

---

**ARTIGO ORIGINAL**

---

## **Estudo comparativo dos perfis antropométrico e fisiológico e avaliação isocinética da força muscular nos membros inferiores em triatletas portugueses**

### **Comparative study of anthropometric and physiological profiles and isokinetic muscle strength assessment in the lower limbs in Portuguese triathletes**

Faber Sérgio Bastos Martins, D.Sc.\*, José Manuel da Costa Soares, D.Sc.\*\*

*\*Escola Superior de Educação de Fafe (ESEF), \*\*Faculdade de Desporto – Universidade do Porto*

#### **Resumo**

**Objectivo:** Analisar o perfil antropométrico e fisiológico dos triatletas portugueses e avaliar os parâmetros isocinéticos da força muscular nos membros inferiores. **Material e métodos:** A amostra foi composta de 12 atletas seniores masculinos (30,3 ± 3,8 anos; 70,2 ± 4,4 kg; 177,5 ± 5,4 cm; IMC 22,3 ± 0,6 e percentagem de gordura corporal 6,7 ± 1,9%). Foram avaliadas a impulsão vertical (SCM e SE), potência anaeróbia láctica (WingateTest), força muscular em dinamómetro isocinético (velocidades angulares 90°/s e 360°/s), potência aeróbia máxima (tapete rolante). Utilizou-se a estatística descritiva, teste T de Student para medidas repetidas e coeficiente de correlação de Spearman. **Resultados:** Foram encontradas correlações

entre a massa corporal dos triatletas e a potência média ( $r = 0,57$ ,  $p = 0,05$ ) e máxima ( $r = 0,59$ ,  $p = 0,04$ ) obtidas no teste de Wingate. A potência média (relativa à massa corporal) correlacionou-se com os valores dos torques máximos concêntricos da articulação do joelho à 90°/s ( $r = 0,683$ ,  $p = 0,014$ ) e 360°/s ( $r = 0,622$ ,  $p = 0,031$ ). Os triatletas revelaram diferenças de 5,5% ( $p = 0,000$ ) na razão I/Q à 360°/s e de 7,3% ( $p = 0,001$ ) e 9,9% ( $p = 0,002$ ) nos torques máximos concêntricos à 90°/s e 360°/s, respectivamente. **Conclusão:** Triatletas portugueses possuem perfis similares aos dos triatletas internacionais e evidenciam diferenças nos parâmetros isocinéticos da força muscular nos membros inferiores.

**Palavras-chave:** atletas, triathlon, potência anaeróbia, potência aeróbia, dinamómetro.

Recebido em 10 de março de 2013; aceite em 16 de abril de 2013.

**Endereço para correspondência:** Faber Sérgio Bastos Martins, Instituto de Estudos Superiores de Fafe, Rua Universitária, Apartado 178, 4824-909 Medelo Portugal, E-mail: fabermartins@iesfafe.pt, jmsoares@fade.up.pt

---

## Abstract

**Objective:** To analyze the anthropometric and physiological profile of Portuguese triathletes and to evaluate the parameters of isokinetic muscle strength in the lower limbs. **Methods:** The sample was composed of 12 male senior athletes ( $30.3 \pm 3.8$  years,  $70.2 \pm 4.4$  kg,  $177.5 \pm 5.4$  cm, BMI  $22.3 \pm 0.6$  and fat mass  $6.7 \pm 1.9$  %). We evaluated the vertical jump (SCM and SE), lactic anaerobic power (Wingate Test), muscle strength on an isokinetic dynamometer (angular velocity  $90^\circ/s$  and  $360^\circ/s$ ) and maximal aerobic power (treadmill protocol). We used descriptive statistics, Student t test for repeated measures and Spearman correlation coefficient. **Results:** We found correlation between the body mass of triathletes and average power ( $r = 0.57$ ,

$p = 0.05$ ) and maximum ( $r = 0.59$ ,  $p = 0.04$ ) obtained in the Wingate test. The average power (relative to body mass) correlated with the values of peak torques concentric knee joint at  $90^\circ/s$  ( $r = 0.683$ ,  $p = 0.014$ ) and  $360^\circ/s$  ( $r = 0.622$ ,  $p = 0.031$ ). The triathletes revealed differences of 5.5% ( $p = 0.000$ ) in the ratio I/Q to  $360^\circ/s$  and 7.3% ( $p = 0.001$ ) and 9.9% ( $p = 0.002$ ) in concentric peak torque at  $90^\circ/s$  and  $360^\circ/s$ , respectively. **Conclusion:** Portuguese triathletes have similar profiles to those of international triathletes and show differences in parameters and isokinetic muscle strength in the lower limbs.

**Key-words:** athletes, triathlon, anaerobic power, aerobic power, dynamometer.

## Introdução

A realização de esforços prolongados pressupõe a contribuição de uma diversidade de fatores, os quais exercem influência relevante na capacidade de prestação do atleta, podendo as exigências metabólicas variar em função da intensidade e duração do esforço.

O triathlon contempla a combinação de três disciplinas (natação, ciclismo e corrida), realizadas de forma contínua em regime aeróbio e conjugadas com duas transições, exigindo dos seus praticantes o desenvolvimento da capacidade aeróbia [1,2]. Adicionalmente, em virtude da natureza do esforço predominante nas provas de triathlon, o qual se traduz numa exigência acentuada do metabolismo oxidativo, observam-se elevados valores de consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ) e limiar anaeróbio ( $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$  e %  $VO_{2max}$ ) [3-5].

Neste sentido, importa salientar que simultaneamente ao processo de treino corretamente delineado, o qual permite o desenvolvimento das adaptações conotadas com o aumento do rendimento, o perfil antropométrico se apresenta como fator intrínseco determinante, possibilitando uma elevada eficiência mecânica nas modalidades cíclicas referidas [6]. A substantivar, refere-se a correlação significativa entre a percentagem de gordura corporal e a performance obtida pelos atletas de triathlon durante os Jogos Olímpicos [7], enquanto nas provas de ciclismo profissional,

a massa corporal do ciclista pode responder por uma variabilidade de 15 a 20% na performance obtida [8]. A contribuição da aptidão aeróbia no desempenho de uma tarefa de carácter anaeróbio (potência anaeróbia máxima e capacidade anaeróbia) está bem estabelecida, sendo a sua correspondência de génese variável, podendo a participação dos diferentes sistemas energéticos estar associada à metodologia de treino e ao período de treino no qual o atleta se encontra [9].

Acresça-se que a deterioração da potência e força musculares, expressas na redução dos valores de força explosiva, está de acordo com a especificidade das adaptações do músculo esquelético induzida pelas cargas regulares e sistemáticas do treino de duração prolongada [10]. Não obstante, o padrão motor de uma determinada atividade físico-desportiva poderá exercer uma influência significativa no perfil funcional do atleta. Neste sentido, a força muscular constitui um componente fundamental no desempenho desportivo, onde a correta funcionalidade dinâmica dos músculos estabilizadores das articulações se mostra determinante na prevenção das lesões dos diversos tecidos [11].

Todavia, importa aduzir o facto da suscetibilidade às lesões se mostrar aumentada quando diagnosticados desequilíbrios musculares na razão agonista/antagonista, em particular quando mensurados níveis de força muscular a baixas velocidades angulares em dinamómetro isocinético [11,12]. Em conformidade com os pressupostos

anteriormente referidos, suscita o interesse por conhecer o perfil fisiológico dos atletas praticantes de triathlon, o que possibilita uma melhor compreensão das respectivas variáveis intervenientes na otimização da performance.

## Material e métodos

### Amostragem

A amostra foi constituída por 12 atletas masculinos integrantes da Federação Portuguesa de Triathlon, com idade média de  $30,3 \pm 3,8$  anos, massa corporal de  $70,2 \pm 4,4$  kg, estatura corporal de  $177,5 \pm 5,4$  cm, índice de massa corporal de  $22,3 \pm 0,8$  e percentagem de gordura corporal  $6,7 \pm 1,9\%$ .

### Procedimentos

- *Antropometria* - Para a determinação da estatura, massa e percentagem de gordura corporal dos atletas foram utilizados o estadiômetro (modelo Rudolf Martin) e a balança digital de bioimpedância (modelo Tanita TBF 305), respectivamente.
- *Avaliação da impulsão vertical* - Foram utilizadas as técnicas de salto vertical máximo com contramovimento (SCM) e a partir de uma posição estática (SE). Os testes foram realizados sobre uma plataforma resistiva conectada a um timer digital ( $\pm 0,001s$ / ergojump) (Digitest OY, Muurame, Finland), sendo o tempo de voo (TV) durante o salto e a altura atingida pelo centro de gravidade determinados através da equação:  $h = gxTV^2/8$  [13].
- *Avaliação da potência anaeróbia máxima* - Foi adotado o Wingate Anaerobic Cycle Test (WAnT), com duração total de 30 segundos e uma carga correspondente à  $75$  g/kg de massa corporal do atleta, sendo registados os indicadores: Potência Máxima (Wmax), Potência Média (Wmed), Potência Mínima (Wmin), expressos em termos absolutos (Watts) e relativos a massa corporal (Watts/kg) do triatleta avaliado e o Índice de Fadiga (IF%).
- *Avaliação isocinética da força muscular nos membros inferiores* - Foi determinada através

do dinamómetro isocinético Biodex™ System 2, sendo mensurados os valores dos torques máximo e mínimo concêntricos dos músculos extensores e flexores da articulação do joelho, trabalho total realizado, potência média obtida nas velocidades angulares de  $90^\circ/s$  ( $1,57$  rad/s) e  $360^\circ/s$  ( $6,28$  rad/s). Os triatletas foram posicionados e estabilizados no dinamómetro, de forma a prevenir eventuais movimentos acessórios, sendo o eixo de rotação do aparelho alinhado com a parte lateral do côndilo femoral e o braço de alavanca ajustado e fixado acima dos maléolos. Inicialmente foram avaliados os índices de força muscular durante a extensão e flexão do joelho à velocidade angular de  $360^\circ/s$ , sendo realizadas 5 repetições máximas com cada membro. A seguir ao intervalo de recuperação de 5 minutos, foi realizada a segunda avaliação, onde os triatletas efetuaram uma série de 20 repetições máximas de extensão/flexão do joelho, agora a velocidade angular de  $90^\circ/s$ .

- *Avaliação da potência aeróbia máxima ( $VO_{2max}$ )* - Foi utilizado o protocolo contínuo com velocidades crescentes, com velocidade inicial de  $2,6m/s$  e o respectivo patamar de 2 minutos [14]. O coeficiente de inclinação do tapete foi mantido em zero (0%) durante toda a avaliação. Os demais patamares tinham a duração de 1 minuto e o acréscimo de velocidade de  $1m/s$  por patamar. O consumo de oxigénio foi avaliado através do analisador de trocas respiratórias Cortex: Metalyser 3B. O limiar anaeróbio (Lan) foi determinado pelo método ventilatório V-Slope ( $VCO_2$  vs  $VO_2$ ) através do Software Meta Soft 2.6. Foram utilizadas como medidas descritivas a média e o desvio-padrão. A comparação das médias dos indicadores funcionais e fisiológicos foi efectuada através do Teste T de Student para medidas repetidas. Para verificar os níveis de associação entre as variáveis investigadas no estudo, recorreu-se ao coeficiente de correlação de Spearman. Os níveis de significância foram mantidos em 5% ( $p < 0,05$ ). Os procedimentos estatísticos foram tratados e analisados nos programas Excel™ 2000 e SPSS™ 16.0.

## Resultados

**Tabela I** - Avaliação do teste de impulsão vertical no salto com contramovimento (SCM) e salto estático (SE).

Triatletas	SCM	SE
X ± Dp	31,0 ± 2,8	30,7 ± 1,9

Verificou-se um valor médio ligeiramente superior na avaliação do salto com contramovimento (31,0 ± 2,8 vs 30,7 ± 1,9 cm), embora a diferença entre os respectivos valores obtidos no teste de impulsão vertical não se mostrou estatisticamente significativa ( $t = 0,295$ ,  $p = 0,773$ ).

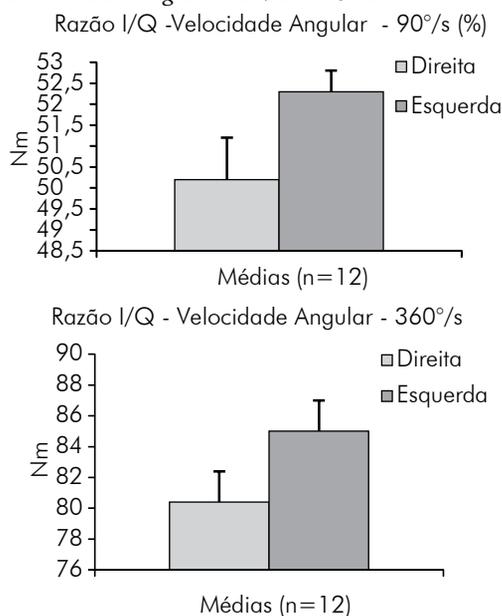
Observou-se que os valores referentes à potência máxima absoluta e relativa foram  $730 \pm 68,7$  W e  $10,2 \pm 0,9$  Watts/kg, respectivamente. Inerentes aos registros da potência média absoluta e relativa, verificaram-se os valores  $578,5 \pm 80,8$  Watts e  $8,1 \pm 1,3$  Watts/kg, respectivamente. O índice de fadiga (IF), mensurado em termos percentuais, registou como valor médio  $36,6 \pm 8,1\%$ .

Verificou-se, à velocidade angular de  $90^\circ/s$ , uma diferença significativa  $7,3\%$  ( $t = 4,842$ ,  $p = 0,001$ ) do torque máximo concêntrico da articulação do joelho direito em relação ao joelho esquerdo ( $181,1 \pm 9,9$  vs  $169,0 \pm 14,2$  Nm, respectivamente). Igualmente notória e consequentemente significativa, a diferença de  $9,9\%$  ( $t = 3,925$ ,  $p = 0,002$ ) constatada entre os valores registados pelos músculos extensores da articulação do joelho direito em relação ao joelho

esquerdo ( $106,6 \pm 12,3$  vs  $97,0 \pm 12,8$  Nm, respectivamente) a velocidade angular de  $360^\circ/s$ .

Embora registados valores superiores para a flexão da articulação do joelho direito em relação ao joelho esquerdo, as velocidades angulares de  $90^\circ/s$  e  $360^\circ/s$  importa aduzir a ausência da relevância estatística nas respectivas diferenças bilaterais de  $6,9\%$  ( $t = 2,133$ ,  $p = 0,056$ ) e  $7\%$  ( $t = 0,833$ ,  $p = 0,422$ ).

**Figura 1** - Valores (%) da razão da força muscular Isquiotibiais/Quadriceps (I/Q) dos triatletas avaliados às velocidades angulares de  $90^\circ/s$  e  $360^\circ/s$ .



**Tabela II** - Valores de potência máxima ( $W_{max}$ ), potência média ( $W_{med}$ ), potência mínima ( $W_{min}$ ) e índice de fadiga (IF %) obtidos no Teste Wingate.

Triatletas	W(max)	Wmax/ kg	W(med)	Wmed/kg	W(min)	Wmin/kg	IF (%)
X ± Dp	730 ± 68,7	10,2 ± 0,9	578,5 ± 80,8	8,1 ± 1,3	461,3 ± 97,1	6,5 ± 1,7	36,6 ± 8,1

**Tabela III** - Valores do torque máximo concêntrico (Nm) do músculo quadríceps dos triatletas avaliados às velocidades angulares de  $90^\circ/s$  e  $360^\circ/s$ .

Triatletas	Dir. ( $90^\circ/s$ )	Esq. ( $90^\circ/s$ )	Dir. ( $360^\circ/s$ )	Esq. ( $360^\circ/s$ )
X ± Dp	181,1 ± 9,9	169 ± 14,2	106,6 ± 12,3	97 ± 12,8

**Tabela IV** - Valores do torque máximo concêntrico (Nm) dos músculos isquiotibiais dos triatletas avaliados às velocidades angulares de  $90^\circ/s$  e  $360^\circ/s$ .

Triatletas	Dir. ( $90^\circ/s$ )	Esq. ( $90^\circ/s$ )	Dir. ( $360^\circ/s$ )	Esq. ( $360^\circ/s$ )
X ± Dp	93,6 ± 14,4	89,2 ± 14,2	84,3 ± 12,6	82,4 ± 13,6

A razão I/Q apresentou, à velocidade angular de 90°/s, uma diferença bilateral não significativa de 4,1% ( $t = -1,260$ ,  $p = 0,234$ ). Todavia, quando mensurada a velocidade de 360°/s, registrou-se uma diferença estatisticamente significativa de 5,5% ( $t = -4,947$ ,  $p = 0,000$ ) no grupo de triatletas avaliados.

**Tabela V** - Valores de consumo máximo de oxigênio absoluto (l/min) e relativo (ml/kg/min) obtidos no protocolo de mensuração do  $VO_{2max}$  realizado em tapete rolante.

Triatletas	Consumo Máximo de Oxigênio ( $VO_{2max}$ )	
	Absoluto (l/min)	Relativo (ml/kg/min)
$\bar{X} \pm Dp$	$4,5 \pm 0,6$	$64,9 \pm 7,7$

## Discussão

Os indicadores antropométricos avaliados mostram que os dados obtidos corroboram resultados de estudos anteriores realizados com propósitos similares e análogas amostras [6,7,15]. Em linha de convergência, importa referir a similaridade dos valores referentes a massa corporal dos triatletas com os valores médios registrados por ciclistas contra-relogistas de elevada performance [16].

A substantivar, salienta-se a significativa correlação entre a massa corporal dos triatletas e os valores de potência máxima ( $r = 0,57$ ,  $p = 0,05$ ) e potência média ( $r = 0,59$ ,  $p = 0,4$ ), obtidos na avaliação da capacidade anaeróbia em cicloergômetro, corroborando a influência deste indicador antropométrico na performance do Wingate Test [17].

O valor médio registrado na estatura corporal encontra-se ligeiramente inferior ao reportado por estudos similares com triatletas de elite [3,6,7]. Evidências apresentadas em estudos com triatletas parecem demonstrar a vantagem de uma maior estatura corporal quando da realização de esforços de modalidades cíclicas como a natação e a corrida [18].

Neste sentido, e nas provas de triathlon em particular, ao adotarmos como constante a aplicação das forças, os segmentos corporais maiores permitem uma maior amplitude dos movimen-

tos, reduzindo no segmento a frequência gestual para uma determinada velocidade, fato que resulta numa maior economia de esforço para os respectivos valores de consumo de oxigênio e concentração de lactato sanguíneo [19].

Em conformidade com o postulado pelos referidos autores, uma elevada frequência gestual implica num aumento mais pronunciado das concentrações de lactato, evidenciando, desta forma, a importância de retardar os efeitos da fadiga através de uma maior eficiência motora atribuída a vantagem antropométrica do atleta.

Adicionalmente, a contribuição de um maior segmento corporal representa um importante fator intrínseco na economia de movimento, o qual se traduz numa vantagem hidrodinâmica em nadadores, onde uma elevada razão envergadura/altura e elevada razão diâmetro bi-acromial/diâmetro bi-cristal constitui um menor coeficiente de arrasto, otimizando a performance na natação [6].

De acordo com Swain [8], um atleta de estatura superior possui uma vantagem nas provas de potência, podendo beneficiar-se da utilização de desmultiplicações mais elevadas a altas rotações no ciclismo, embora dada a sua maior superfície corporal, acresça a sua respectiva resistência ao deslocamento. Os reduzidos valores de percentagem da gordura corporal registrados no presente estudo corroboram os valores encontrados em triatletas internacionais de elevada prestação [6,7,15,18], valorizando funcionalmente o poder diferenciador deste indicador antropométrico em atletas de esforços prolongados.

Uma elevada percentagem de gordura corporal resulta no aumento do isolamento térmico corporal do atleta, implicando num aumento da temperatura interna, o que resulta numa resposta hemodinâmica de forma a desviar um maior fluxo para a superfície cutânea, reduzindo a perfusão sanguínea para o tecido ativo e conseqüente redução da performance aeróbia [18].

Face aos dados registrados na avaliação da impulsão vertical dos triatletas e tendo por referência os valores obtidos com atletas das respectivas modalidades singulares, observa-se que os valores médios dos saltos SCM e SE são inferiores aos encontrados em corredores de meio-fundo curto ( $38,3 \pm 5,2$  cm e  $36,0 \pm 3,6$  cm, respectivamente).

te) sendo, no entanto, mais elevados quando comparados com atletas de elite das provas de meio-fundo longo ( $27,6 \pm 2,7$  cm e  $25,7 \pm 2,7$  cm, respectivamente).

Estes resultados nos permitem sugerir que os triatletas podem possuir valores superiores aos atletas do meio-fundo longo em resposta a exigência imposta pelo treino de ciclismo que, sendo um exercício concêntrico na sua totalidade, requer constantes alterações nos padrões de recrutamento das fibras musculares, o que provavelmente resulta numa maior solicitação das fibras musculares de contração rápida. Nesta perspectiva, Komi *et al.* [20] referem que corredores das provas de meio-fundo curto apresentam uma maior percentagem de fibras de contração rápida (47,8%) comparativamente aos corredores do meio-fundo longo (34,6%). Adicionalmente, a avaliação da força explosiva pode também ser estudada através do chamado índice de elasticidade ( $\Delta h$ ) que resulta da diferença encontrada a partir dos valores obtidos no SCM e SE, o qual nos permite conhecer o potencial elástico dos músculos.

Os dados registados pelos triatletas nos respectivos saltos evidenciam um valor de  $\Delta h$  baixo (0,3), podendo este dever-se a uma possível deterioração dos níveis de força muscular em consequência da especialização competitiva, centrada nas sucessivas cargas de treino de corrida contínua em regime aeróbio que, pela sua duração e periodicidade, reflecte-se na diminuição significativa das qualidades contráteis explosivas das fibras musculares [21].

Em sintonia com o resultado de estudos anteriores [22], em que foi avaliada a contribuição dos diferentes segmentos corporais na elevação do centro de gravidade do corpo humano, foi evidenciada no presente estudo uma correlação moderada ( $r = 0,587$ ,  $p = 0,045$ ) entre os valores registados do salto SCM e o torque máximo concêntrico da articulação do joelho à velocidade de  $90^\circ/s$ . A referida correlação parece justificar-se no fato do movimento de extensão da articulação do joelho contribuir com 56% da velocidade do salto, influenciando de forma significativa o seu desempenho [22].

A análise atinente à avaliação da capacidade anaeróbia láctica, mensurada em cicloergómetro (Wingatetest), permite a constatação de uma simi-

litudo nos registos das potências máxima e média pelos presentes triatletas quando comparados com triatletas competitivos internacionais [23-25].

Foram encontradas correlações significativas entre o valor registado da potência média relativa à massa corporal dos triatletas e os valores referentes aos torques máximos concêntricos da articulação do joelho às velocidades angulares de  $90^\circ/s$  ( $r = 0,683$ ,  $p = 0,014$ ) e  $360^\circ/s$  ( $r = 0,622$ ,  $p = 0,031$ ), corroborando assim os resultados obtidos em estudos similares com atletas de outras modalidades desportivas [26,27].

A literatura mostra-se concordante no que respeita a possibilidade acrescida de uma irregularidade muscular e conseqüente aumento do risco de lesões articulares, musculares e tendinosas, quando mensuradas diferenças bilaterais de força muscular superiores a 15% [28,29].

Pese embora uma leitura de valores que possam realçar o carácter bilateral na presente amostra, não se vislumbrou a constatação de diferenças estatisticamente significativas, estando os resultados obtidos inseridos nos valores de referência sugeridos pelos autores. Neste sentido, importa considerar que as diferenças bilaterais da força muscular assim como a relação I/Q estão relacionadas com as exigências particulares dos respectivos desportos, podendo o padrão motor de uma determinada modalidade exercer uma influência relevante no perfil funcional do atleta [29]. Relativamente à razão I/Q, mensurada as velocidades angulares de  $90^\circ/s$  e  $360^\circ/s$ , salienta-se que os valores registados encontram-se em consonância com os valores de referência contemplados na literatura [29].

No âmbito da avaliação da potência máxima aeróbia ( $VO_{2max}$ ) realizada em ergómetro (tapete rolante), o valor médio obtido pelos triatletas ( $64,9 \pm 7,7$  ml/kg/min) corrobora os resultados de triatletas internacionais masculinos competitivos [30-32], embora se mostre inferior aos valores médios encontrados em triatletas de elite de provas olímpicas [7,33,34].

O  $VO_{2max}$  constitui um importante preditor da performance em provas de corrida, apresentando uma elevada correlação com o tempo final em provas de triathlon [2,4,7,18]. Todavia, no que concerne à performance em esforços prolongados, os indicadores respirató-

rios, circulatórios e metabólicos, determinados a intensidades submáximas, mostram-se mais sensíveis, reforçando assim o limiar anaeróbio como um critério mais consistente na avaliação da resistência de média e longa duração [35,36]. A consubstanciar este papel de preditor da performance, estudos realizados com triatletas e corredores fundistas de elite revelaram elevadas correlações entre o limiar anaeróbio e a prestação competitiva [30,37,38].

O Limiar anaeróbio ventilatório ( $L_{an_{vent}}$ ), mensurado em termos percentuais do  $VO_{2max}$ , registrou um valor médio de 85,4%, reforçando os dados encontrados em estudos anteriores realizados com triatletas e corredores de elite de diferentes distâncias [39-42]. Em linha de convergência, refere-se que a uma intensidade de esforço entre 80-88%  $VO_{2max}$ , atletas que possuem limiar anaeróbio inferior deplecionam uma maior taxa de glicogénio muscular, o que se traduz numa concentração de lactato duas vezes superior a verificada em atletas com um registo de *steady-state* do lactato mais elevado [43].

Todavia, perante o fenómeno conflitual da determinação do limiar anaeróbio pelo método ventilatório, é provável que a comparação dos nossos resultados com outros estudos que avaliaram o respectivo indicador em triatletas, apresente limitações devido ao fato de terem sido adotadas diferentes metodologias para sua determinação. Destarte, os pressupostos de determinação do ponto de inflexão do rácio  $VE/VO_2$  e respectivo protocolo de determinação do  $L_{an_{vent}}$ , a performance durante o segmento da corrida é provavelmente o fator de maior importância no sucesso de uma prova de triathlon, sendo a sua correlação com o tempo total de prova significativamente elevada [7].

## Conclusão

O presente estudo assevera a homogeneidade dos resultados relativos às variáveis antropométricas e fisiológicas entre triatletas portugueses e atletas internacionais de triathlon e das respectivas modalidades singulares referenciados na literatura, apesar de a capacidade de força explosiva, evidenciada nos saltos SE e SCM, mostrar-se reduzida. Os triatletas revelaram di-

ferenças bilaterais e desequilíbrios na razão I/Q na avaliação dos parâmetros isocinéticos da força muscular nos membros inferiores, embora estejam os respectivos valores inseridos nos critérios considerados adequados.

## Referências

1. Neumayr G, Pfister R, Mitterbauer G, H, Joanidis M, Hoernage H. Short-term effects of prolonged strenuous endurance exercise on the level of haematocrit in amateur cyclist. *International J Sports Med* 2002;23:158-61.
2. Basset FA, Boulay MR. Specificity of treadmill and cycle ergometer tests in triathletes, runners and cyclists. *Eur J Appl Physiol* 2003;81:214-21.
3. Bentley DJ, McNughton LR, Lamyman R, Roberts SP. The effects of prior incremental cycle exercise on the physiological responses during incremental running to exhaustion: relevant for sprint triathlon performance. *J Sports Sci* 2003;21:29-38.
4. Hue O. Prediction of drafted-triathlon race time from submaximal laboratory testing in elite triathletes. *Can J Appl Physiol* 2003;28(4):547-60.
5. Palazzetti S, Margaritis I, Guezennec, CY. Swimming and cycling overload training in triathlon has no effect on running kinematics and economy. *Int J Sports Med* 2005;26:193-9.
6. Ackland TR, Blanksby B, Landers, G, Smith D. Anthropometric profiles of elite triathlete. *J Sci Med Sport* 1998;1:53-6.
7. Landers G, Blanksby B, Ackland TR, Smith D. Morphology and performance of world championship triathletes. *Ann Hum Biol* 2000;27(4):387-400.
8. Swain D. The influence of body mass in endurance bicycling. *Med Sci Sport Exerc* 1994;26(1):58-63.
9. Bogdanis G, Nevill M, Bobis L, Hacomy H. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. *J Appl Physiol* 1996;80(3):876-84.
10. Driss T, Vandewalle H, Quivre J, Miller C, Monod H. Effects of external loading on power in a squat jump on a force platform: a comparison between strength and power athletes and sedentary individuals. *J Sports Sci* 2001;19(2): 99-105.
11. Kellis E. Quantification of quadriceps and hamstrings antagonist activity. *Sports Med* 1998;25(1):37-62
12. Aagaard PS, Simonsen E, Magnusson S, Larsson B, Dyhre-Poulsen P. A new concept for isokinetic

- hamstring/quadriceps muscle strength ratio. *American J Sports Med* 1998;26(2):231-7.
13. Bosco C, Luhtanen P, Kpmi P. A simple method measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Applied Physiol* 1983;50:273-82.
  14. Billat V, Renoux J, Pinoteau J, Petit B, Koralsztejn. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO<sub>2</sub>max and modeling of the time-limit/velocity relationship in elite long distance runners. *Eur J Appl Physiol* 1994c;69:271-3.
  15. Millet P, Dréano P, Bentley. Physiological characteristics of elite short and long distance triathletes. *J Appl Physiol* 2003;88:427-30.
  16. Lucia A, Joyos H, Chicharro J. Physiological responses to professional road cycling: climbers vs time trialists. *Int J Sports Med* 2000;21:505-12.
  17. Uçok K, Gokbel H, Okudan N. The load for wingate test: according to the body weight or lean body mass. *Eur J Gen Med* 2005;2(1):10-13.
  18. Sleivert G, Rowlands S. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Med* 1996;22(1):58-63.
  19. Titel K, Wutscherk H. Anatomical and anthropometric fundamentals of endurance. In: Shephard RJ, Astrand PO. *Endurance in Sports*. London: Blackwell; 1992.p. 35-45.
  20. Komi P, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by man and women. *Med Sci Sports* 1978;10(4):261-5.
  21. Ono M, Miyashita M, Asami T. Inhibitory effect of long distance running training on the vertical jump and other performances among aged males. In: Komi PV editor. *Biomechanics V*. Baltimore: MD University Park; 1976.
  22. Luhtanen P, Komi PV. Segmental contribution to forces in vertical jump. *Eur J Appl Physiol* 1978;38:181-8.
  23. Peveler W, Bishop P, Smith J, Richardson M. Effects of training in aero position on anaerobic power output. *J Exerc Physiol* 2004;7(5):52-6.
  24. Too D. The effect of trunk angle on power production in cycling. *Res Q Exerc Sport* 1997;65(4):308-15.
  25. Heil DP, Derrick TK, Whitlesey S. The relationship between preferred and optimal positioning during submaximal cycle ergometry. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1997;75(2):160-5.
  26. Koninckx E, Leemputte M, Hespel P. Effect of isokinetic cycling vs weight training on maximal power output and endurance performance in cycling. *Eur J Appl Physiol* 2010;109(4):699-708.
  27. Garrandes F, Colson S, Pensini M, Seynnes O, Legros P. Neuromuscular fatigue profile in endurance-trained and power-trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(1):149-58.
  28. Aagaard P, Simonsen EB, Beyer N, Larsson B, Magnusson SP. A new concept of isokinetic hamstring/quadriceps muscle strength ratio. *Am J Sports Med* 1998;26(2):231-7.
  29. Brown L. *Isokinetics in human performance*. Champaign: Human Kinetics; 2000.
  30. Denadai BS, Piçarro I, Russo. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio determinados em testes de esforço máximo, na esteira rolante, bicicleta ergométrica e ergômetro de braço, em triatletas brasileiros. *Rev Paul Educ Fís* 1994;8(1):49-57.
  31. Laursen PB, Rhodes C. Factors affecting performance in an ultra-endurance triathlon. *Sports Med* 2001;31(3):195-209.
  32. Vercruyssen F, Brisswalter J, Hausswirth C, Bernard O, Vallier JC. Influence of cycling cadence on subsequent running performance in triathletes. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(3):530-6.
  33. Sleivert G, Rowlands D. Physical and physiological factors associated with success in the triathlon. *Sports Med* 1996;22(1):8-18.
  34. Hue O. Prediction of drafted-triathlon race time from submaximal laboratory testing in elite triathletes. *Can J Appl Physiol* 2003;28(4):547-60.
  35. Heck H, Mader A, Hess G, Muller R, Hollmann W. Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* 1985;6:117-30.
  36. Pate RR, Macera CA, Bailey SP. Physiological, anthropometric and training correlates of running economy. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:1128-33.
  37. Jones A, Doust J. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. *Med Sci Sports Exerc* 1998;1299-306.
  38. Hausswirth C, Lehénaff D. Physiological demands of running during long distance runs and triathlons. *Sports Med* 2001;31(9):679-89.
  39. De Vito G, Sproviero E, Figura F. Decrease of endurance performance during Olympic triathlon. *Int J Sports Med* 1995;16:24-28.
  40. Kumagai S, Nishizumi M, Tanaka K. Lactate threshold and distance running performance. *J Human Ergology* 1987;58(4):1281-4.
  41. Billat V, Mille-Hamard L, Koralsztejn J. The role of cadence on the VO<sub>2</sub>max slow component in cycling and running triathletes. *Int J Sports Med* 1999; 20:429-37.
  42. Nicholson R, Sleivert G. Indices of lactate threshold and their relationship with 10km running velocity. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(2):339-42.
  43. Brooks GA. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. *Med Sci Sports Exerc* 1985;17:6-21.
-