

... a menor da observada relaciona-se com o ...
... a ... quando acoplado à Aquatrainer® ...
... a ... muito reduzido do que em ...



Fig. 1. Condicionamento em modo contraincêr e modo livre.

CONCLUSÕES
... a válvula Aquatrainer® induz ...
... significativos na ...
... durante uma prova máxima em ...
... a cinemática da técnica. Braços não ...
... diferenças significativas, apesar de ...
... uma tendência para a subestimação ...
... das variáveis analisadas. Assim, ...
... as principais restrições impostas ...
... ocorrerão noutras fases da ...
... e momento da partida e da ...

BIBLIOGRAFIA

[1] ... Y. Kaura, H. Direct linear ...
... into object ...
... photogrammetry. In: Proceedings of ...
... photogrammetry. Church Falls. ...
[2] ... Keskinen EL, Fernandes RJ, Colaço P, ...
... Energy cost and intracyclic variation ...
... butterfly stroke. *Eur J Ap* ...
[3] ... Lara F, Portela A, Novais D, Machado ...
... Fernandes RJ, Keskinen EL, Vilas- ...
... swimming velocity ...
... competitive swimming strokes. In ...
... Marques A (eds). Porto: Portuguese ...
[4] ... Keskinen EL, Fernandes RJ, Vilas-Boss JP. ...
... energy cost of elite ...
[5] ... Lima AH, Gonçalves P, Morouço P, Silva ...
... Vilas-Boss JP. Videogrammetrically and ...
... variations of the ...
[6] ... Søren L, Ishihara H, Boudeteix L, Carter M. ...
... coordination in flat breaststroke; 25: 486- ...

[7] ... V. ... V. ... a comparison of ...
... with ...
[8] ... D. ... D. ...
[9] ... A. ... R. ...
[10] ... F. ...
[11] ... R. ...
[12] ... F. ...
[13] ... R. ...
[14] ... R. ...
[15] ... R. ...
[16] ... R. ...
[17] ... R. ...
[18] ... R. ...
[19] ... R. ...
[20] ... R. ...
[21] ... R. ...
[22] ... R. ...
[23] ... R. ...
[24] ... R. ...
[25] ... R. ...
[26] ... R. ...
[27] ... R. ...
[28] ... R. ...
[29] ... R. ...
[30] ... R. ...
[31] ... R. ...
[32] ... R. ...
[33] ... R. ...
[34] ... R. ...
[35] ... R. ...
[36] ... R. ...

3.3 EFICIÊNCIA DE NADO

A Fig. 3 apresenta a \dot{v} nas duas condições de exercício. Em ambas as situações, a \dot{v} de braços caracteriza-se por um perfil bimodal. Um primeiro pico está relacionado com a acção propulsiva dos membros superiores e o segundo pico com a acção propulsiva dos membros inferiores [5, 9]. Ainda assim, constata-se que a diminuição da v entre a acção dos membros superiores e inferiores é menos nítida e com uma maior dispersão de valores durante o nado constrangido. Isto poderá relacionar-se com diferentes estratégias de sincronização inter-segmentares durante esse tipo de nado, possivelmente por influência do equipamento.

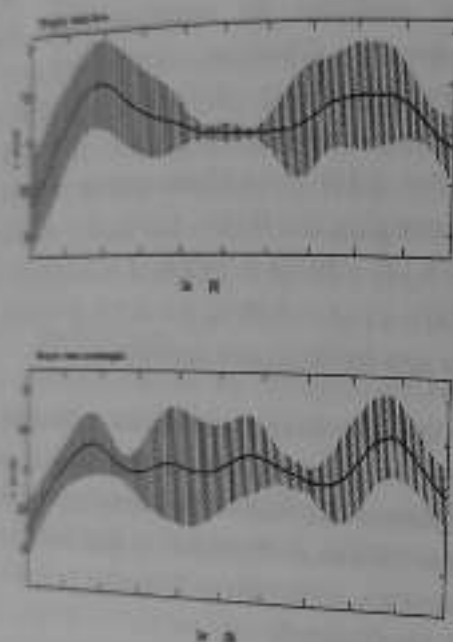


Fig. 3 Variação intra-cíclica da velocidade horizontal do centro de massa a braços em nado constrangido e nado livre.

A tabela 1 descreve os modelos matemáticos com melhor ajuste para a descrição da \dot{v} . Ambas as regressões apresentaram significado estatístico. Os coeficientes de determinação foram moderados ($0.37 < R^2 < 0.47$). Este resultado pode ser explicável pelo facto de cada brucista optar individualmente por um deslize mais ou menos acentuado [6, 15]. A relação entre curvas médias e curvas individuais está na base da discussão entre a perspectiva universalista versus a perspectiva

individual aquando da análise de dados. As curvas médias, produzidas de acordo com a perspectiva universalista, expressam variáveis intra-individuais que são parâmetros para a maioria dos sujeitos estudados. Para o efeito, toma-se como pressuposto a não variabilidade inter-individual e é reforçada a importância do valor modal ou normativo. Nesta circunstância, os valores individuais são tidos como variâncias residuais sem significado para o valor médio. Consequentemente, a precisão da estimativa aumenta e o coeficiente de determinação diminui na proporção directa das variações intra-individuais.

Tabela 1. Modelos matemáticos descritivos da variação intra-cíclica da velocidade horizontal do centro de massa em nado constrangido e nado livre.

| Nado | Equação | R^2 | R_{adj}^2 | F | p |
|--------|---|-------|-------------|--------|-------|
| Livre | $Y = 0.714 + 0.128 \cdot X - 0.002 \cdot X^2 - 1.689E-4 \cdot X^3 + 6.646E-6 \cdot X^4 - 1.026E-7 \cdot X^5 + 7.61E-10 \cdot X^6 - 2.264E-12 \cdot X^7$ | 0.37 | 0.35 | < 0.01 | 0.001 |
| Constr | $Y = 0.875 + 0.123 \cdot X - 0.005 \cdot X^2 + 6.84E-5 \cdot X^3 - 9.79E-7 \cdot X^4 + 4.092E-8 \cdot X^5 + 4.561E-10 \cdot X^6 - 1.735E-12 \cdot X^7$ | 0.47 | 0.45 | < 0.01 | 0.001 |

A Fig. 4 apresenta a comparação dos parâmetros adoptados para estimar a eficiência entre as duas condições de exercício. O \dot{N} ($\Delta = -13.94\%$; $Z = -1.183$; $P = 0.24$) e a \dot{v} ($\Delta = -0.16\%$; $Z = -0.338$; $P = 0.74$) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Um elevado \dot{N} está fortemente associado a um menor custo energético [8]. Uma outra variável relacionada com um reduzido custo energético é uma menor \dot{v} [3]. Tal como no presente estudo, pelo menos um outro tinha verificado que a eficiência não era afectada significativamente com o nado constrangido [13]. A \dot{v} foi ligeiramente inferior durante o nado constrangido do que no nado livre. A \dot{v} apresenta uma relação polinomial (onde o coeficiente $a < 0$) com a v [3]. Quer isto dizer

as normalizações das curvas de $\dot{V}O_2$ em função do tempo foram efectuadas com recurso a SPSS (v. 12, MathWorks Inc., Natick, MA, EUA). Também foi calculada a velocidade pulmonar de grau 7 entre a velocidade horizontal do centro de massa e a velocidade horizontal ($P < 0.05$). Os modelos estatísticos baseiam-se em critérios estatísticos descritivos baseiam-se em critérios estatísticos descritivos (p.e., Akaike information, maximum likelihood e Schwarz Bayesian).

A normalidade (definida como $Y \sim N(\mu, \sigma^2)$) foi determinada pelo teste de Shapiro-Wilk. Dado o N reduzido ($N < 30$) e a ausência de hipótese nula (H_0), optou-se pela utilização de procedimentos não paramétricos, optando-se pela comparação de todas as variáveis dependentes entre as duas condições de exercício com recurso à estatística não paramétrica (Teste de Wilcoxon) para $P \leq 0.05$. Os valores de Z apresentados baseiam-se nos dados brutos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERFORMANCE

A Fig. 1 apresenta a comparação do $T100$ entre as duas condições de exercício. O $T100$ foi significativamente superior durante o nado constrangido do que em nado livre ($\Delta = 6.26\%$; $Z = -2.366$; $P = 0.02$). Sem a válvula, os atletas cumpriram os 100 metros em 109.09 $\pm 2.23\%$ do seu recorde pessoal e com a válvula $115.94 \pm 3.31\%$.

A prova de natação é decomposta em quatro fases: partida, nado, viragem e chegada. A utilização da AquaTrainer® poderá ter impacto em algum ou alguns momentos da prova, daí a diferença significativa na performance. Por exemplo, a duração e a frequência dos deslizes após partida e viragem em nado constrangido são fortemente afectados. Foi sugerido que o acoplamento a uma válvula aumentava a força de arrasto em 10% [13, 17]; afectando desde logo a v , caso a força propulsiva se mantenha com idêntica magnitude.

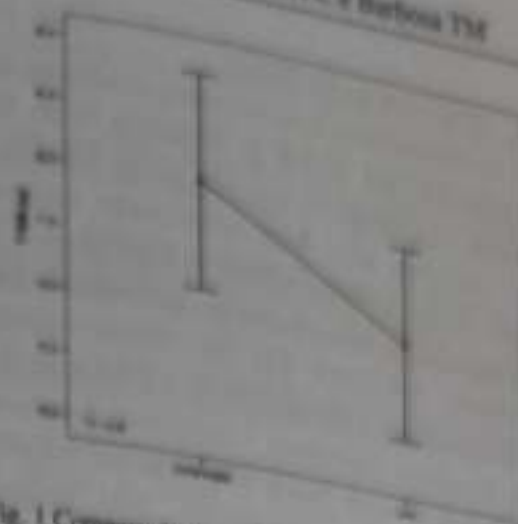


Fig. 1 Comparação da performance em nado constrangido e nado livre.

3.2 MECÂNICA DA BRAÇADA

A Fig. 2 apresenta a comparação dos parâmetros da mecânica da braçada entre as duas condições de exercício. Não se verificaram diferenças significativas em qualquer variável dependente. Contudo, verifica-se uma tendência para a FG ($\Delta = 3.36\%$; $Z = -1.214$; $P = 0.23$) ser superior no nado constrangido. Já o P ($\Delta = -3.24\%$; $Z = -1.472$; $P = 0.14$), a DC ($\Delta = -3.62\%$; $Z = -1.352$; $P = 0.18$) e a v ($\Delta = -5.98\%$; $Z = -0.745$; $P = 0.40$) tem uma tendência para diminuir.

De igual forma, os poucos estudos na literatura sobre esta matéria também não verificaram diferenças significativas [13] ao se nadar com uma "válvula de Tousaint", a qual tem uma geometria, volumetria e dimensões próximas da AquaTrainer®.

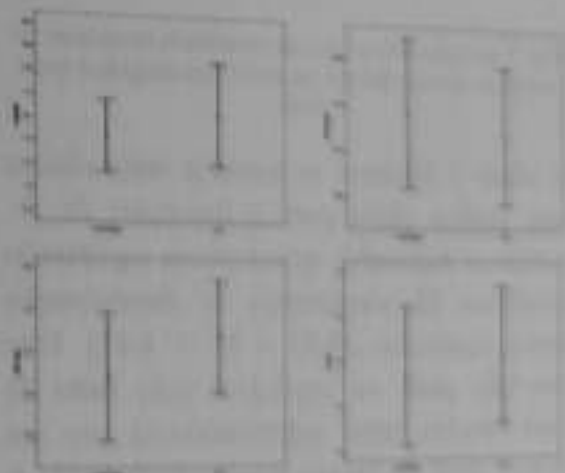


Fig. 2 Comparação da mecânica da braçada em nado constrangido e nado livre.

um dos setores do nado sendo a técnica de braço um dos mais estudados pela técnica clássica na área do Natação Para isso, a presente pesquisa tem como objetivo analisar a performance gestual completa, através de um teste de nado livre, a frequência de 50 Hz. Para ser possível a reconstrução das imagens milímetros 12 m² e 20 pontos. Retornar-se ao método de digitalização em pluma separada (subaquático) e subsequente reconstrução (superfície) do algoritmo 2D-DLT [11] de Zlatosky, adaptado por de Long [10] incluindo a divisão do tronco em 2 partes, sugerindo por Winter [18] com o mesmo método de digitalização-redigitalização foi muito bom (ICC = 0.98 ± 0.01). Determinar o desempenho desportiva a partir da imagem absoluta do teste (T100, N) (ii) a taxa de braçada com base no período de ciclo (P) a frequência gestual (FG, Hz), a distância a ciclo (DC, m), a velocidade de nado (V, m/s) (iii) a eficiência de nado estimando a taxa de nado (IN, m².s⁻¹.s⁻¹) como descrito por Castell al. [8] e a flutuação intra-cíclica da velocidade horizontal do centro de massa em cada movimento completo.

Assim sendo, o estudo teve como objetivo determinar o contraponto cinemático gerado pela submersão de treino Aquaturno® (Comand, Roma, Itália), integrada com o sistema portátil analisador de gases K4 b² (Comand, Roma, Itália), durante um esforço máximo na técnica de Braços.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 AMPLITUDE

Foram estudados sete atletas do sexo masculino (19.1 ± 4.3 anos de idade; 1.78 ± 0.62 m de estatura; 70.4 ± 8.0 kg de massa corporal; 69.10 ± 4.16 s de recorde pessoal nos 100 m Braços em piscina longa; 672.0 ± 115.04 pontos do ranking da FINA).

2.2 PROTOCOLO

O protocolo consistiu na realização de dois períodos a intensidade máxima de 100 m braços, em piscina de 50 metros: (i) um período em nado constrangido (i.e., com o sistema AquaTrainer® acoplado ao braço); (ii) outro em nado livre (i.e., sem o sistema acoplado). Foi tido um intervalo mínimo de 48 horas entre os dois testes. Em ambos os casos, a partida foi efectuada dentro de água, com um sensor braçista a ser avaliado de cada vez e a realizar sempre a viragem aberta para o lado da parede lateral. A ordem de realização dos períodos foi determinada de forma aleatória entre os diversos braçistas. Antes dos testes, cada braçista realizou um aquecimento individual e estandardizado.

2.3 RECOLHA DOS DADOS

Dois câmaras registaram respectivamente imagens aéreas (GR-SX1 SVHS, JVC, Yokohama, Japão) e subaquáticas (GR-SXM25 SVHS, JVC, Yokohama, Japão) no plano

sagital, a 25 metros da grande parede da piscina, a 10 metros da trajetória de deslocação braçista. Foi efectuada a digitalização do movimento gestual completo, através de um teste de nado livre, a frequência de 50 Hz. Para ser possível a reconstrução das imagens milímetros 12 m² e 20 pontos. Retornar-se ao método de digitalização em pluma separada (subaquático) e subsequente reconstrução (superfície) do algoritmo 2D-DLT [11] de Zlatosky, adaptado por de Long [10] incluindo a divisão do tronco em 2 partes, sugerindo por Winter [18] com o mesmo método de digitalização-redigitalização foi muito bom (ICC = 0.98 ± 0.01). Determinar o desempenho desportiva a partir da imagem absoluta do teste (T100, N) (ii) a taxa de braçada com base no período de ciclo (P) a frequência gestual (FG, Hz), a distância a ciclo (DC, m), a velocidade de nado (V, m/s) (iii) a eficiência de nado estimando a taxa de nado (IN, m².s⁻¹.s⁻¹) como descrito por Castell al. [8] e a flutuação intra-cíclica da velocidade horizontal do centro de massa em cada movimento completo.

2.4 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para determinação da forma calçada e coeficientes de variação da velocidade horizontal do centro de massa em cada movimento completo.

Todas as variáveis dependentes apresentadas como média ± 1 DP. A análise percentual (Δ) de acordo com a análise de variação também foi tomada em conta no comparção de cada uma das variáveis dependentes.

CONSTRANGIMENTO MECÂNICO PROVOCADO PELA VÁLVULA AQUATRAINER® ASSOCIADA AO SISTEMA DE OXIMETRIA DIRECTA (K4 B²) NA CINEMÁTICA DE BRUÇOS

Cláudio M¹, Rêis A^{2,3}, Rêis VM^{2,3}, Silva AJ^{2,3}, Garrido N^{2,3}, Louro H^{2,3}, Martinho DA^{2,3}, Baldaei C^{2,3} e
Barbosa TM^{2,3}

¹Departamento de Ciências do Desporto, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

²Centro de Investigação em Desporto, Saúde e Desenvolvimento Humano, Vila Real, Portugal

³Faculdade Superior de Desporto do Rio Minho, Instituto Politécnico de Santarém, Santarém, Portugal

⁴Departamento de Desporto, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal

⁵Departamento de Ciências da Saúde, Universidade de Roma, Roma, Itália

⁶Departamento de Desporto, Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, Portugal (barbosa@ipb.pt)

PALAVRAS-CHAVE: Natação pura, Bruços, nado constrangido, nado livre, cinemática

RESUMO: O estudo teve como objectivo determinar o constrangimento cinemático provocado pela utilização do sistema Aquatrainer® (Cosmed, Roma, Itália), integrada com o sistema portátil analisador aquático de nado K4 b² (Cosmed, Roma, Itália), durante um esforço máximo na técnica de Bruços. O grupo K4 b² (Cosmed, Roma, Itália), durante a realização de dois percursos à intensidade máxima de 100 m bruços, em piscina construída na realização de dois percursos com o sistema de oximetria acoplado e outro em nado livre (sem o sistema de S₂ metatr: um percurso com o sistema de oximetria acoplado e outro em nado livre (sem o sistema de S₂ metatr) e um intervalo mínimo de 48 horas por sete bruceiros. Duas câmaras registaram simultaneamente imagens aéreas e subaquáticas no plano sagital. Foi efectuada a análise cinemática *post-hoc* Performance Analysis System, Ariel Dynamics Inc., Califórnia, EUA) de um ciclo gestual total. Apesar de um leitor de vídeo a 50 Hz (Panasonic, AG 7355, Japão). A duração do teste foi superiormente superior quando acoplados à válvula do que em nado livre ($P = 0,02$). Sem a utilização de bruceiros cumpriram os 100 metros em 109.09 ± 2.23 % do seu recorde pessoal e com a utilização de bruceiros cumpriram os 100 metros em 115.94 ± 3.31 %. As restantes variáveis não apresentaram diferenças significativas entre as duas condições de exercício. Contudo, verifica-se uma tendência para a frequência gestual (3.56 % superior com a utilização da válvula; a distância de ciclo (-8.47 %), a velocidade de nado (-1.38 %), e índice de nado (-13.94 %), a flutuação da velocidade do centro de massa (-0.16 %) e, a perda de ciclo (-3.24 %) serem inferiores com a utilização da válvula. Em síntese, a válvula associada ao nado constrangimentos significativos na performance durante uma prova máxima em bruços.

1 INTRODUÇÃO

No domínio do desporto, presentemente, o analisador de gases portáteis K4 b² (Cosmed, Roma, Itália) é um dos mais usados em natação, assim como, no controlo e regulação do treino.

Com efeito, a sua utilização em Natação Pura Aquática é descrita em diversos artigos publicados nos últimos anos [p.e., 2-4, 14]. Na verdade o K4 b² foi acoplado a uma válvula de "Tousaint" [17]. Entretanto a utilização da válvula com o dito analisador foi

descrita como tendo uma boa validade e fiabilidade em diversos parâmetros fisiológicos [e.g., 12, 16].

No mercado também está disponível uma válvula respiratória para o meio aquático que é comercializada enquanto equipamento opcional do K4 b² e que se intitula de AquaTrainer® (Cosmed, Roma, Itália).

Contudo, na literatura não existe nenhum estudo analisando os efeitos desta válvula respiratória sobre a cinemática em qualquer