

FATORES FISIOLÓGICOS ASSOCIADOS COM O DESEMPENHO EM EXERCÍCIOS DE MÉDIA E LONGA DURAÇÃO

Benedito Sérgio Denadai

Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista - Campus de Rio Claro

INTRODUÇÃO

O desempenho máximo que pode ser obtido por um indivíduo em uma determinada competição, é dependente da perfeita integração de uma série de funções, das quais as mais importantes são: a) os processos de produção de energia (aeróbio e anaeróbio); b) função neuromuscular (força e técnica); c) fatores psicológicos (motivação); d) tática empregada (ASTRAND & RODHAL, 1987). A participação percentual de cada um destes aspectos na performance final de um indivíduo, é dependente também de muitos fatores, como: tipo de exercício (corrida, ciclismo, natação); relação entre intensidade e duração do esforço; estado de treinamento; sexo e idade; condições ambientais; tipo de equipamento e/ou vestimenta utilizada na competição. Embora todos esses fatores possam influenciar o desempenho máximo durante o exercício físico, muitos autores tem conseguido, com um grau relativamente grande de sucesso, identificar variáveis fisiológicas capazes de prever a performance, em atividades onde a produção de energia, ocorra predominantemente através do metabolismo aeróbio. As variáveis mais frequen-

temente estudadas são o Consumo Máximo de Oxigênio (VO_{2max}), Economia de Movimento (EM) e Limiar Anaeróbio (LAn). O conhecimento da importância relativa que cada uma dessas variáveis fisiológicas, pode apresentar sobre a performance em atividades de endurance, tem permitido importantes aplicações práticas, tanto na seleção de atletas, como na prescrição e controle do treinamento de alto rendimento (FARREL et al, 1979 ; DWYER & BYBEE, 1983 ; KORHT et al. 1989 ; DENADAI & BALIKIAN JÚNIOR, 1995).

Este artigo revisa as informações existentes, sobre o grau de influência que o VO_{2max} , EM e LAn, apresentam sobre a performance aeróbia nos esportes mais comumente estudados: corrida, ciclismo e natação.

CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO: VO_{2MAX}

Existe consenso na literatura, que o VO_{2max} é a variável fisiológica que melhor descreve a capacidade funcional dos sistemas cardiovascular e respiratório. Este índice, representa a capacidade

máxima de integração do organismo, em captar, transportar e utilizar o oxigênio para os processos aeróbios de produção de energia, durante a contração muscular. Em indivíduos jovens e aparentemente saudáveis, o $VO_2\text{max}$ varia entre 40 e 50 $\text{ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Entretanto, estes valores são de 1,5 a 2,0 vezes maior em corredores (60 a 85 $\text{ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), ciclistas (60 a 74 $\text{ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e nadadores (50 a 70 $\text{ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (DENADAI, 1995a). Em função disso, o método mais tradicional para se estimar a performance em atividades de endurance, tem sido a determinação da potência aeróbia máxima, ou seja, do $VO_2\text{max}$.

Muitos estudos têm mostrado que em grupos heterogêneos de corredores (COSTILL et al. 1973; DAVIES & THOMPSON, 1979), ciclistas (BURKE et al. 1977; STROMME et al. 1977) e nadadores (HOLMER et al. 1974) o $VO_2\text{max}$ é positivamente correlacionado com a performance obtida em provas de endurance. Nestes estudos, a correlação entre $VO_2\text{max}$ e a velocidade de prova, varia entre 0,80 e 0,90.

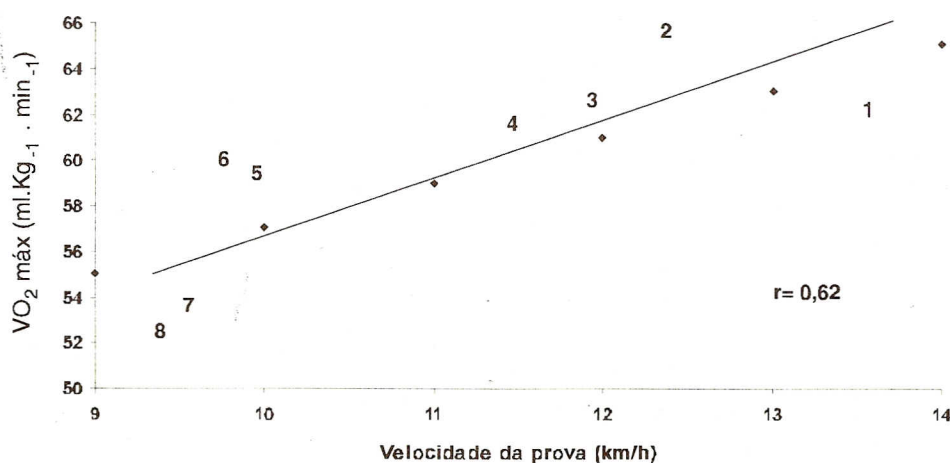
Outros estudos entretanto, que analisaram grupos de atletas com valores mais homogêneos de $VO_2\text{max}$, tem verificado que a performance pode não depender apenas da potência aeróbia máxima. HAGBERG & COYLE (1983) examinaram a relação entre o $VO_2\text{max}$ e a performance em uma prova de marcha atlética de 20 Km. Os atletas foram ranqueados de 1 a 8, de acordo com suas ve-

locidades médias de prova. O $VO_2\text{max}$ foi apenas moderadamente correlacionado com a velocidade de prova ($r = 0,62$), sendo observado ainda, que os seis melhores atletas possuíam um $VO_2\text{max}$ bem próximo a 60 $\text{ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, com um valor levemente maior para o sujeito número 2. Apesar desta semelhança, a performance na prova diferiu em mais de 30% entre os indivíduos (Figura 1).

Conclusões semelhantes foram obtidas, quando se analisou a performance no ciclismo. COYLE et al. (1988) analisaram 14 ciclistas altamente treinados, que possuíam valores muito similares de $VO_2\text{max}$ (65 - 70 $\text{ml.Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Neste estudo foi solicitado a todos os sujeitos, que pedalassem em uma intensidade correspondente a 88% $VO_2\text{max}$, durante o maior tempo possível. Embora o $VO_2\text{max}$ tenha sido virtualmente idêntico entre os indivíduos, o tempo para se atingir a fadiga variou mais do que 6 vezes (12 - 75 min).

A pequena correlação que pode existir entre o $VO_2\text{max}$ e a performance, principalmente entre indivíduos altamente treinados, ocorre provavelmente porque nem sempre o $VO_2\text{max}$ se modifica com o treinamento ou com o destreinamento, embora nestas condições, possa existir respectivamente, aumento ou diminuição da performance aeróbia. KOHRT et al. (1989) avaliaram um grupo de triatletas, em quatro momentos ao longo de uma temporada de treinamento (fevereiro, maio, agosto e outubro). Durante este período, apenas o

FIGURA 1 - Relação entre o consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) e a velocidade na prova de marcha atlética de 20 Km. Adaptado de HAGBERG & COYLE (1983).



VO₂max medido no ciclismo modificou-se significativamente (5%), enquanto os VO₂max medidos na esteira e bicicleta, permaneceram constante durante todo o período de treinamento. Embora o VO₂max tenha permanecido constante, a performance melhorou nos três eventos durante a competição de triatlo. Do mesmo modo, pequenos períodos de destreinamento, que ocorrem apenas pela diminuição da sobrecarga aplicada (volume, intensidade ou frequência), ou mesmo pela interrupção total do treinamento, podem ocorrer diminuição da atividade enzimática aeróbia e/ou da performance sem que exista uma diminuição similar do VO₂max (DARRELL et al. 1987). Esta ausência de sensibilidade do VO₂max as adaptações determinadas pelo treinamento/destreinamento, que ocorre principalmente em indivíduos altamente treinados, pode ser explicada a partir dos fatores que limitam a potência aeróbia máxima. Como nestes grupos de indivíduos, o VO₂max parece ser limitado pelos fatores centrais (débito cardíaco máximo e/ou ventilação pulmonar e difusão alveolo-capilar) (DENADAI, 1995a), as adaptações periféricas (- capilarização, - atividade enzimática aeróbia) que continuam ocorrendo mesmo após meses ou anos de treinamento, acabam não sendo detectadas pelo VO₂max. Estas adaptações periféricas podem determinar a melhora da performance aeróbia (COYLE, 1995).

Deste modo, verifica-se que o sucesso em provas de endurance, é dependente de valores bem elevados de VO₂max. Entretanto, uma vez atingido este critério, outros fatores, conforme será discutido a seguir, passam a ser mais importantes na determinação da performance aeróbia.

É importante destacar ainda, que o modo pelo qual o VO₂max é expresso, ou seja, valores absolutos (l/min) ou relativos (ml.Kg⁻¹.min⁻¹), influencia seu grau de correlação com a performance. Na corrida, onde a necessidade de energia varia em função do peso corporal, o VO₂max se correlaciona mais com a performance, quando é expresso em valores relativos (BRANDON, 1995). Em exercícios onde não existe a sustentação do peso corporal, como na natação e ciclismo (estacionário e de campo), a performance em exercícios de endurance

é mais relacionada com o VO₂max expresso em valores absolutos (ERIKISSON et al. 1978 ; WILMORE & COSTILL, 1994).

ECONOMIA DE MOVIMENTO

A Economia de Movimento (EM) pode ser definida como sendo o consumo de oxigênio (VO₂) obtido em fase estável, para uma determinada atividade submáxima. Um atleta mais econômico, consome menos oxigênio, do que outro menos econômico, para uma determinada intensidade de esforço, e teoricamente pelo menos, é capaz de se deslocar mais rapidamente ou conservar energia para os estágios finais da competição. Alguns autores têm mostrado que a EM pode variar em até 15%, mesmo dentro de um grupo de ciclistas bem treinados (COYLE et al. 1991), corredores de elite (MORGAN et al. 1991) e principalmente quando se comparam nadadores com triatletas de elite, durante a natação (TOUSSAINT, 1990).

A EM tem sido identificada com um índice capaz de determinar a performance entre corredores (MORGAN & CRAIB, 1992), ciclistas (COYLE et al. 1988) e nadadores (MONTPETIT et al. 1988).

Em corredores de longa distância, a EM se correlaciona bem com a performance (r = 0,82), particularmente quando os atletas apresentam valores similares de VO₂max. Além disso, CONLEY & KRAHENBUHL (1980) verificaram que corredores de longa distância de alta performance, são mais econômicos do que corredores de desempenho apenas moderado. DANIELS & DANIELS (1992) propuseram que a interrelação entre VO₂max e EM, que pode ser expressa através da determinação da velocidade de corrida correspondente ao VO₂max (vVO₂max), se correlaciona melhor com a performance do que o VO₂max ou a EM utilizados isoladamente. Confirmando esta hipótese, MORGAN et al. (1989) verificaram que a vVO₂max correlacionou-se melhor com a performance em uma prova de corrida de 10 Km (r = 0,87), do que a EM (r = 0,64) ou VO₂max (r = 0,45).

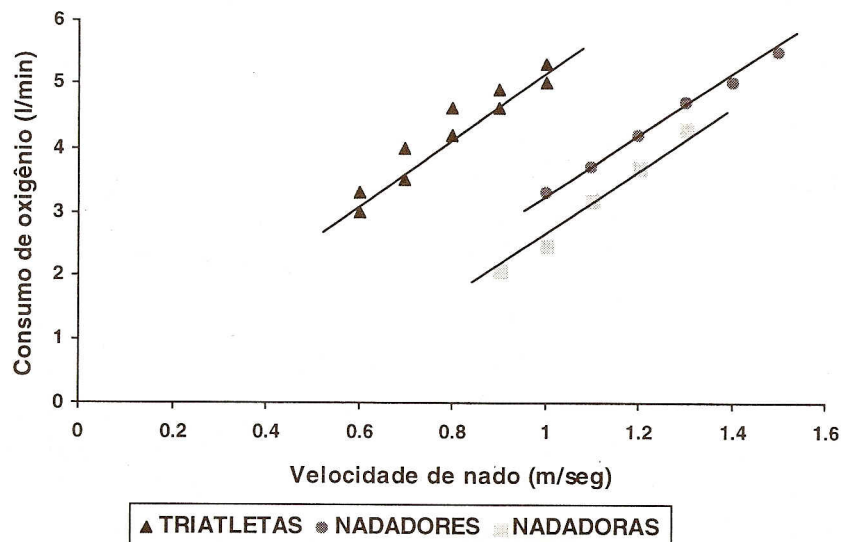
A EM para a natação pode ser especialmente importante, já que o gasto energético neste tipo de exercício, é altamente dependente da técnica de nado, podendo apresentar grande variação individual. KOHRT et al. (1987) avaliando 13 triatletas treinados, verificaram que o VO_2 durante a natação realizada contra uma resistência de 3 Kg, variou entre 22,5 e 51,8 $ml.Kg^{-1}.min^{-1}$. (1,45 a 3,96 l/min). HOLMER (1972) mostrou que nadadores de elite, possuem um menor VO_2 para uma determinada velocidade de nado, do que nadadores destreinados, concluindo que os nadadores mais treinados, tinham uma maior eficiência de força propulsiva. TOUSSAINT (1990) comparou a eficiência propulsiva (energia utilizada para vencer o arrasto/energia total utilizada) entre nadadores e triatletas de elite. Para a mesma potência de nado, os grupos não se diferenciaram na eficiência bruta, frequência de braçada e trabalho por braçada. Entretanto, os nadadores apresentaram uma maior distância por braçada (1,23 vs. 0,95 m) e maior velocidade de nado (1,17 vs. 0,90 m/seg.). A eficiência propulsiva foi de 61% para os nadadores, enquanto para os triatletas foi de apenas 44%. Em outro estudo, que comparou também triatletas do sexo masculino, com nadadores e nadadoras, verificou-se que em todas as velocidades de nado, os triatletas sempre apresentaram um VO_2 mais ele-

vado, do que os nadadores de ambos os sexos. Embora muitos triatletas possuíssem um VO_2max marcadamente maior, principalmente em relação as nadadoras, poucos possuíam uma performance semelhante a das piores nadadoras. Muitas nadadoras com um VO_2max de 2,1 a 2,3 l/min , nadavam a prova de 400 metros, com o mesmo nível de performance dos triatletas, que tinham valores acima de 5,0 l/min (WILMORE & COSTILL, 1994) (Figura 2).

Alguns estudos mostram ainda, que a EM na natação foi positivamente correlacionada com a performance de nadadores (MONTPETIT et al. 1988), e de triatletas durante a natação (DENGEL et al. 1989). Estes dados indicam que a performance na natação, é potencialmente mais influenciada pela EM, do que pela potência aeróbia do atleta, devendo a técnica de nado receber especial atenção durante o treinamento.

É importante destacar ainda, que muitos fatores extrínsecos podem influenciar a EM durante o exercício. O uso de roupa de borracha (neoprene) durante a natação, que é permitida em algumas provas de triatlo (temperatura da água abaixo de 21°C), reduz o arrasto em até 14% (TOUSSAINT et al. 1989). No ciclismo, a EM pode ser afetada pela posição corporal, altura do selim, comprimento da alavanca do pedal, utilização de firma pé,

FIGURA 2 - Relação entre o consumo de oxigênio (VO_2) e velocidade de nado, em triatletas, nadadores e nadadoras. Adaptado de WILMORE & COSTILL (1994).



altura e comprimento do quadro e angulação do selim (INBAR et al. 1983; ADRIAN & COOPER, 1989; DANIEL et al. 1995).

RESPOSTA DO LACTATO SANGUÍNEO DURANTE O EXERCÍCIO - LIMAR ANAERÓBIO

Embora existam ainda muitas controvérsias em torno da sua fundamentação teórica (DAVIS, 1985; BROOKS, 1985), terminologia (WASSERMAN et al. 1973 ; FARRELL et al. 1979 ; KINDERMANN et al. 1979) e protocolo de determinação (COYLE, 1995 ; WELTMAN, 1995), a resposta do lactato sanguíneo durante o exercício, apresenta-se atualmente como o melhor índice para a predição de performance, em provas onde a produção de energia, ocorra predominantemente a partir do sistema aeróbio.

Esta alta capacidade de predição de desempenho, parece não ser influenciada, conforme será discutido a seguir, por algumas variáveis que potencialmente poderiam diminuir a relação existente entre o lactato sanguíneo e a performance aeróbia.

Baseados principalmente nos estudos desenvolvidos por WASSERMAN e colaboradores (WASSERMAN et al. 1973 ; DAVIS et al. 1979 ; DAVIS et al. 1982), um grande número de autores tem utilizado o termo "Limiar Anaeróbio", para identificar o comportamento do lactato sanguíneo durante o exercício. Entretanto, antes de apresentarmos os resultados dos estudos que analisaram a relação entre lactato sanguíneo e performance, é importante destacar que serão mantidos e explicitados as diferentes terminologias e critérios utilizados pelos autores, para identificar a resposta do lactato sanguíneo durante o exercício. Esta observação é importante, pois conforme já discutido anteriormente (DENADAI, 1995b), o grande número de terminologias e critérios empregados, podem determinar intensidades bem diferentes de exercício.

a. Nível de condicionamento

Mesmo em grupos de atletas altamente trei-

nados, com valores similares de $VO_2\max$, a resposta do lactato sanguíneo é altamente correlacionada com a performance aeróbia.

FARRELL et al. (1979) examinaram a capacidade do OPLA - "onset plasma lactate accumulation" (intensidade de exercício anterior ao aumento exponencial do lactato sanguíneo) e do $VO_2\max$ em realizar a predição de performance durante a corrida, realizada em diferentes distâncias (3,2 ; 9,7 ; 15,0 ; 19,3 e 42, 2 Km). Para todas as distâncias, a intensidade correspondente ao OPLA, correlacionou-se melhor com a performance, do que o $VO_2\max$. Além disso, verificou-se através da análise de regressão múltipla, que a capacidade de predição de performance da velocidade correspondente ao OPLA, não foi aumentada, pela adição de outras variáveis fisiológicas ($VO_2\max$, EM, % fibra do tipo I). Do mesmo modo, HAGBERG & COYLE (1983) verificaram que o limiar de lactato (LL) (intensidade de exercício na qual o lactato sanguíneo aumenta 1 mM em relação a linha de base) relacionou-se mais com a performance durante a marcha atlética de 20 Km ($r = 0,94$) do que o $VO_2\max$ ($r = 0,62$) apresentado pelos atletas.

Estes mesmos resultados são observados quando analisou-se a predição de performance em ciclistas altamente treinados, que apresentavam valores homogêneos de $VO_2\max$ (COYLE et al. 1988; COYLE et al. 1991).

b. Treinamento

Muitos estudos têm verificado que as mudanças determinadas pelo treinamento, na resposta do lactato sanguíneo durante o exercício, é proporcionalmente diferente quando comparadas às mudanças que ocorrem no $VO_2\max$. A grande maioria tem mostrado, que as intensidades de exercício correspondente aos vários índices que determinam a resposta do lactato ao exercício (OPLA, LL, OBLA , LAn) se modificam mais com o treinamento do que o $VO_2\max$. Isto é particularmente verdadeiro, quando se avaliam atletas altamente treinados (SJODIN et al. 1982). É em função disso provavelmente, que a capacidade de predição

de performance do lactato sanguíneo, não é afetada pelo treinamento.

Esta hipótese é confirmada pelos dados encontrados por TANAKA et al. (1984), que verificaram uma alta correlação durante um acompanhamento longitudinal (4,5 meses de treinamento), entre as mudanças que ocorrem no VO_2 correspondente ao LL (ponto de inflexão da curva de lactato sanguíneo) e a performance na corrida de 10 Km. Os autores propuseram que um aumento de 1 $ml.Kg^{-1}.min^{-1}$ no VO_2 de LL, melhora em 20 segundos a performance da prova. Foi verificado ainda, que o VO_2max melhorou com o treinamento, entretanto, a relação entre as mudanças no VO_2max e a performance da corrida, não foram significantes.

c. Doença cardiovascular

COYLE et al. (1983) compararam seis pacientes cardíacos (isquemia miocárdica), que treinavam 5 dias/semana, na maior intensidade que podia ser tolerada (limitada por sintoma), com corredores saudáveis, que apresentavam a mesma idade e estavam realizando um programa de treinamento, que em termos de volume e intensidade, era semelhante ao dos pacientes. Os grupos foram comparados em relação a LL (intensidade de exercício na qual o lactato sanguíneo aumenta 1 mM

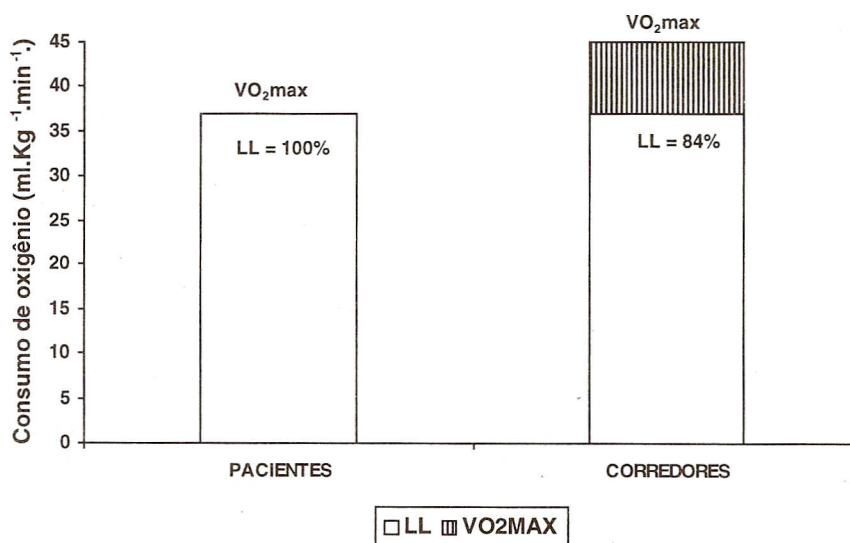
em relação a linha de base), VO_2max e performance na corrida de 8 Km. Embora os corredores saudáveis possuíssem um VO_2max significativamente maior (18%), não existiu diferença entre os grupos, na performance da corrida de 8 Km. Quando o VO_2 no LL foi comparado entre os grupos, não foi encontrado diferença significativa (37,0 vs. 37,8 $ml.Kg^{-1}.min^{-1}$. - pacientes x corredores saudáveis). Entretanto, os corredores saudáveis atingiram o LL em 84% do VO_2max , enquanto os pacientes em 99,8% do VO_2max . Como a EM não foi diferente entre os grupos, pode-se concluir que a resposta do lactato sanguíneo (LL) é capaz de prever a performance, mesmo em pacientes com doença cardiovascular (Figura 3).

d. Sexo

Embora a grande maioria dos estudos que analisaram a relação entre a resposta do lactato sanguíneo e a performance aeróbia, tenham utilizado indivíduos do sexo masculino, pode-se verificar que a predição de performance pelo lactato, não é influenciada pelo sexo.

FAY et al. (1989) investigando um grupo de mulheres treinadas ($VO_2max = 59,7 ml.Kg^{-1}.min^{-1}$) verificaram que os limiares aeróbio (2 mM) e anaeróbio (4 mM), foram altamente

FIGURA 3 - Consumo máximo de oxigênio (VO_2max) e limiar de lactato (LL) em pacientes cardíacos treinados e corredores saudáveis. Adaptado de COYLE et alii (1983).



correlacionados com a performance encontrada nas distâncias de 5, 10 e 16,09 Km ($r = 0,83$ a $0,94$). Do mesmo modo, YOSHIDA et al. (1990) verificaram que a intensidade de exercício correspondente ao LL (ponto de inflexão da curva de lactato) e ao OBLA (4 mM), foram altamente correlacionados com a performance de corredoras nas distâncias de 800, 1500 e 3000 metros.

e. Idade

ALLEN et al. (1985) compararam um grupo de atletas veteranos ($X = 56$ anos) com um grupo de corredores jovens ($X = 25$ anos). Apesar da performance na corrida de 10 Km ter sido igual entre os dois grupos, os atletas veteranos possuíam um VO_2 max significativamente menor. Por outro lado, a velocidade e o VO_2 equivalente ao LL (2,5 mM de lactato) não foram diferentes entre os grupos. O fato de que o LL ter ocorrido na mesma velocidade e VO_2 nos dois grupos de corredores, permitiu aos autores explicar porque a performance na prova de 10 Km pode ser semelhante, apesar de um VO_2 max significativamente menor nos corredores veteranos.

CAPACIDADE DE PREDIÇÃO DE PERFORMANCE DOS DIFERENTES CRITÉRIOS UTILIZADOS NA IDENTIFICAÇÃO DA RESPOSTA DO LACTATO DURANTE O EXERCÍCIO

Apesar dos dados existentes na literatura mostrarem que todos os critérios empregados na identificação da resposta do lactato sanguíneo durante o exercício (LL, OPLA, OBLA e LAn) apresentarem uma alta correlação com a performance aeróbia, alguns estudos sugerem que esta capacidade de predição, pode ser influenciada pela duração da prova.

TANAKA & MATSUURA (1984) examinaram a capacidade que as velocidades de corrida equivalentes ao LL - vLL (ponto de inflexão da curva de lactato) e ao OBLA - vOBLA (4mM) possuíam para prever a velocidade média da prova de maratona - vM. A vLL foi muito próxima e

significativamente correlacionada ($r = 0,78$) com a vM (vLL = 274 m/min e vM = 269 m/min). Por outro lado, a vOBLA foi significativamente maior (vOBLA = 318 m/min) e não tão fortemente correlacionada ($r = 0,68$) com a vM. Os autores concluíram que a vLL é um melhor preditor da performance da maratona, enquanto a vOBLA pode estar mais associada, a provas aeróbias de menor duração (< 16 Km).

Estes mesmos resultados foram encontrados por FOHRENBACH et al. (1987) que compararam a vM, com as velocidades correspondentes a 2,5 mM (v2,5), 3 mM (v3) e 4 mM (v4) de lactato sanguíneo. Todas as velocidades (v2,5, v3 e v4) foram altamente correlacionada com vM. Entretanto, as v2,5 e v3 foram mais próximas da vM, do que a v4 (vM = 277; v2,5 = 275; v3 = 280 e v4 = 287 m/min).

Confirmando a hipótese apontada por TANAKA & MATSUURA (1984), POMPEU et al. (1996) verificaram que a velocidade de corrida, medida diretamente na pista, equivalente a 4 mM de lactato sanguíneo (v4), possui uma maior capacidade de predição da performance na prova de 5 Km (v5Km), quando comparada com as velocidades equivalentes a 2 mM (v2) e 8 mM (v8) (v5Km = 315; v2 = 277; v4 = 302 e v8 = 327 m/min).

Apesar do número reduzido de estudos, e basicamente relacionados com a corrida, pode-se sugerir que a capacidade de predição de performance, pode ser tão mais precisa, quanto mais o índice utilizado para determinar a resposta do lactato sanguíneo, identificar uma intensidade de esforço, que se aproxime da velocidade empregada na prova que se irá realizar a predição de performance.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos dados que foram apresentados anteriormente, pode-se verificar que a performance aeróbia, principalmente dentro de um grupo heterogêneo de atletas, é profundamente influenciada pelo VO_2 max. Este fato é confirmando pelos ele-

vados valores de $VO_2\text{max}$ que os atletas de endurance apresentam, sendo em média, de 1,5 a 2,0 vezes maior do que os observados em indivíduos não ativos, da mesma faixa etária. Por outro lado, entre atletas altamente treinados, a predição do desempenho pelo $VO_2\text{max}$, pode apresentar limitações. Nestes grupos de atletas, a EM, principalmente quando associada ao comportamento do $VO_2\text{max}$, ou seja, encontrando-se a velocidade correspondente ao $VO_2\text{max}$ ($vVO_2\text{max}$), pode ser um ótimo preditor da performance aeróbia. Finalmente, a variável fisiológica que parece predizer a performance com a maior precisão, podendo responder por até 95% da variação da performance encontrada entre os indivíduos, é a resposta do lactato sanguíneo durante o exercício, que pode ser identificada por diferentes terminologias (LL, OPLA, OBLA e LAn) e protocolos. É importante salientar, que a capacidade de predição de performance a partir do lactato sanguíneo, aumenta significativamente, quando se observam os seguintes aspectos : 1) utilização de um índice para determinação da resposta do lactato sanguíneo, que identifique uma intensidade de esforço, que se aproxime o máximo possível, da velocidade que é empregada na competição; 2) utilização dos testes de campo para a determinação da resposta do lactato, já que além de observar-se o princípio da especificidade do movimento, nestes testes os indivíduos estão sujeitos também, as influências das forças que se opõem ao movimento (influenciando portanto a EM), as quais normalmente não estão presentes nos testes de laboratório, como o demonstrado recentemente por BALIKIAN & DENADAI (1996) e POMPEU et al. (1996).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADRIAN, M.J. & COOPER, J.M. **Biomechanics of human movement**. Benchmark Press, Inc. Indianápolis, 1989.
- ALLEN, W.K. et al. Lactate threshold and distance running performance in young and older endurance athletes. **Journal Applied Physiology**, v.58, 1281-1284, 1985.
- ASTRAND, P.O. & RODHAL, K. **Tratado de fisiologia do exercício**. Rio de Janeiro : Guanabara, 1987.
- BALIKIAN, P.J. ; DENADAI, B.S. Aplicações do limiar anaeróbio determinado em teste de campo para o ciclismo : Comparação com valores obtidos em laboratório. **Motriz**, v.2, p.26-31, 1996.
- BRANDON, L.J. Physiological factors associated with middle distance running performance. **Sports Medicine**, v.19, p.268-277, 1995.
- BROOKS, G.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, p.22-31, 1985.
- BURKE, E.R. et al. Characteristics of skeletal muscle competitive cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.9, p.109-112, 1977.
- CONLEY, D.L.; KRAHENBUHL, G.S. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.12, p.357-360, 1980.
- COSTILL, D.L. et al. Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.5, p.248-52, 1973.
- COYLE, E.F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.23, p.25-63, 1995.
- COYLE, E.F. et al.. Blood lactate threshold in some well-trained ischemic heart disease patients. **Journal Applied Physiology: Respiration Environment Exercise Physiology**, v.54, p.18-23, 1983.
- COYLE, E.F. et al. Determinants of endurance in well trained cyclists. **Journal Applied Physiology**, v.64, p.2622-2630, 1988.
- COYLE, E.F. et al. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p.93-107, 1991.
- DANIEL, P.H.; ANTHONY, R.W.; CHRIS, M.Q. Cardiorespiratory responses to seat-tube angle variation during steady-state cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, p.730-735, 1995.

- DANIELS, J. ; DANIELS, N. Running economy of elite male and elite female runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.483-489, 1992.
- DARRELL, P.N. et al. Effect of reduced training on muscular strength and endurance in competitive swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, p.569-575, 1987.
- DAVIES, C.T.M. ; THOMPSON, M.W. Aerobic performance of females marathon and male ultramarathon athletes. **European Journal Applied Physiology**, v.41, p.233-245, 1979.
- DAVIS, J.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.17, n.1, p.6-18, 1985.
- DAVIS, J. A. et al.. Anaerobic threshold alterations caused by endurance training in middle-aged men. **Journal Applied Physiology**, v.46, p.1039-1046, 1979.
- DAVIS, J.A. et al.. Effect of ramp slope on determination of aerobic parameters from the ramp exercise test. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, p.339-343, 1982.
- DENADAI, B.S. Consumo máximo de oxigênio : Fatores determinantes e limitantes. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, p.85-94, 1995a.
- DENADAI, B.S. Limiar anaeróbio : Considerações fisiológicas e metodológicas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v.1, p.74-88, 1995b.
- DENADAI, B.S. ; BALIKIAN JUNIOR, P. Relação entre limiar anaeróbio e performance no Short Triathlon. **Revista Paulista de Educação Física**, v.9, p.10-15, 1995.
- DENGEL, D.R. et al. Determinants of success during triathlon competition. **Research Quarterly Exercise Sport**, v.60, p.234-238, 1989.
- DWYER, J. ; BYBEE, R. Heart rate indices of the anaerobic threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.15, p.72-76, 1983.
- ERIKSSON, B.O. , BERG, K. , TARANGER, J. Physiological analysis of young boys starting intensive training in Swimming. In : **Swimming Medicine IV**. Eriksson, B.O. and Fuberg, B. (eds). Baltimore : University Park Press, 1978.
- FARRELL, P.A. et al.. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.11, p.338-44, 1979.
- FAY, L. et al. Physiological parameters related to distance running performance in female athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, p.319-324, 1989.
- FOHRENBACH, R. et al.. Determination of endurance capacity and prediction of exercise intensities for training and competition in marathon runners. **International Journal Sports Medicine**, v.8, p.11-18, 1987.
- HAGBERG, J.M. ; COYLE, E.F. Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive racewalkers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.15, p.287-289, 1983.
- HOLMER, I. Oxygen uptake during swimming in man. **Journal Applied Physiology**, v.33, p.502-509, 1972.
- HOLMER, I. ; LUNDIN, A. ; ERIKSSON, B.O. Maximal oxygen uptake in swimming and running by elite swimmers. **Journal of Applied Physiology**, v.36, p.711-714, 1974.
- INBAR, O. et al. The effect of bicycle crank-length variation upon power performance. **Ergonomics**, v.26, p.1139-1146, 1983.
- KINDERMANN, W., SIMON, G., KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **European Journal Applied Physiology**, v.42, p.25-34, 1979.
- KOVRT, W. M. et al. Physiological responses of triathletes to maximal swimming, cycling and running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.19, p.51-55, 1987.
- KOVRT, W.M. et al.. Longitudinal assessment of responses by triathletes to swimming, cycling, and running. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, p.569-575, 1989.
- MONTPETIT, R.R. ; SMITH, H. ; BOIE, G. Swimming economy : how to standardize the data to compare swimming proficiency. **Journal Swimming Research**, v.4, p.5-8, 1988.

- MORGAN, D.W. ; CRAIB, M. Physiological aspects of running economy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.456-461, 1992.
- MORGAN, D.W. et al. Ten Km performance and predicted velocity at VO_2 max among well-trained male runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, p.78-83, 1989.
- MORGAN, D.W. et al. Variability in running economy and mechanics among trained male runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p.378-383, 1991.
- POMPEU, F.A.M.S. et al. Predição da velocidade de corrida de 5.000 m a partir de teste escalonado em pista. In : XX SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, São Paulo, **Anais.**, 1996. p.106.
- SJODIN, B. ; JACOBS, I. ; SVENDENHAG, J. Changes in the onset blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. **European Journal Applied Physiology**, v.49, p.45-57, 1982.
- STROMME, S. B. , INGJER, F. , MEEM, H. D. Assessment of maximal aerobic power in specifically trained athletes. **Journal Applied Physiology**, v.42, p.833-837, 1977.
- TANAKA, K. ; MATSUURA, Y. Marathon performance, anaerobic threshold and onset of blood lactate accumulation. **Journal Applied Physiology: Respiration Environment Exercise Physiology**, v.57, p.640-643, 1984.
- TANAKA, K. et al.. A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.16, p.278-282, 1984.
- TOUSSAINT, H.M. Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.22, p.409-415, 1990.
- TOUSSAINT, H.M. et al. Effect of a triathlon wet suit on drag during swimming. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.21, p.325-328, 1989.
- WASSERMAN, K. et al.. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal Applied Physiology**, v.35, p.236-245, 1973.
- WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise**. Champaign, IL : Human Kinetics, 1995.
- WILMORE, J. H. ; COSTILL, D. L. **Physiology of Sport and Exercise**. 1. ed. Champaign : Human Kinetics, 1994. 549 p.
- YOSHIDA, T. et al.. Significance of contribution of aerobic and anaerobic components to several distance running performance in female athletes. **European Journal Applied Physiology**, v.60, p.249-253, 1990.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Departamento de Educação Física - IB - UNESP
Av. 24 A, 1515 - 13506-900 - Rio Claro - SP - Brasil
FAX (0195) 34-0009