

LIMIAR AERÓBIO E ANAERÓBIO NA CORRIDA AQUÁTICA: COMPARAÇÃO COM OS VALORES OBTIDOS NA CORRIDA EM PISTA*

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a frequência cardíaca (FC) e a percepção subjetiva de esforço (PSE), correspondente ao limiar aeróbio (LAer) e anaeróbio (LAN), obtidos no "Deep Water Running" (DWR) e na corrida realizada em pista (C). Foram estudados 12 indivíduos ativos, sendo 8 homens e 4 mulheres, que realizaram 2 testes de campo em dias diferentes: 1) 3x1200m de corrida com intensidades progressivas e 15 min. de intervalo entre cada tiro. Ao final de cada tiro foi anotada a FC; 2) 3 séries de corrida estacionária dentro da água, com o auxílio de um flutuador (Aqua Jogger - Sports Science Int'l) preso ao tronco, sem tocar o pé no chão. Cada série teve a duração de 5 min. e foram realizadas, respectivamente com uma FC de 120, 140 e 160 bpm. Imediatamente antes do final de cada série realizada no teste 1 e 2 foi anotada a PSE (Escala de BORG) e após 1,3 e 5 min. foram coletados 25ml de sangue do lóbulo da orelha, para a determinação do lactato sanguíneo (YSI 2300 STAT). Por interpolação linear foram calculadas para o DWR e a C, a FC e a PSE correspondente a 2 mM (LAer) e 4 mM (LAN) de lactato sanguíneo. A FC encontrada no DWR (LAer = 137,0 ± 10,5; LAN = 151,2 ± 12,1) foi significativamente menor, quando comparada com a mesma FC obtida na C (LAer = 159,5 ± 13,6; LAN = 185,1 ± 9,4). Não foi observada correlação significativa entre a FC obtida no DWR e na C, tanto para o LAer (r=0,06) como para o LAN (r=0,19). A PSE não foi significativamente diferente entre o DWR (LAer = 11,5 ± 1,8; LAN = 14,0 ± 2,6) e C (LAer = 11,2 ± 1,5; LAN = 15,2 ± 2,5). Entretanto não foi encontrada correlação significativa entre a PSE obtida no DWR e C, correspondente ao LAer (r=0,15) e LAN (r=0,38). Com base nestes dados pode-se concluir que a transferência de valores de FC (mesmo com diferenças proporcionais) e da PSE correspondentes a determinadas concentrações de lactato sanguíneo, da C para o DWR, pode levar a resultados inconsistentes, havendo necessidade de avaliações específicas para o DWR.

Palavras Chaves : "Deep Water Running"; Corrida; Lactato; Frequência cardíaca; Limiar anaeróbio.

BENEDITO SÉRGIO DENADAI¹
ROBERTA ROSAS¹
MARA LUCY DOMPIETRO RUIZ DENADAI²

¹Departamento de Educação Física do Instituto de Biociências da UNESP - Campus de Rio Claro
²Pós-Graduada do Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Biologia da UNICAMP

* Apoio CNPQ

AEROBIC AND ANAEROBIC THRESHOLD DURING DEEP WATER RUNNING: COMPARISON WITH THE DATA OBTAINED DURING TRACK RUNNING

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare the heart rate (HR) and the rating of perceived exertion (RPE) corresponding to the aerobic threshold (AeT) and anaerobic threshold (AT), during Deep Water Running (DWR) and running track test (R). Twelve well-trained subjects (eight men, four women) performed, on different days, 2 field tests: 1) R - 3 X 1200 m with progressive intensities, and 15 min of rest between bouts; 2) DWR - 3 series of stationary running in the water, with a waist floatation (Aqua Jogger - Sports Science Int'l). Each series lasted 5 min, and were performed respectively at exercise intensities eliciting HR values of 120, 140 and 160 bpm. Following each bout (test 1 and 2), blood samples (25 ml) from ear lobe, were collected after 1, 3 and 5 min, in order to measure the blood lactate (YSI 2300 STAT). By linear interpolation, were determined, for DWR and R, the HR and RPE corresponding to 2 mM (AeT) and 4 mM (AT) blood lactate concentration. The HR during DWR (AeT = 137,0 ± 10,5; AT = 151,2 ± 12,1) was significantly lower, when compared with the same HR during R (AeT = 159,5 ± 13,6; AT = 185,1 ± 9,4). It was not observed significant correlation between HR obtained on DWR and R (AeT - r = 0,06; AT - r = 0,19). RPE was not significant difference between DWR (AeT = 11,5 ± 1,8; AT = 14,0 ± 2,6) and R (AeT = 11,2 ± 1,5; AT = 15,2 ± 2,5). However, there were no significant correlation between the RPE obtained on DWR and R (AeT - r = 0,15; AT - r = 0,38). Based on the present results it was concluded that the transference of the HR (not even with relative difference) and RPE values, corresponding to determined blood lactate concentrations, from R to DWR, can to induce to inaccurate result.

Key Words : Deep Water Running; Running; Lactate; Heart rate; Anaerobic threshold.

INTRODUÇÃO

Dentre as várias modalidades de exercício que podem ser realizadas dentro da água, a corrida aquática, ou como é mais conhecida, o "Deep Water Running" (DWR), tem experimentado um aumento muito grande de popularidade, principalmente entre corredores, triatletas, saltadores e atletas de esportes coletivos. Diferentemente do DWR, a corrida realizada fora da água (C), pode ser classificada como um exercício de alto impacto, determinando com muita frequência em seus praticantes, o aparecimento de lesões por excesso de utilização ("overuse"). Em função disso, muitos preparadores físicos e profissionais ligados a reabilitação, têm utilizado o DWR, não só na recuperação, mas principalmente como forma de prevenção das lesões no aparelho músculo-esquelético.

As possíveis diferenças que podem existir entre os exercícios realizados dentro e fora da água, foram inicialmente investigadas, comparando-se as respostas máximas e submáximas, obtidas durante o ciclismo realizado com e sem imersão na água (MORLOCK & DRESSENDORFER, 1974; DRESSENDORFER et al. 1976). Mais recentemente, principalmente em função da sua grande popularidade, alguns estudos têm utilizado o DWR, para investigar as diferenças nas respostas metabólicas e cardiovasculares, que existem entre o exercício realizado dentro e fora da água (SVEDENHAG & SEGER, 1992). Estes estudos têm-se preocupado basicamente, em comparar as respostas máximas obtidas nos dois tipos de corrida. Com uma consistência muito grande, estes estudos têm demonstrado, que o consumo máximo de oxigênio (VO_2max) e a frequência cardíaca máxima (FCmax), são significativamente menores no DWR (75% a 92%), quando comparado com a C. Por outro lado, poucos estudos têm procurado comparar as respostas submáximas, observadas no DWR e C. Os poucos existentes, utilizaram intensidades de exercício auto-selecionadas (BISHOP et al. 1989; RICHIE & HOPKINS, 1991), determinando com isso, intensidades relativas de esforço, bem diferentes entre os dois tipos de exercício. Em outro estudo, utilizou-se o limiar ventilatório,

para comparar o DWR e a C (FRANGOLIAS et al. 1994), o que potencialmente pelo menos, pode também ter comprometido os resultados, pois além da regulação da ventilação pulmonar estar sujeita a estímulos extras (pressão hidrostática), modificando sua resposta durante o exercício com imersão na água (HONG et al. 1969; COAST et al. 1993), a validade do método ventilatório em prever a resposta do lactato sanguíneo durante o DWR, ainda não foi determinada. Como a literatura atual, tem mostrado de modo muito consistente, que a utilização de índices submáximos, principalmente os obtidos através da resposta do lactato sanguíneo, é mais adequado para realizar-se a prescrição e controle dos efeitos do treinamento (WELTMAN, 1995; COYLE, 1995), torna-se importante comparar as respostas metabólicas e cardiovasculares durante o exercício submáximo no DWR e C. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar a FC e a percepção subjetiva de esforço (PSE), correspondente ao limiar aeróbio (LAer) e anaeróbio (LAN) obtidos no DWR e C.

MATERIAL E MÉTODOS

Sujeitos

Participaram do estudo 12 indivíduos (8 homens e 4 mulheres), com idade entre 22 e 35 anos. Todos os indivíduos praticavam atividade física regularmente (mínimo 3 vezes/semana) sendo que 4 deles, participavam de competições (corrida ou triatlo) em nível estadual e nacional. A Tabela 1 mostra as características antropométricas dos voluntários.

Determinação do LAer e LAN

Corrida na pista - Os indivíduos correram 3 x 1200m, respectivamente a 85, 90 e 95% da velocidade média da prova dos 3000m (previamente determinada) com 15 min. de pausa entre os tiros. Ao final de cada tentativa foram anotados a FC a PSE. Após 1, 3 e 5 min. do término de cada tiro, foram coletados do lóbulo da orelha, sem hipermia, 25ml de sangue para a determinação

TABELA 1 - Características antropométricas dos sujeitos. (n = 12).

	Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (m)
\bar{X}	26,4	71,3	175,3
DP	3,4	9,4	7,4

do lactato sanguíneo (YSI 2300 STAT). Para a determinação do LAer e LAn, foi considerado apenas a mais alta concentração de lactato entre as três amostras de cada tiro. Deste modo, por interpolação linear, foram determinados a FC e a PSE, correspondente a 2mM (LAer) e 4mM (LAn) do lactato sanguíneo.

“Deep Water Running” - Os sujeitos realizaram 3 séries de corrida estacionária dentro da água, com auxílio de um flutuador (Aquajogger) preso ao tronco, sem tocar o pé no chão. Cada série teve a duração de 5 min., e foram realizadas respectivamente com uma FC de 120, 140 e 160 bpm. Imediatamente antes do final de cada série, foram anotadas a FC e PSE, e após 1, 3 e 5 min. foram coletados 25ml de sangue do lóbulo da orelha, sem hiperemia, para a determinação do lactato sanguíneo (YSI 2300 STAT). Do mesmo modo como realizado para a C, foram determinadas a FC e PSE correspondente ao LAer e LAn.

Para a C, a temperatura ambiente variou entre 20 e 25°C e a umidade relativa do ar entre 50 e 65%. No DWR, a temperatura da água variou entre 27 e 29°C.

Os testes de C e DWR foram realizados em dias diferentes, com um intervalo máximo de 7 dias. A ordem de execução dos testes foi aleatória.

Os indivíduos que não possuíam experiência com o DWR, só realizaram os testes após pelo menos 2 sessões de adaptação, para que realizassem a técnica correta de corrida, e conseguissem controlar a intensidade de esforço, a partir da FC solicitada.

Determinação da FC nos testes do LAer e LAn

A FC foi determinada através de um frequencímetro (Polar Vantage XL).

Percepção Subjetiva de Esforço

A PSE foi determinada através da escala de BORG (1973).

Análise Estatística

As comparações entre a FC e a PSE obtidas no DWR e C, foram realizadas através do teste t para dados pareados. O teste de correlação de Pearson, foi utilizado para determinar-se o nível de correlação entre as variáveis obtidas no DWR e C. Adotou-se um nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

A Tabela 2 mostra os valores médios da FC correspondente ao LAer e LAn, obtidos no DWR e C. A FC observada no DWR, foi significativamente menor, quando comparada com a FC obtida na C, para as duas intensidades de esforço analisadas (LAer e LAn). Não foi encontrada correlação significativa entre a FC obtida no DWR e na C, tanto para o LAer ($r=0,06$) quanto para LAn ($r=0,19$).

TABELA 2 - Valores médios da frequência cardíaca (bpm) correspondentes ao limiar aeróbio (LAer) e anaeróbio (LAn), obtidas no “Deep Water Running” (DWR) e na Corrida em pista. (n = 12).

	DWR	CORRIDA	r
LAer	137,0 ± 10,5 *	159,5 ± 13,6	0,06
LAn	151,2 ± 12,1 *	185,1 ± 9,4	0,19

* $p < 0,05$ em relação a mesma FC na corrida

TABELA 3 - Valores médios da percepção subjetiva de esforço correspondentes ao limiar aeróbio (LAer) e anaeróbio (LAn), obtidas no "Deep Water Running" (DWR) e na Corrida em pista. (n = 12).

	DWR	CORRIDA	r
LAer	11,5 ± 1,8	11,2 ± 1,5	0,15
LAn	14,0 ± 2,6	15,2 ± 2,5	0,38

A PSE correspondente ao LAer e LAn não foi significativamente diferente entre o DWR e a C. Entretanto, não foi encontrada correlação significativa entre a PSE obtida no DWR e C, correspondentes ao LAer (r=0,15) e LAn (r=0,38), (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Mesmo durante o repouso, existe uma série de modificações cardiovasculares, que são determinadas pela imersão na água. FARHI & LINNARSSON (1977) verificaram um aumento progressivo do débito cardíaco (DC), quando comparado com valores obtidos fora da água (5,1 l/min), durante a imersão até a altura do quadril (5,7 l/min), processo xifóide (7,4 l/min) e pescoço (8,3 l/min). O volume sistólico (VS) aumentou em todos os estágios da imersão. Por outro lado, a FC diminuiu durante a imersão até a altura do quadril e processo xifóide, mas aumentou durante imersão até o pescoço. Os autores verificaram que paralelamente ao aumento do DC, existiu também uma elevação da pressão arterial (PA), e propuseram em função disso, que durante os dois primeiros estágios de imersão, os barorreceptores atriais, têm um papel determinante na diminuição reflexa da FC. Outros autores têm verificado também, um aumento do VS durante a imersão na água (77%), sugerindo a existência de uma hipervolemia central, e conseqüentemente um aumento da pré-carga para o coração (BEGIN et al. 1976; LIN, 1984).

Durante o DWR, o DC continua maior em

todas as intensidades de exercício (mesmo VO_2) quando comparado com a C. Entretanto, as curvas DC- VO_2 apresentam a mesma inclinação nos dois tipos de corrida, sugerindo que os aumentos verificados no DC são similares, existindo diferenças apenas em função dos valores já observados durante o repouso. O VS também é maior durante o DWR em relação a C, apesar de não existir um aumento significativo durante o exercício, em relação aos valores de repouso (CHRISTIE et al. 1990).

Em relação a FC, os estudos realizados no ciclismo e no DWR, têm verificado que para o mesmo VO_2 , a FC só é menor dentro da água, quando a intensidade de exercício é acima de 60 - 80% VO_{2max} (CHRISTIE et al. 1990; SVEDENHAG & SEGER, 1992). Este comportamento sugere de acordo com os autores, que as diferenças existentes na FC para os exercícios realizados dentro e fora da água, são intensidade-dependente, e parecem ser mediadas, pela menor concentração de noradrenalina plasmática, que é observada apenas em intensidades acima de 78 - 82% do VO_{2max} .

Em nosso estudo, onde foi utilizada a relação FC-lactato sanguíneo para comparar o DWR e a C, verificou-se que para as duas intensidades de exercício analisadas (LAer e LAn), a FC foi significativamente menor no DWR. Estudos semelhantes não estão disponíveis na literatura, existindo apenas o realizado por FRANGOLIAS et al. (1994), que utilizou o limiar ventilatório, para comparar as respostas no DWR e C. Embora o método do ventilatório ainda não tenha sido validado para prever a resposta do lactato sanguíneo durante o DWR, seus resultados (\bar{FC} no DWR) estão de acordo com o verificado em nosso estudo.

Com base no estudo citado anteriormente (FRANGOLIAS et al. 1994), FRANGOLIAS & RHODES (1996) propuseram que para se obter as mesmas adaptações metabólicas com o treinamento, realizado na C e no DWR, deve-se utilizar uma FC alvo no DWR, que seja de 10 a 13 bpm menor do que a obtida na C. Nossos resultados concordam apenas em parte com a hipótese apontada anteriormente. Realmente, para a primeira intensidade de esforço analisada em nosso estudo (LAer), que a princípio é semelhante a utilizada por

FRANGOLIAS et al. (1994), a diferença média encontrada entre o DWR e a C (14 bpm) está dentro da faixa sugerida por FRANGOLIAS & RHODES (1996) (10 a 13 bpm). Entretanto, para a segunda intensidade (LAn), a diferença média é bem maior (26 bpm), sugerindo, como já discutido anteriormente, que as diferenças de FC entre o DWR e a C, sejam dependentes da intensidade do exercício. Mais importante ainda, é a ausência de correlação entre a FC, para as duas intensidades analisadas, obtida no DWR e C, ou seja, a simples diminuição de um determinado número de batimentos dos valores observados na C, para estimar a FC alvo para o DWR, pode levar a valores que não são adequados, principalmente quando se trabalha com treinamento de alto nível. Assim, a determinação da FC de treinamento no DWR a partir da resposta do lactato sanguíneo, deverá sempre que possível, ser realizada diretamente dentro da água.

Outra variável que tem sido muito utilizada, para a predição da resposta do lactato sanguíneo, e consequentemente, para prescrever a intensidade de treinamento, é a PSE. Um grande número de estudos, realizados bem recentemente, têm sugerido uma relação muito forte entre a PSE e a resposta do lactato sanguíneo, mostrando inclusive, que esta relação não é influenciada pelo sexo (HASKVITZ et al. 1992; DEMELLO et al. 1987), estado de treinamento (SEIP et al. 1991), tipo de exercício (HETZLER et al. 1991) e especificidade de treinamento (BOUTCHER et al. 1989). Estes estudos mostram que para uma concentração de 2 mM de lactato sanguíneo, a PSE está entre 13 e 13,5 e para 4 mM, está entre 16 e 16,5. Os valores médios encontrados em nosso estudo, são levemente inferiores (2 mM = 11,5 - 12; 4 mM = 14,5 - 15) e a princípio pelo menos, confirmam os dados obtidos por HETZLER et al. (1991), já que não foram encontradas diferenças significantes entre o DWR e a C, para as duas intensidades de esforço (LAer e LAn), sugerindo que o tipo de exercício não influencia a relação entre PSE e o lactato sanguíneo. Mais uma vez entretanto, não foram encontradas correlações entre a PSE obtida no DWR e C, indicando que embora os valores médios sejam semelhantes,

a relação PSE e lactato sanguíneo, apresenta uma especificidade, que pode dificultar a transferência de avaliações da C para o DWR.

CONCLUSÕES

O DWR e a C, embora apresentem movimentos que são semelhantes, possuem respostas cardiovasculares e metabólicas diferentes, sendo estas diferenças, dependentes da intensidade do exercício. A transferência dos valores de FC (mesmo com as diminuições proporcionais) e da PSE correspondentes a determinadas concentrações de lactato sanguíneo, da C para o DWR, pode levar a resultados inconsistentes, mostrando a necessidade de realizar-se as avaliações diretamente através do DWR, para que se obtenha índices de controle da intensidade de treinamento mais precisos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEGIN, R. et al. Effects of water immersion to the neck on pulmonary circulation and tissue volume in man. **Journal of Applied Physiology**, v.40, p.293-9, 1976.
- BISHOP, P.A. et al. Physiological responses to treadmill and water running. **Physician Sports Medicine**, v.17, p.87-94, 1989.
- BORG, G.A. Perceived exertion: a note on history and methods. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.5, p.90-93, 1973.
- BOUTCHER, S.H. et al. The effects of specificity of training on rating of perceived exertion at the lactate threshold. **European Journal of Applied Physiology**, v.59, p.365-69, 1989.
- CHRISTIE, J.L. et al. Cardiovascular regulation during head-out water immersion exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.69, p.657-64, 1990.

- COAST, R.J. et al. Ventilatory work and consumption during exercise and hyperventilation. **Journal of Applied Physiology**, v.74, p.793-8, 1993.
- COYLE, E.F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.23, p.25-63, 1995.
- DEMELLO, J.J. et al. Rating of perceived exertion at the lactate threshold in trained and untrained men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.19, p.354-62, 1987.
- DRESSENDORFER, R.H. et al. Effects of head-out water immersion on cardiorespiratory responses to maximal cycling exercise. **Undersea Biomedical Research**, v.3, p.177-87, 1976.
- FARHI, L.E. & LINNARSSON, D. Cardiopulmonary readjustments during graded immersion in water at 35°C. **Respiratory Physiology**, v.30, p.35-50, 1977.
- FRANGOLIAS, D.D. & RODHES, E.C. Metabolic responses and mechanisms during water immersion running and exercise. **Sports Medicine**, v.22, p.38-53, 1996.
- FRANGOLIAS, D.D. et al. Comparison of metabolic responses of prolonged work at Tvent during treadmill and water immersion running (abstract). **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.26, p.S10, 1994.
- HASKVITZ, E.M. et al. The effect of training intensity on rating of perceived exertion. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, p.377-83, 1992.
- HETZLER, R.K. et al. Effect of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p.88-92, 1991.
- HONG, S.K. et al. Mechanics of respiration during submersion in water. **Journal of Applied Physiology**, v.27, p.535-8, 1969.
- LIN, Y.C. Circulatory functions during immersion and breath-hold dives in humans. **Undersea Biomedical Research**, v.11, p.123-38, 1984.
- MORLOCK, J.F. & DRESSENDORFER, R.H. Modification of a standard bicycle ergometer for underwater use. **Undersea Biomedical Research**, v.1, p.335-42, 1974.
- RICHIE, S.E. & HOPKINS, W.G. The intensity of exercise in deep-water running. **International Journal of Sports Medicine**, v.12, p.27-9, 1991.
- SEIP, R.L. et al. Perceptual responses and blood lactate concentration: effect of training state. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p.80-87, 1991.
- SVEDENHAG, J. & SEGER, J. Running on land and in water: comparative exercise physiology. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.1155-60, 1992.
- WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise**. Champaign, IL : Human Kinetics, 1995.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:
Departamento de Educação Física - IB - UNESP
Av. 24 A, nº 1515 - CEP - 13506-900
FAX - 0195 - 340009
Rio Claro - SP - Brasil