

**CONCENTRAÇÕES SANGÜÍNEAS DE LACTATO (CSL)
DURANTE UMA CARGA CONSTANTE A UMA INTENSIDADE CORRESPONDENTE
AO LIMIAR AERÓBIO-ANAERÓBIO EM JOVENS ATLETAS**

António Alexandre ASCENSÃO*

Paulo SANTOS*

José MAGALHÃES*

José OLIVEIRA*

José MAIA*

José SOARES*

RESUMO

Tem sido assumido que a carga correspondente a uma concentração sanguínea de lactato (CSL) de 4 mmol/l, determinada a partir do limiar aeróbio-anaeróbio, pode ser mantida em adultos durante o teste constante de 30 min ("steady-state" CSL). A escassez de estudos que confirmem se tal fenómeno ocorre em jovens atletas, poderá justificar a possibilidade de considerar CSL diferentes para avaliação e desenvolvimento da capacidade aeróbia nesta população. Os objetivos do presente estudo foram: a) investigar a existência de um "steady-state" das CSL durante uma carga constante de 30 min (realizada a uma intensidade correspondente a 4 mmol/l) em jovens atletas; e b) verificar a existência de possíveis diferenças intra-individuais nas CSL durante o teste. Treze jovens atletas (idade: $16,07 \pm 1,38$ anos; massa: $61,0 \pm 6,69$ kg; $171,0 \pm 5,6$ cm) realizaram um teste incremental e um teste de carga constante. O teste incremental foi utilizado para determinar a carga correspondente a uma CSL de 4 mmol/l (V_4). Três dias depois os sujeitos realizaram um teste de carga constante de 30 min a uma intensidade correspondente à V_4 previamente determinada. No decorrer de ambos os testes foram recolhidas amostras de sangue capilar do lóbulo da orelha e imediatamente analisadas num analisador sanguíneo enzimático (YSI 1500 L – Sport) para determinação das CSL. Durante o teste constante, as amostras sanguíneas foram recolhidas aos 5o., 10o., 15o., 20o., 25o. e 30o. min. Como procedimentos estatísticos foram utilizados, para além das medidas descritivas, (média e desvio padrão), a análise de variância de medidas repetidas. O valor médio da V_4 foi $3,9 \pm 0,28$ m/s. Dois dos 13 sujeitos foram incapazes de terminar o teste de 30 min (CSL finais de 9,82 e 7,25 mmol/l, respectivamente). De acordo com o critério de Heck et alii (1985c) os restantes sujeitos completaram o teste com CSL médias de $4,15 \pm 1,11$ mmol/l. As CSL médias nos diferentes momentos (5o., 10o., 15o., 20o., 25o. e 30o. min) do teste constante foram, respectivamente: 4,21; 4,50; 4,67; 4,57; 4,87 e 4,25 mmol/l. Não foram observadas diferenças significativas nas observações repetidas ($F(5, 6) = 1,035$; $p = 0,474$), indicando a inexistência de diferenças intra-individuais nas CSL durante o teste de 30 min. Deste modo, concluímos que a carga correspondente a uma CSL de 4 mmol/l pode ser suportada, por jovens atletas, em condições de "steady-state". Os resultados sugerem que o referencial láctico a adotar na avaliação e treino da capacidade aeróbia em jovens não parece diferir do utilizado em adultos.

UNITERMOS: Capacidade oxidativa; "steady-state" do lactato; Limiar aeróbio anaeróbio; Jovens atletas.

INTRODUÇÃO

O limiar anaeróbio tem sido considerado como um indicador fisiológico associado à transição entre o metabolismo aeróbio e o anaeróbio (Heck, Mader, Hess, Muller & Hollman, 1985c; Mader, 1991; Mader & Heck,

1986; Mader, Liesen, Heck, Philippi, Rost, Schürch & Hollmann, 1976). Isto é, uma carga correspondente ao referido limiar pode ser assumida como a mais elevada suportada pelo metabolismo oxidativo. De acordo com Heck et alii

* Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto – Portugal.

(1985c) e Mader et alii (1976), a concentração sanguínea de lactato (CSL) correspondente a 4 mmol/l tem sido referida como a mais precisa e criteriosa na determinação do limiar anaeróbio. Assim, esta CSL apresenta-se como a mais elevada que pode ser suportada durante um exercício prolongado em condições de “steady-state” i.e. corresponde a uma intensidade acima da qual a taxa de produção de lactato excede a sua eliminação (Beneke, Heck, Schwarz & Leithäuser, 1996; Hartmann & Mader, 1994; Heck et alii, 1985c). Qualquer aumento na intensidade de exercício que promova um incremento das CSL acima de referido limiar, conduz a uma taxa de produção de energia via metabolismo glicolítico mais elevada, comparativamente com a taxa de oxidação do piruvato (Brooks, 1986). De acordo com esta assunção, será de esperar que cargas correspondentes a uma CSL de 4 mmol/l possam ser suportadas durante um teste prolongado de carga constante, constituindo-se esta concentração como um referencial importante na avaliação e controle do treino aeróbio.

Foram encontradas correlações elevadas entre os diferentes métodos de determinação do limiar anaeróbio, com recurso a testes incrementais, e o estado de equilíbrio máximo de lactato (*MaxLass*) (Heck, Hess & Mader, 1985a,b). Contudo, alguns estudos (Föhrenbach, Mader & Hollmann 1987; Foxdal, Sjödin & Sjödin, 1996) evidenciaram que a velocidade de corrida correspondente a uma CSL de 4 mmol/l (V_4) nem sempre é suportada em condições de “steady-state” de lactato durante uma carga prolongada. De fato, fatores extrínsecos e intrínsecos tais como a capacidade aeróbia, as adaptações induzidas pelos diferentes programas de treino, a maturação e a idade podem influenciar o *MaxLass* (Beneke et alii, 1996; Beneke & von Duvillard, 1996; Foxdal, Sjödin & Sjödin, 1996; Krüger, Schnetter, Heck & Hollmann, 1990; Williams, Armstrong & Kirby, 1990). Relativamente à idade, alguns estudos (Pfitsinger & Freedson, 1997a,b; Pianosi, Seargeant & Haworth, 1995; Williams, Armstrong & Kirby, 1990) referiram alterações no perfil aeróbio e anaeróbio durante o crescimento, tais como a atividade das enzimas oxidativas e glicolíticas, que podem influenciar as CSL durante intensidades sub-maximais de exercício. Os estudos mencionados referem atividades relativamente superiores das enzimas oxidativas (como a fumarase e uma relação piruvato quinase/fumarase mais elevada) em sujeitos de estatutos

maturacionais mais baixos (idades pré-pubertárias) comparativamente com sujeitos pertencentes a um estágio maturacional mais avançado. Por outro lado, é sugerida uma atividade menos elevada de algumas enzimas da glicólise, como a piruvato quinase e a lactato desidrogenase em crianças, quando comparadas com as de jovens pós-púberes. Para além destas diferenças, é ainda referido um volume mitocondrial relativo (em percentagem) mais elevado em crianças, comparativamente com adultos não treinados (para refs. ver Rowland, 1996). Estas diferenças poderão sugerir uma maior capacidade oxidativa das crianças relativamente aos adultos, bem como um aumento, com a idade, da capacidade de produzir energia anaeróbia através de uma taxa glicolítica elevada.

Adicionalmente, a taxa de acumulação de lactato no sangue, a qual resulta da relação entre os processos de produção e de remoção do referido metabolito, é determinada pela combinação de vários fatores, entre os quais o tipo de fibras, a capacidade respiratória muscular, a mobilização de substratos energéticos bem como as características bioquímicas das células musculares esqueléticas (Donovan & Pagliassotti, 2000; Holloszy, 1996; Ivy, Withers, Van Handel, Elger & Costill, 1980), fatores que, entre outros, parecem apresentar magnitudes de manifestação diferentes em função da idade.

O desenvolvimento da capacidade aeróbia, quer em jovens quer em adultos, deverá ser baseado num referencial o mais rigoroso e preciso possível que possibilite prescrever, no treino, intensidades de exercício ajustadas às características dos sujeitos (Hartman & Mader, 1994). De fato, existe alguma escassez de estudos em jovens que confirmem o valor de 4 mmol/l como a CSL a partir da qual, qualquer incremento da intensidade de exercício promova um aumento súbito dessas concentrações. Paralelamente, importa estudar se o treino da capacidade aeróbia em jovens, deverá ser baseado em cargas de lactato semelhantes às utilizadas em adultos, a fim de otimizar as intensidades e, conseqüentemente, os volumes de treino dos sujeitos.

Deste modo, os objetivos do presente estudo foram: a) investigar a existência de um “steady-state” das CSL durante um período de exercício de 30 min (a uma intensidade correspondente ao limiar anaeróbio) em jovens atletas; e b) determinar, possíveis diferenças intra-individuais nas CSL, no sentido de verificar uma eventual estabilidade da cinética deste metabolito durante o teste e se a CSL de 4 mmol/l se poderá

constituir como um referencial aeróbio ajustado para esta população.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostra

Participaram no nosso estudo 13 (n = 13) jovens atletas do sexo masculino (idade = $16,07 \pm 1,38$ anos; peso = $61,0 \pm 6,69$ kg; altura = $175,0 \pm 4,21$ cm). Antes da participação neste estudo foi requerido consentimento escrito dos pais dos sujeitos. De acordo com um questionário prévio, todos os sujeitos eram praticantes de atletismo ainda sem especialização definida, seguindo um programa de treino de três sessões semanais. Nos três dias que antecederam a avaliação, bem como durante a realização da mesma, todos os sujeitos suspenderam qualquer tipo de treino.

Procedimentos de avaliação

Os sujeitos realizaram um teste incremental e um teste prolongado de carga constante. Os testes foram realizados com três dias de intervalo.

Teste incremental

Foi utilizado um teste incremental de corrida por patamares (Mader et alii, 1976) para determinação da carga (m/s) correspondente a uma CSL de 4 mmol/l (FIGURA 1). O teste decorreu numa pista de piso sintético de 400 m de perímetro, tendo sido utilizadas quatro velocidades de corrida (3,0 – 4,6 m/s) com incrementos de 0,4 m/s e uma duração mínima de 5 min 30 s. Nos 30 s subsequentes ao final de cada patamar de corrida, foram recolhidas amostras de sangue capilar do lóbulo da orelha. Após este procedimento, os sujeitos reiniciaram um novo e mais rápido patamar de corrida. O controle rigoroso da velocidade de corrida em cada patamar foi assegurado pela emissão de sinais sonoros em cada 200 m.

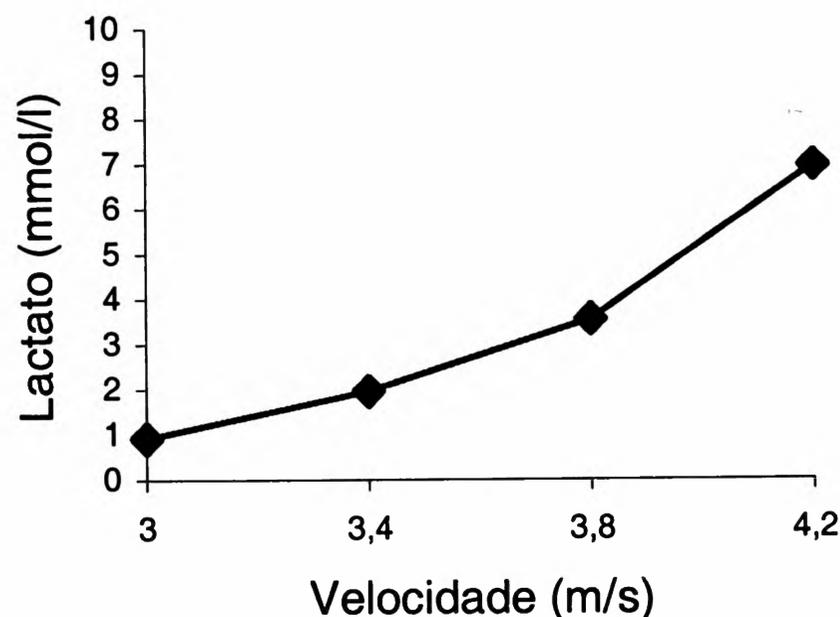


FIGURA 1 – A título meramente ilustrativo, são apresentadas as CSL durante um teste incremental para determinação do limiar aeróbio anaeróbio; o teste iniciou-se a uma velocidade de 3,6 m/s sendo a carga incrementada em 0,4 m/s em cada 5 min e 30 s de corrida até se verificar uma CSL superior a 4 mmol/l

Teste prolongado de carga constante

O teste foi igualmente conduzido numa pista de piso sintético de 400 m. Os probantes efetuaram 30 min de corrida a uma intensidade correspondente à V_4 previamente determinada a partir do teste incremental. Durante o teste, a

velocidade constante foi assegurada por um atleta de alto nível e experimentado, bem como pela emissão de sinais sonoros em cada 100 m. O teste foi interrompido de 5 em 5 min para coleta de sangue capilar do lóbulo da orelha a fim de determinar a CSL (FIGURA 2).

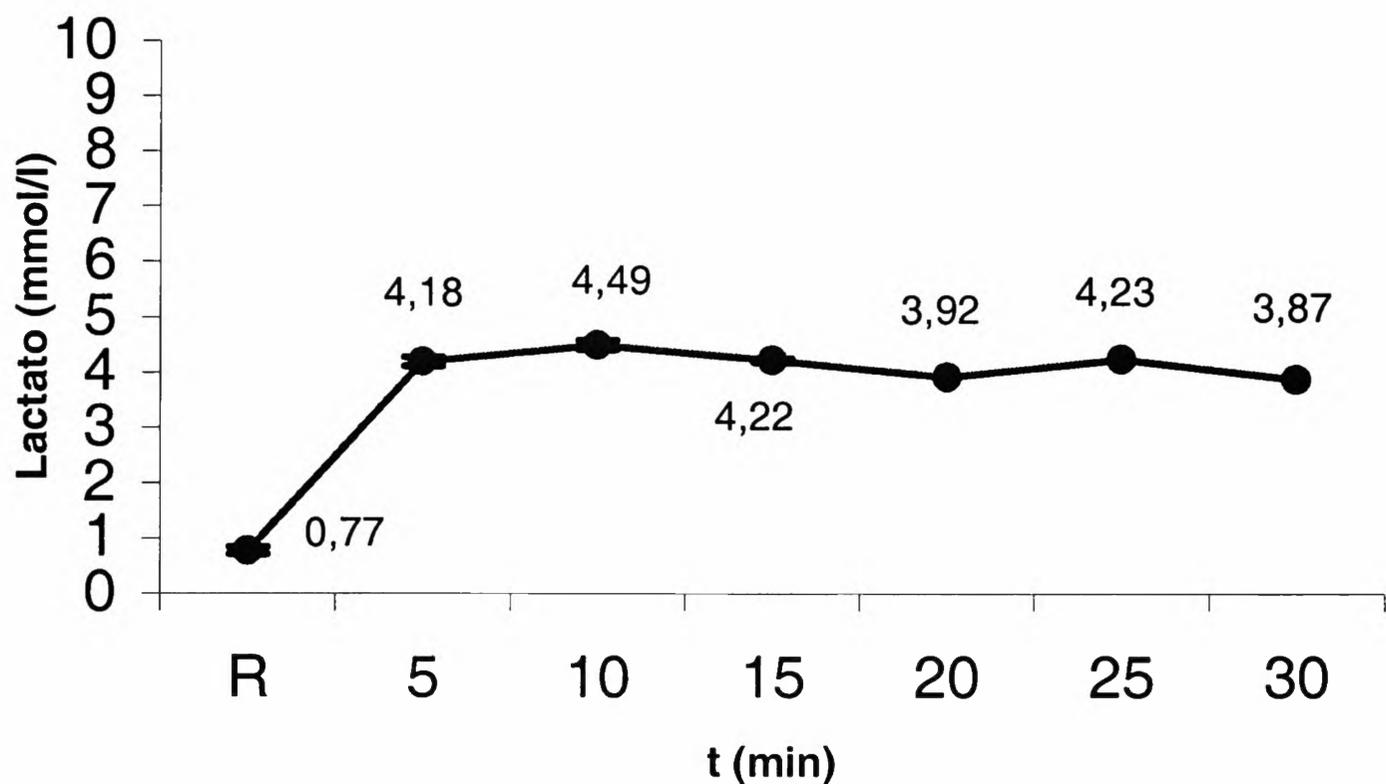


FIGURA 2 – A título meramente ilustrativo, apresenta-se o comportamento das CSL semelhante durante um teste de carga constante de 30 min (os valores têm um caráter fictício); o teste é realizado a uma velocidade correspondente ao limiar aeróbio-anaeróbio, previamente determinado a partir de um teste incremental idêntico ao descrito na FIGURA 1.

De acordo com Heck et alii (1985c) uma diferença inferior a 1mmol/l entre o 10o. e o 30o. min do teste, apresenta-se como critério para a verificação de um “steady-state” das CSL durante o teste. Para a determinação da CSL correspondente ao “steady-state” recorreremos à média das CSL das últimas quatro coletas.

Lactato

Para determinação da CSL foram recolhidas amostras de sangue capilar (25 µl) do lóbulo da orelha previamente hiperemizada (Finalgon, Thomae, Biberach, Germany), as quais foram imediatamente analisadas com recurso a um método enzimático, utilizando um instrumento de análise de lactato da marca *Yellow Springs Instruments 1500L-Sport analyser*.

Estatística

Para estudar a cinética do lactato durante os vários momentos de análise do teste de 30 min, foram utilizadas as médias, desvio padrão, bem como a análise de variância de medidas repetidas. Este procedimento estatístico testou a hipótese nula da ausência de diferenças nas médias

ao longo do tempo. Na eventualidade desta hipótese ser rejeitada, serão consideradas as possibilidades de tendências lineares e/ou quadráticas para os resultados. Os cálculos foram realizados no pacote estatístico *Systat 9.0*.

RESULTADOS

A velocidade média correspondente à V_4 , obtida a partir do teste incremental foi de $3,9 \pm 0,28$ m/s. Apenas dois dos 13 sujeitos foram incapazes de manter condições de “steady-state” das CSL durante o teste prolongado de 30 min (ambos terminaram o teste aos 25 min com CSL de 9,82 e 7,25 mmol/l, respectivamente). Os restantes sujeitos suportaram o teste, tendo apresentado uma CSL média de $4,15 \pm 1,11$ mmol/l nos últimos 20 min.

Os valores individuais e médios da V_4 , das CSL dos últimos 20 min do teste prolongado de carga constante e das CSL dos sujeitos durante a totalidade do teste são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 – Valores individuais e médios da V_4 , das CSL dos últimos 20 min do teste prolongado de carga constante (de acordo com critério de Heck et alii 1985c) e das CSL dos sujeitos durante a totalidade do teste.

Sujeitos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Média	dp
Tempo															
15 min	3,45	5,14	3,78	4,22	2,93	2,62	4,80	3,21	4,28	4,69	6,60	8,99	6,08	4,67	
20 min	3,40	5,02	4,00	3,92	2,72	2,30	4,88	3,20	3,76	4,45	6,59	8,72	6,55	4,57	
25 min	3,80	5,45	3,76	4,23	3,21	3,14	4,79	3,00	3,87	4,53	6,56	9,82	7,25	4,87	
30 min	4,40	5,12	3,73	3,87	3,15	3,03	5,05	3,06	3,97	4,65	6,74			4,25	
Média 15-30	3,76	5,18	3,82	4,06	3,00	2,77	4,88	3,12	3,97	4,58	6,62	9,18	6,63	4,74	1,81
dp	0,46	0,19	0,12	0,19	0,22	0,39	0,12	0,10	0,22	0,11	0,08	0,57	0,59	0,26	
V_4	3,9	4,10	4,4	3,90	3,50	3,50	4,10	4,10	4,10	3,60	3,60	4,40	3,90	3,93	0,31

TABELA 2 – Estatística descritiva dos valores das CSL (mmol/l) dos sujeitos durante o teste constante de 30 min.

Tempo (min)	5	10	15	20	25	30
n. de sujeitos	13	13	13	13	13	11
Mínimo	2,79	2,86	2,62	2,30	3,00	3,03
Máximo	6,25	7,74	8,99	8,72	9,82	6,74
Mediana	4,21	4,49	4,28	4,00	4,23	3,97
Média	4,20	4,50	4,67	4,57	4,87	4,25
Intervalo confiança (95%) Limite superior	4,83	5,31	5,73	5,66	6,06	5,00
Limite inferior	3,58	3,70	3,62	3,49	3,68	3,50

As médias das CSL nos diferentes momentos (5o., 10o., 15o., 20o., 25o. e 30o. min) do teste constante foram, respectivamente: 4,21; 4,50; 4,67; 4,57; 4,87 e 4,25 mmol/l (TABELA 2). Não se verificaram diferenças significativas nas observações repetidas [$F(5,6) = 1,035$; $p = 0,474$], evidenciando a inexistência de diferenças intra-individuais nas CSL durante o teste de 30 min.

DISCUSSÃO

O resultado mais relevante do presente estudo prende-se com o fato de 84,6% dos sujeitos terem sido capazes de suportar a carga correspondente à V_4 durante o teste prolongado, evidenciando um “steady-state” das CSL.

De fato, a capacidade aeróbia depende da disponibilidade dos sistemas energéticos em mobilizar oxidativamente os principais substratos como a glicose sanguínea, o glicogênio muscular e hepático, os ácidos gordos livres e os triglicerídeos musculares. Contudo, a energia anaeróbia suplementar fornecida pela via glicolítica conduz à formação de ácido láctico, o

qual, apresenta, tal como outros metabolitos, alguma relação com a fadiga muscular (Van Hall, 2000). Pela razão mencionada, durante um exercício contínuo, o “steady-state” das CSL apresenta-se como uma das condições para suportar uma carga correspondente à V_4 por um tempo prolongado.

A CSL reflete o equilíbrio entre a taxa de produção de lactato a nível muscular esquelético e os inúmeros mecanismos fisiológicos associados ao seu “clearance”. A composição dos diferentes tipos de fibras (Brooks & Mercier 1994; Ivy et alii, 1980), a capacidade respiratória muscular (Ivy et alii, 1980), a densidade capilar (Tesch, Sharp & Daniels, 1981), a mobilização preferencial de gorduras como substrato energético, relativamente aos hidratos de carbono, para a mesma intensidade relativa de exercício (Beneke, Hütler & Leithäuser, 2000; Holloszy, 1996), assim como o transporte facilitado do lactato através das membranas celulares quer para a circulação quer para a mitocôndria (através da ação dos transportadores proteicos de monocarboxilato *MCT*) (Bonen, 2000; Brooks, 2000; Gladen, 2000a,b), têm sido descritos como

alguns dos fatores que podem influenciar as CSL. De fato, o treino de resistência induz modificações nos fatores acima mencionados, os quais se apresentam relacionados com a capacidade de oxidação do piruvato e com o aumento da eficiência das vias metabólicas conducentes à oxidação, liberação e consumo do lactato (Brooks, 2000; Gladen, 2000a,b).

Os resultados do presente estudo evidenciaram que, com exceção de dois sujeitos, a V_4 é suportada em condições de equilíbrio das CSL. De fato, quando a intensidade de exercício se situa próxima do limiar anaeróbio, o “steady-state” das CSL durante a realização de cargas prolongadas encontra-se relacionado, em primeiro lugar, com o estado de equilíbrio máximo de lactato sanguíneo de cada sujeito (*Maximal Lactate Steady State MaxLass*). Esta observação parece ser confirmada por uma investigação conduzida por Foxdal, Sjödín e Sjödín (1996), a qual demonstrou que a carga correspondente ao $OBLA_{4\text{mmol/l}}$ não foi suportada por cinco dos seis maratonistas que compunham a amostra, no decorrer de um teste de 50 min em esteira (tempo de duração média da corrida: 30 ± 6 min; média das CSL: $7,9 \pm 0,8$ mmol/l). O sujeito que completou os 50 min de corrida registou uma CSL de 4,5 mmol/l. Por outro lado, no mesmo estudo, sete em oito bombeiros testados à mesma intensidade relativa ($OBLA_{4\text{mmol/l}}$), igualmente durante 50 min, completaram o tempo previsto para o teste evidenciando um “steady-state” médio das CSL de $5,3 \pm 0,6$ mmol/l, tendo o oitavo sujeito terminado o teste, embora com uma CSL final de 7 mmol/l. Estes resultados parecem sugerir que o *MaxLass* individual dos sujeitos se apresenta como um fator importante para sustentar uma intensidade de exercício correspondente ao limiar anaeróbio evidenciando equilíbrio das CSL.

No presente estudo, a média das CSL em condições de equilíbrio no teste de 30 min foi de, aproximadamente, 4 mmol/l, apesar da variação inter-individual evidenciada pelos sujeitos (TABELAS 1 e 2). Segundo o critério sugerido por Heck et alii (1985a), 11 dos 13 sujeitos do nosso estudo manifestaram um “steady-state” das CSL, o qual foi confirmado pela análise de variância de medidas repetidas, tendo sido demonstrada a inexistência de diferenças intra-individuais entre as CSL médias dos sujeitos durante o teste de 30 min. Relativamente aos dois sujeitos que não terminaram o teste, o valor da V_4 situou-se, provavelmente, acima da carga correspondente ao *MaxLass*, tendo terminado o teste ao 25o. min e

evidenciando CSL de 9,92 e 7,25 mmol/l, respectivamente. De fato, de acordo com um estudo recente efetuado em jovens atletas (Santos & Ascensão, 1999), a média das CSL correspondentes ao *MaxLass* situa-se em torno das 5 mmol/l, embora com uma amplitude de variação entre 2,78 até 7,12 mmol/l, confirmando a variabilidade do referido indicador fisiológico. No entanto, utilização de um teste de 30 minutos a uma intensidade correspondente ao limiar anaeróbio poderá ter subestimado o *MaxLass*, em alguns dos sujeitos, uma vez que o fato de ocorrer um equilíbrio das CSL no teste de carga constante, não significa uma correspondência entre a carga ao *MaxLass* e a carga constante de 30 minutos à V_4 .

Por outro lado, apesar de ser sugerido que em crianças, os mecanismos conducentes à produção e eliminação do lactato são diferentes dos adultos (para refs. ver Pfitsinger & Freedson, 1997a,b; Rowland, 1996), a amostra do nosso estudo apresenta uma idade média de cerca de 16,7 anos, encontrando-se os sujeitos num estágio maturacional pós-pubertário. Deste modo, os resultados do nosso estudo parecem ser mais influenciados por outros fatores do que pela idade cronológica.

O tempo médio de recolha de amostras de sangue capilar quer entre patamares, em testes de carga progressiva, quer durante testes de carga constante de longa duração, tem sido apresentado por alguns autores como um fator que pode influenciar os valores das CSL (Heck et alii, 1985c). Estes autores não encontraram diferenças estatisticamente significativas nas CSL determinadas após tempos de recolha de 30, 60 e 90 s. Tal como foi referido na descrição da metodologia, o tempo de recolha de sangue no nosso estudo não ultrapassou os 30 s, pelo que não nos parece que este fator tenha exercido qualquer influência nos nossos resultados.

Outros fatores que parecem estar associados à realização de esforços prolongados são, por um lado, a capacidade aeróbia dos sujeitos e, por outro lado, a consequente diferenciação na metabolização dos diferentes substratos energéticos. De fato, o desenvolvimento da capacidade aeróbia tem sido referido como um fator que promove o efeito de poupança do glicogénio (“glycogen sparing effect”) (Brooks & Mercier, 1994) influenciando, consequentemente, as CSL durante o exercício submáximo. A fraca capacidade aeróbia dos sujeitos da amostra do nosso estudo, (como é demonstrado pelo valor médio da V_4 de 3,93 m/s) e a sua amplitude de

variação (entre 3,5 e 4,4 m/s) conjugada com um intervalo de apenas três dias entre os testes, poderão justificar diferentes valores das CSL em “steady-state” no teste prolongado, devido, eventualmente, aos diferentes padrões de mobilização dos substratos energéticos, bem como às diferentes taxas de repleção glicogênica dos sujeitos durante o período de três dias de recuperação entre os dois testes (Beneke, Hütler & Leithäuser, 2000). Confirmando a importância do glicogênio como um substrato chave durante o exercício, nomeadamente, quando realizado a uma intensidade correspondente ao *MaxLass*, Giesen, Klee e Mader (1998) encontraram valores de quociente respiratório em torno de 1,0 para a referida carga.

Em síntese, de acordo com os nossos resultados, não foram encontradas diferenças intra-individuais significativas nas CSL durante o teste de 30 min e, deste modo, foi possível verificar um “steady-state” das CSL durante um exercício prolongado realizado a uma intensidade correspondente ao limiar aeróbio-anaeróbio, sugerindo que o referencial láctico a adotar para a avaliação e treino da capacidade aeróbia em jovens pós-púberes, não parece diferir do utilizado em adultos. Contudo, a realização de estudos complementares com amostras mais alargadas, com estatutos maturacionais e condições aeróbias bem diferenciadas, poderá assumir um contributo importante para uma melhor compreensão deste fenómeno.

ABSTRACT

BLOOD LACTATE CONCENTRATIONS DURING A CONSTANT LOAD AT AN INTENSITY CORRESPONDING TO THE AEROBIC-ANAEROBIC THRESHOLD IN YOUNG ATHLETES

It is believed that in adults the workload corresponding to a blood lactate concentration (BLC) of 4 mmol/l, determined through aerobic-anaerobic threshold, in adults could be sustained as long as 30 min at a constant workload (steady-state BLC). The lack of studies that confirm if such a phenomenon occurs in young athletes, might justify the possibility of considering a different BLC for aerobic capacity training and assessment. The purposes of this study were: a) to investigate if a steady-state of BLC occurs during 30 min of constant exercise (at an intensity corresponding to 4 mmol/l) in young athletes, and b) to assess possible intra-individual lactate differences during the test. Thirteen young athletes (age: 16.1 ± 1.4 yrs; weight: 61.0 ± 6.7 kg; height: 171.3 ± 5.6 cm) were evaluated both during an incremental and a constant workload test. The incremental step test was used for the determination of the workload corresponding to 4mmol/l of BLC (V_4). After three days, the subjects performed a 30 min constant load test at the previously determined V_4 . During both tests capillary blood was taken from the ear lobe and immediately analyzed using a enzymatic blood analyzer (YSI 1500L-Sport). During the constant test blood samples were taken at 5th, 10 th, 15 th, 20 th, 25th and 30th min. Statistical analysis included a repeated measure Anova. The mean V_4 value was 3.9 ± 0.28 m/s. Two of the thirteen subjects were not able to finish the 30 min test (final BLC was 9.82 and 7.25 mmol/l, respectively). According to Heck et alii (1985c) criteria the remaining subjects completed the test with a mean “steady-state” BLC of 4.15 ± 1.11 mmol/l. The mean BLC in the different moments (5th, 10 th, 15 th, 20 th, 25th and 30th) of the constant test were, respectively: 4.21; 4.50; 4.67; 4.57; 4.87 and 4.25 mmol/l. There were no significant differences in the repeated observations ($F(5,6) = 1.035$; $p = 0.474$), pointing out that no evidence of intra-individual BLC differences during the 30 min test exists. Therefore, it is concluded that a blood lactate steady-state may be achieved at intensities corresponding to 4 mmol/l in young athletes. Our data suggests that the lactate index used as a reference for aerobic capacity training and assessment should not be different among young and adult athletes.

UNITERMS: Oxidative capacity; Lactate steady state; Aerobic-anaerobic threshold; Young athletes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENEKE, R.; HECK, H.; SCHWARZ, V.; LEITHÄUSER, R. Maximal lactate steady state during the second decade of age. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.28, p.1474-8, 1996.
- BENEKE, R.; HÜTLER; LEITHÄUSER, R. Maximal lactate steady state independent of performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, p.1135-9, 2000.
- BENEKE, R.; Von DUVILLARD, S. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.28, p.241-6, 1996.
- BONEN, A. Lactate transporters (MCT proteins) in heart and skeletal muscles. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, p.778-89, 2000.
- BROOKS, G. Lactate production under fully aerobic conditions: the lactate shuttle during rest and exercise. **Federation Proceedings**, Bethesda, v.45, p.2924-9, 1986.
- _____. Intra- and extra cellular lactate shuttles. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, p.790-9, 2000.
- BROOKS, G.; MERCIER, J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.76, p.2253-61, 1994.
- DONOVAN, C.; PAGLIASSOTTI, M. Quantitative assessment of pathways for lactate disposal in skeletal muscle fiber types. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, p.772-7, 2000.
- FÖHRENBACH, R.; MADER, A.; HOLLMANN, W. Determination of endurance capacity and prediction of exercise intensities for training and competition in marathon runners. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.8, p.11-8, 1987.
- FOXDAL, P.; SJÖDIN, B.; SJÖDIN, A. Comparison of blood lactate concentrations obtained during incremental and constant intensity exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.17, p.360-5, 1996.
- GIESEN, H.; KLEE, D.; MADER, A. Relation between steady state lactate concentration and respiratory quotient during prolonged exercise of high intensity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.30, p.S245, 1998.
- GLADDEN, B. The role of skeletal muscle in lactate exchange during exercise: introduction. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, p.753-5, 2000a.
- _____. Muscle as a consumer of lactate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v.32, p.764-71, 2000b.
- HARTMANN, U.; MADER, A. Importance of lactate parameter for performance diagnosis and for the regulation in top competition and in recreational sports. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.35, p.14-20, 1994.
- HECK, H.; HESS, G.; MADER, A. Vergleichende Untersuchung zu Verschiedenen Laktat Schwellenkonzepten comparative study of different lactate threshold concepts. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin**, Cologne, v.2, p.19-25, 1985a.
- _____. Vergleichende Untersuchung zu Verschiedenen Laktat Schwellenkonzepten - comparative study of different lactate threshold concepts. **Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin**, Cologne, v.2, p.40-52, 1985b.
- HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MULLER, R.; HOLLMAN, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.6, p.117-30, 1985c.
- HOLLOSZY, J. Regulation of carbohydrate metabolism during exercise: new insights and remaining puzzles. In: MAUGHAN, R.J.; SHIRREFFS, S.M. (Eds.). **Biochemistry of exercise IX**. Champaign: Human Kinetics, 1996. part 1, p.3-12.
- IVY, J.; WITHERS, R.; van HANDEL, P.; ELGER, D.; COSTILL, D. Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. **Journal of Applied Physiology: Respiratory Environmental Exercise Physiology**, Bethesda, v.48, p.523-7, 1980.
- KRÜGER, J.; SCHNETTER, S.; HECK, H.; HOLLMANN, W. Relationship between rectangular triangular increasing workload and maximal lactate steady-state on the crank ergometer. In: HERMANS, G.P.H.; MOSTERD, W.L. (Eds.). **Sports medicine and health**. Amsterdam: Elsevier Science, 1990. p.685-90.
- MADER, A. Evaluation of endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v.31, p.1-19, 1991.
- MADER, A.; HECK, H. A theory of metabolic origin of anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.7, p.45-65, 1986.
- MADER, A.; LIESEN, H.; HECK, H.; PHILIPPI, H.; ROST, R.; SCHÜRCH, P.; HOLLMANN, W. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labot. **Sportarzt and Sportmedizin**, v.27, n.5, p.109-12, 1976.

PFITSINGER, P.; FREEDSON, P. Blood lactate responses to exercise in children: part 1, peak lactate concentration. **Pediatric Exercise Sciences**, Champaign, v.9, p.210-22, 1997a.

PFITSINGER, P.; FREEDSON, P. Blood lactate responses to exercise in children: part 2, peak lactate concentration. **Pediatric Exercise Sciences**, Champaign, v.9, p.299-307, 1997b.

PIANOSI, P.; SEARGEANT, L.; HAWORTH, J. Blood lactate and pyruvate concentrations, and their ratio during exercise in healthy children: developmental perspective. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.71, p.518-22, 1995.

ROWLAND, T. **Development exercise physiology**. Champaign: Human Kinetics, 1996.

SANTOS, P.; ASCENSÃO, A. Maximal lactate steady state in young male athletes. In: **YOUTH SPORT IN THE 21TH CENTURY CONGRESS**, 1999, East Lansing. **Proceedings...** East Lansing: Michigan State University/Institute for the Study of Youth Sports, 1999. p 67.

TESCH, P.; SHARP, D.; DANIELS, W.L. Influence of fiber type composition and capillary density on onset of blood lactate accumulation, **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.2, p.252-5, 1981.

Van HALL, G. Lactate as a fuel of mitochondrial respiration. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v. 168, p. 643-56, 2000.

WILLIAMS, J.; ARMSTRONG, N.; KIRBY, B. The 4 mmol blood lactate level as an index of exercise performance in 11-13 year old children. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 8, p. 139-147, 1990.

Recebido para publicação em: 25 abr. 2001

Revisado em: 14 set. 2001

Aceito em: 12 abr. 2002

ENDEREÇO: António Alexandre Ascensão
Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física
Universidade do Porto
R. Dr. Plácido Costa, 91
4200 Porto PORTUGAL
e-mail: aascensao@fcdef.up.pt