (iLan), existem aqueles que utilizam concentrações fixas de lactato sanguíneo e os que empregam concentrações variáveis, em protocolos individualizados.

O protocolo *gold standard* na determinação da iLan é o de máxima fase estável de lactato⁽⁹⁾ (MFEL) que envolve a realização de atividade física contínua com intensidade aleatória e constante durante aproximadamente 30 minutos, com coletas de amostras sanguíneas (25µl) a cada 5 minutos. O avaliado realiza de 4-6 sessões de intensidades diferentes com intervalos mínimos de 24 horas. Após cada sessão, a curva de lactacidemia pelo tempo de exercício é plotada e a iLan é encontrada na máxima concentração de lactato, em que não há aumento igual ou superior a 1mmol/L^(10,11) ou 0,2-0,5mmol/L^(12,13) do décimo ao trigésimo minuto de exercício. Embora seja um método muito preciso, torna-se inviável no âmbito esportivo devido ao elevado custo operacional e à enorme quantidade de tempo necessária ao atleta para a realização das avaliações.

O OBLA⁽¹⁴⁾ utiliza cargas incrementais com intervalo suficiente para realização das coletas sanguíneas entre as cargas. Ao final do teste plota-se um gráfico entre a concentração sanguínea de lactato e a intensidade da carga, através da interpolação, geralmente linear ou exponencial, determina-se a iLan correspondente a 4mmol/L.

Tegtbur *et al.*⁽¹⁵⁾ propuseram uma interessante metodologia para identificar a iLan, que consiste na execução inicial de dois esforços

anaeróbios consecutivos (2 x 200m ou 300 + 200m), determinando uma grande elevação da concentração sanguínea de lactato. Após uma pausa (8min), inicia-se um teste com intensidades progressivas, com corridas de 800m. Com a realização das primeiras cargas, observa-se a diminuição do lactato, até a obtenção de um valor mínimo (Lac_{min}), a partir do qual inicia um novo aumento da concentração do substrato. Esse valor mínimo corresponde à máxima intensidade em que há equilíbrio dinâmico entre a produção e a remoção do lactato no sangue.

Basicamente, a identificação da iLan, independentemente do protocolo utilizado, permite realizar a predição de *performance* em provas, com característica predominantemente aeróbia, prescrevendo e acompanhando a longo prazo os efeitos do treinamento esportivo.

Embora muito utilizado por equipes esportivas de alto nível que, normalmente, disponibilizam de um fisiologista do exercício entre os membros da comissão técnica, a mensuração da capacidade aeróbia pelo Lan, através dos métodos citados, exige a disponibilidade de equipamentos sofisticados além do elevado custo operacional por atleta, tornando sua utilização limitada. Como alternativa, um dos testes não invasivos mais empregados no meio esportivo é o de 12 minutos proposto por Cooper, que consiste em percorrer a maior distância possível nesse intervalo de tempo.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi comparar a intensidade de exercício obtida pelo teste de 12min com as intensidades correspondentes ao Lan obtido pelo protocolo adaptado ao de Tegtbur *et al.*⁽¹⁵⁾ (Lac_{mi-nat}) e pelo OBLA (4mmol/L) em futebolistas profissionais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Participantes

Participaram do presente estudo 16 futebolistas do sexo masculino, da categoria profissional de uma equipe pertencente à série A3 da Federação Paulista de Futebol, que disputaram a Copa Estado de São Paulo no segundo semestre do ano de 2003. Os atletas e a comissão técnica foram previamente informados com relação aos procedimentos a que seriam submetidos e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Rio Claro, autorizando a participação no estudo. A idade e as características biométricas dos participantes estão descritas na tabela 1.

TABELA 1
Idade e características biométricas de estatura, peso, índice de massa corporal (IMC) e percentual de gordura de 16 futebolistas profissionais pertencentes a uma equipe da série A3 do futebol paulista

	Idade (anos)	Altura (cm)	Peso (kg)	IMC (kg/cm ²)	% Gordura
Média	24	177,5	73,5	23,36	10,3
DP	2,1	6,0	6,9	2,13	3,9

Determinação das velocidades (km.h⁻¹) nos testes de Cooper, Lac_{minat} e OBLA

Os testes foram realizados em pista oficial de atletismo e as análises das amostras sanguíneas no Laboratório de Biodinâmica da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" Campus de Rio Claro. Cada atleta foi avaliado nos três protocolos, com intervalo mínimo de 48 e máximo de 72 horas. A seqüência da realização dos testes foi randômica; além disso, não houve familiarização dos sujeitos com o protocolo experimental. Antes do início

dos protocolos, os atletas realizaram um aquecimento de 10 minutos, seguido de uma pausa passiva de 5 minutos com alongamento, preparando o atleta para a realização do teste.

Para a determinação da intensidade (km.h^{-1}) correspondente ao teste de Cooper, os atletas correram durante 12min e a distância percorrida foi registrada com o intuito de calcular a velocidade média (km.h^{-1}) de cada indivíduo.

A intensidade (km.h^{-1}) correspondente ao $\text{Lac}_{\text{minat}}$ foi determinada a partir da realização de 5 esforços máximos de 30 metros, com 1min de intervalo entre cada repetição, para indução da hiperlactacidemia. Após a realização do 5º esforço de 30 metros, foram coletados 25µl de sangue arterializado do lóbulo da orelha no 1º, 3º e 5º minuto de recuperação. A partir do 6º minuto os atletas iniciaram o teste progressivo, constituído de 4 esforços submáximos de 800 metros com intensidades correspondentes a 13,8; 15,7; 17,1 e 18 km.h^{-1} , que foram controladas por estímulo sonoro a cada 100 metros. Entre as séries de 800 metros foram dados intervalos de 45 segundos para a coleta de sangue. A iLan foi considerada como a velocidade de corrida referente à menor concentração de lactato sanguíneo obtida pela derivada zero da equação polinomial de grau dois da curva lactacidemia versus velocidade de corrida.

Na determinação da intensidade (km.h^{-1}) correspondente ao OBLA, os atletas foram submetidos a 4 esforços submáximos de 800 metros com intensidades correspondentes a 13,8; 15,7; 17,1 e 18,0 km.h^{-1} , que foram controladas por estímulo sonoro a cada 100 metros. Entre as séries de 800 metros foram dados intervalos de 45 segundos para a coleta de sangue. A iLan foi considerada como a velocidade correspondente à concentração sanguínea de lactato de 4mmol/L e foi obtida por interpolação exponencial da curva lactacidemia versus velocidade.

Diferentemente da determinação das intensidades correspondentes ao teste de Cooper e ao OBLA em que participaram 16 atletas, no teste de $\text{Lac}_{\text{minat}}$ participaram apenas 8 atletas; isso deveu-se a que, durante a realização dos 5 esforços máximos de 30 metros, 2 atletas se contundiram e o restante foi poupado, pois estavam se recuperando de contusões.

Coleta e análise sanguínea

Foram coletados 25µl de sangue arterializado do lóbulo da orelha, utilizando-se capilares de vidro heparinizados e calibrados. O sangue coletado foi depositado em tubos *Eppendorf* (1,5mL), contendo 50µl de fluoreto de sódio (NaF – 1%), para posterior determinação da concentração de lactato sanguíneo em Lactímetro Eletroquímico *Yellow Spring Instruments* (YSI), modelo 1500 Sport. Os valores das concentrações de lactato foram expressos em mmol/L.

Análise estatística

De acordo com o *Shapiro-Wilk's W test*, o conjunto de dados apresentou distribuição normal; além disso, a homogeneidade foi confirmada através do *Levine's test*. Dessa maneira, foi utilizado o teste *Anova one-way*, seguido pelo teste de *post hoc* de *Newman-Keuls* quando necessário, com o intuito de comparar as intensidades de exercício obtidas pelos testes de Cooper, $\text{Lac}_{\text{minat}}$ e OBLA. Entre os testes foi aplicada análise de correlação de Pearson. Todos os dados foram expressos em média ± desvio-padrão. Para todas as análises realizadas foi prefixado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS

A figura 1 representa a comparação entre as intensidades de exercício (km.h^{-1}) dos métodos não invasivo e invasivos de determinação da capacidade aeróbia.

De acordo com a figura 1, é possível verificar que a iLan determinada pelo teste de $\text{Lac}_{\text{minat}}$ ($15,11 \pm 0,54\text{km.h}^{-1}$) não apresentou diferença significativa nem com a iLan determinada pelo OBLA

($14,28 \pm 1,02\text{km.h}^{-1}$) nem com a velocidade correspondente ao teste de Cooper ($15,09 \pm 0,94\text{km.h}^{-1}$). As velocidades determinadas pelo OBLA e teste de Cooper apresentaram diferenças significativas.

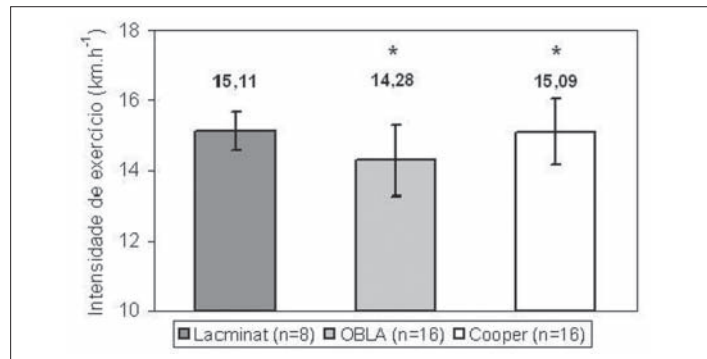


Fig. 1 – Comparação entre os métodos invasivos e não invasivos de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais pertencentes a uma equipe da série A3 do futebol paulista

* Diferença significativa para $p \leq 0,05$ após teste *Anova one-way*, seguido de *post hoc Newman-Keuls*.

A tabela 2 mostra a análise de correlação de Pearson entre as intensidades (km.h^{-1}) correspondentes aos métodos não invasivo e invasivos de mensuração da capacidade aeróbia. Segundo a tabela 2, pode-se verificar que apenas as intensidades de exercício obtidas pelo teste de Cooper e OBLA apresentaram correlação significativa ($r = 0,76$, $p < 0,01$).

TABELA 2

Valores da correlação de Pearson entre as intensidades de exercício (km.h^{-1}) obtidas através do teste de Cooper, $\text{Lac}_{\text{minat}}$ e OBLA (4mmol/L) de futebolistas profissionais pertencentes a uma equipe da série A3 do futebol paulista

	Cooper x $\text{Lac}_{\text{minat}}$ (n = 8)	Cooper x OBLA (n = 16)	$\text{Lac}_{\text{minat}}$ x OBLA (n = 8)
r	0,23	0,76*	0,35
p	0,58	0,01*	0,38

* Valores correlacionados significativamente para $p \leq 0,05$.

A figura 2 representa a análise de regressão entre as intensidades de exercício correspondentes ao Cooper e ao OBLA e fornece uma equação de correção (Eq. 1) capaz de estimar o Lan determinado pelo OBLA através do teste de Cooper.

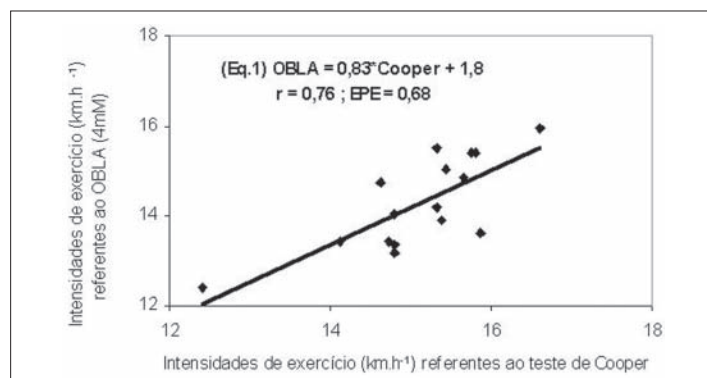


Fig. 2 – Análise de regressão linear entre os valores de intensidade de exercício (km.h^{-1}) referentes ao teste de Cooper e OBLA (4mmol/L) de 16 futebolistas profissionais pertencentes a uma equipe da série A3 do futebol Paulista

A equação 1 (Eq. 1) permite a obtenção da intensidade (km.h^{-1}) correspondente ao OBLA através da realização do teste de Cooper. EPE: Erro Padrão da Estimativa.

DISCUSSÃO

O Lacmin foi proposto com o objetivo de identificar a máxima intensidade de exercício em que ocorre balanço entre a taxa de produção e remoção de lactato no sangue. O protocolo do Lacmin pode ser dividido em três estágios: no primeiro estágio os sujeitos são submetidos a esforços supramáximos com o intuito de alcançar a hiperlactacidemia; o segundo estágio é composto por um período, normalmente de 8 minutos, de recuperação passiva; e no terceiro estágio os sujeitos realizam um teste incremental⁽¹⁰⁾.

Muitos estudos foram realizados com o intuito de verificar se alterações em um ou mais estágios poderia interferir na iLan determinada pelo Lacmin. Smith *et al.*⁽¹⁶⁾ demonstraram em ciclistas treinados que a determinação da iLan pelo teste de Lacmin não depende do protocolo utilizado para alcançar a hiperlactacidemia. No entanto, Carter *et al.*⁽¹⁰⁾ verificaram que as variações das intensidades iniciais no teste incremental do Lacmin afetam a intensidade correspondente ao Lacmin.

De acordo com Higino e Denadai⁽¹⁷⁾, não houve diferença significativa entre a iLan determinada pelo Lacmin quando o tempo de recuperação entre os esforços supramáximos e o início do teste incremental foi aumentado. Contudo, esses autores não observaram fase estável do lactato sanguíneo para ambas intensidades de Lacmin durante teste contínuo, concluindo que, nas condições experimentais utilizadas, o teste de Lacmin não se mostrou válido para a identificação da intensidade de máxima fase estável de lactato na maioria dos atletas.

Embora a MFEL seja considerada o método *gold standard* para avaliar a capacidade de *endurance*, existe uma divergência na literatura especializada com relação a definição deste fenômeno e seu protocolo de utilização. Por exemplo, Haverty *et al.*⁽¹³⁾ definiram a intensidade correspondente à MFEL como a mais alta velocidade de corrida na qual o lactato sanguíneo não apresenta elevação superior a 0,2mmol/L entre o décimo e vigésimo minutos de um teste com duração de 20 minutos. Contudo, esse período de tempo parece não ser suficiente para consolidar o estado estável da lactacidemia⁽¹²⁾. Heck *et al.*⁽¹¹⁾ utilizaram a MFEL como sendo a máxima velocidade de corrida que produz um aumento, inferior a 1mmol/L, durante os últimos 20 minutos de um teste de 25 minutos.

Jones e Dust⁽¹⁸⁾ utilizaram 13 corredores e observaram que não houve diferença significativa entre as velocidades (km.h⁻¹) obtidas pelo Lacmin (14,9 ± 0,2) e pelo Limiar de Lactato (15,1 ± 0,3), considerado como a primeira inflexão da curva lactato *versus* velocidade. Contudo, a velocidade do Lacmin foi inferior à velocidade do OBLA (16,1 ± 0,2) e da MFEL (15,7 ± 0,2). A correlação entre as velocidades determinadas pelo Lacmin e MFEL foi menor (r = 0,61) que a obtida entre as velocidades determinadas pela MFEL e pelo OBLA (r = 0,93). Além disso, a velocidade média na *performance* em 8km (16,0 ± 0,3) não apresentou diferença significativa com as velocidades determinadas pela MFEL e pelo OBLA, mas foi significativamente superior à velocidade determinada pelo Lacmin.

Segundo Simões *et al.*⁽¹⁹⁾, não houve diferença significativa entre a velocidade determinada pelo Lacmin (17,11 ± 1,18) e a obtida através do OBLA (17,33 ± 1,20) para 12 corredores do sexo masculino.

Nossos resultados, portanto, são contrários aos encontrados por Jones e Dust⁽¹⁸⁾ e corroboram os achados de Simões *et al.*⁽¹⁹⁾, já que nós também não verificamos diferenças entre a intensidade de exercício determinada pelo Lac_{minat} (15,11 ± 0,54) e a obtida pelo OBLA (14,28 ± 1,02km.h⁻¹).

Ao compararmos estudos sobre o mesmo tema é importante atentarmos que diferentes protocolos muitas vezes são utilizados para a determinação de uma mesma variável. Além disso, quando analisamos a mesma modalidade esportiva é necessário que levemos em conta a validade ecológica, ou seja, se os treinos e competições ocorrem em pista de atletismo, os testes devem ser realizados nesse mesmo ambiente e não em laboratórios.

Nos estudos citados acima, os três protocolos utilizados para determinar a velocidade correspondente ao Lacmin foram distintos, mas em todos eles a corrida foi o exercício envolvido nos testes. Dessas três citações, dois realizaram em pista de atletismo, enquanto Jones e Dust⁽¹⁸⁾ utilizaram esteira rolante. Entendemos pertinente que tenhamos encontrado resultados distintos, uma vez que acreditamos serem os testes protocolos dependentes. Cabe com certeza, no esporte, a definição de protocolos que possam ser replicados e, com isso, passarem a representar dados de referências.

Nosso principal objetivo foi verificar a diferença entre um teste não invasivo e dois testes invasivos capazes de mensurar a capacidade aeróbia. A determinação da intensidade correspondente ao Limiar Anaeróbio por dois testes distintos ocorreu devido à diferença entre a metodologia dos testes. O OBLA utiliza a concentração fixa de 4mmol/L para determinar a iLan, enquanto que o Lac_{minat} é um procedimento individualizado que utiliza concentrações variáveis de lactato sanguíneo para definir a iLan. É importante ressaltarmos que a maioria das equipes profissionais do futebol brasileiro não possui mão-de-obra especializada, infra-estrutura nem condições financeiras para realizar a mensuração da capacidade aeróbia de seus atletas por métodos que necessitem da determinação do Lan através da resposta do lactato sanguíneo durante o exercício. Assim, os resultados encontrados no presente estudo são de extrema importância, pois servem como ferramenta prática para que o preparador físico possa estimar o Lan através de um método de fácil aplicabilidade e baixo custo operacional, ou seja, o teste de Cooper.

Por outro lado, o estudo apresenta algumas limitações, por exemplo, devido à quantidade de atletas que participaram do teste de Lac_{minat} ser inferior do que os que participaram do teste de Cooper e OBLA, a baixa correlação encontrada entre Cooper x Lac_{minat} (r = 0,23; p = 0,58) e Lac_{minat} x OBLA (r = 0,35; p = 0,38) pode ser explicada pela excessiva variabilidade dos dados em uma pequena amostra (n = 8).

De acordo com os dados apresentados, pode-se determinar uma equação de correção (Eq. 1: OBLA = 0,83 * Cooper + 1,8; EPE = 0,68) que permite através do teste de Cooper a obtenção da intensidade correspondente ao Lan determinado pelo OBLA em futebolistas profissionais, servindo como ferramenta prática para equipes impossibilitadas de determinar o Lan pela lactacidemia.

Apoio Financeiro: FAPESP (processo 03/04214-3); CNPq (processo 130441/2004-0); Fundunesp (processo 00844/03-DFP)

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Denadai BS, editor. Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações. Ribeirão Preto, 1999.
2. Denadai BS. Avaliação aeróbia: consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sanguíneo? In: Denadai BS. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. Motrix: Rio Claro, 2000.
3. Wasserman K, McLlory MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol* 1964;14:844-52.
4. Hollmann W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. *Int J Sports Med* 1985;6:109-16.
5. Oliveira FR, Gagliard JFL, Kiss MAPD. Proposta de referência para prescrição de treinamento aeróbio e anaeróbio para corredores de média e longa duração. *Rev Paul Educ Fis* 1994;8:68-76.
6. Schuetz W, Traeger K, Anhaeupl T, Schand S, Rager C, Vogt J, et al. Adjustment of metabolism, catecholamines and β -adrenoceptors to 90 min of cycle ergometry. *Eur J Appl Physiol* 1995;70:81-7.
7. Costill DL, Thomason H, Roberts E. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med Sci Sports Exerc* 1973;5:248-52.
8. Hagberg JM, Coyle EF. Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. *Med Sci Sports Exerc* 1983;15:287-9.

9. Londeree BR, Ames SA. Maximal steady-state versus state of conditioning. *Eur J Appl Physiol* 1975;34:269-78.
10. Carter H, Jones AM, Doust JH. Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:837-45.
11. Heck H, Mader A, Hess G, Mucke S, Muller R, Hollmann, W. Justification of the 4 mmol/L lactate threshold. *Int J Sports Med* 1985;6:117-30.
12. Aunola S, Rusko H. Does anaerobic threshold correlate with maximal lactate steady state? *J Sports Sci* 1992;10:309-23.
13. Haverty M, Kenney WL, Hodgson JL. Lactate and gas exchange responses to incremental and steady state running. *Br J Sports Med* 1988;22:51-4.
14. Mader A, Liesen H, Heck H, Philippi H, Rost R, Scharch PA, et al. Zur Beurteilung der sportartspezifischen ausdauerleistungsfähigkeit. *Sportarzt Sportmed* 1976;27:80-8.
15. Tegtbur U, Busse MW, Braumann KM. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25:620-7.
16. Smith MF, Balmer J, Coleman DA, Bird SR, Davison RC. Method of lactate elevation does not affect the determination of the lactate minimum. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:1744-9.
17. Higino WP, Denadai BS. Efeito do período de recuperação sobre a validade do teste de lactato mínimo para determinar a máxima fase estável de lactato em corredores fundistas. *Rev Paul Educ Fis* 2002;16:5-15.
18. Jones AM, Doust JH. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. *Med Sci Sports Exerc* 1998;30:1304-13.
19. Simões HG, Campbell CSG, Badissera V, Denadai BS, Kokubun E. Determinação do limiar anaeróbico por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. *Rev Paul Educ Fis* 1998;12:17-30.