

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA

Luciano Costa Montone

**Avaliação direta do consumo de oxigênio em natação: necessidade
de ensino e aprendizagem da técnica com respiração restrita**

Porto Alegre
2016

Luciano Costa Montone

Avaliação direta do consumo de oxigênio em natação: necessidade de ensino e aprendizagem da técnica com respiração restrita

Trabalho de conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança para obtenção do título de Licenciado.

Orientador: Prof. Flávio Antônio de Souza Castro

Porto Alegre

2016

Agradecimentos

Aos meus pais, Alfonso e Annelise, pelo incalculável esforço para permitir que eu realizasse meus estudos em Porto Alegre.

Aos meus tios avós, Lelei, que me ensinou a nadar, e Carlos, por tudo que me oportunizaram.

Aos meus avós Rejane, Ronaldo e Jovelina, meu padrinho Beto e a Graça, por todo o suporte e ajuda que me dão.

Ao meu irmão Maurício e aos meus irmãos de outros pais, Rômulo, Alexandre, Gustavo e Andrei, por aguentarem minhas loucuras.

Aos meus mentores, Ana Paula Viola e Rafael Nardi, por todos os ensinamentos que levarei para minha profissão e para a vida.

Aos meus treinadores Lucas Pretto, Mauricio Bocatelli e Nico Weymar, por me inspirarem a seguir nessa carreira.

Ao meu orientador, Flávio Castro, pelo acolhimento desde o primeiro semestre da graduação, por todos os ensinamentos e pela inesgotável paciência.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Esportes Aquáticos (GPEA): Marcos Franken, Ricardo Correia e Wellington Feitosa, por todo o auxílio na elaboração deste trabalho.

Muito obrigado

Resumo

Considerando a utilização de métodos diretos em natação (com esnorquel) para medida de consumo de oxigênio como padrão ouro na área, o objetivo deste estudo foi identificar a influência de familiarização prévia ao uso de esnorquel de natação, como uma restrição à tarefa de respiração em resultados de testes utilizando o esnorquel *Aquatrainer*. Participaram do estudo 15 nadadores do sexo masculino, federados, competitivos, adaptados e não-adaptados ao uso de esnorquel em suas sessões de treinamento. Os nadadores foram divididos em dois grupos: grupo experiente (GE, n = 11) no uso de esnorquel e grupo inexperiente (GI, n = 4) no uso de esnorquel. Foi estabelecido como experiência prévia o uso sistemático de esnorquel nas sessões de treinamento em natação. Foram comparados seus desempenhos no teste máximo de 400 m com o esnorquel *Aquatrainer*, com seus desempenhos em provas oficiais de 400 m livre em piscina de 25 m. O tempo médio dos 400 m nado livre em provas oficiais dos nadadores do GE foi de $257 \pm 16,6$ s com coeficiente de variação (CV) de 6,48%, já o tempo médio obtido nos testes com esnorquel por nadadores do mesmo grupo foi de $303 \pm 21,0$ s com CV de 7,11%. Para nadadores do GI o tempo médio obtido em provas oficiais foi de $282,2 \pm 11,4$ s com CV de 4,06%, e o tempo médio obtido nos teste foi de $344 \pm 28,0$ s CV de 8,18%. A diferença entre os tempos oficiais e os tempos obtidos nos testes para nadadores do GE foi de 17,92%, já nos nadadores do GI foi de 21,92%. Foi identificada a necessidade de adaptação, ensino a aprendizagem da utilização do esnorquel de natação por nadadores competitivos e aptos a realizarem testes com o *Aquatrainer*, afim de eliminar variáveis que venham a prejudicar o desempenho durante os testes.

Palavras-chave: nado crawl, esnorquel, desempenho, treinamento.

Abstract

Considering the use of direct methods in swimming (with snorkel) to measure oxygen uptake as gold standard in the area, the aim of this study was identify the influence of previous familiarization with the use of swimming snorkel, as a restriction on breathing task test results using the *Aquatrainer* snorkel. The study enrolled 15 male swimmers, federated, competitive, adapted and non-adapted to the use of snorkel in their training sessions. Swimmers were divided into two groups: expert group (GE, n = 11) in the use of snorkel and inexperienced group (GI, n = 4) in the use of snorkel. It was established as previous experience the systematic use of snorkel in swimming training sessions. They compared their performance with maximum test 400 m with *Aquatrainer* snorkel with their performances in official competition of 400 m freestyle in the swimming pool of 25 m. The average length of 400 m freestyle in official trials of the GE swimmers were 257 ± 16.6 s with a coefficient of variation (CV) of 6.48%, as the average time obtained in tests with snorkels by the same group swimmers it was 303 ± 21.0 s to 7.11% CV. For GI swimmers the average time obtained in official tests was 282.2 ± 11.4 s to 4.06% CV, and the average time obtained in the test was 344 ± 28.0 s CV 8.18% . The difference between the official times and the times obtained in the tests for GE swimmers was 17.92%, as in the GI swimmers was 21.92%. It has identified the need for adaptation, teaching learning to use the swimming snorkels for competitive swimmers and able to carry out tests with the *Aquatrainer* in order to eliminate variables that may impair performance during testing.

Key-words: freestyle, snorkel, performance, training.

Lista de Figuras

Figura 1: Esnorquel Aquatrainer®	14
Figura 2: Esnorquel Aquatrainer® em utilização.....	15
Figura 3a 3b: Esnorquel comum e esnorquel comum sendo utilizado.....	15

Lista de Tabelas

Tabela 1: Caracterização dos participantes 16

Tabela 2: Resultados do desempenho em 400 m, do teste de 400 m, com esnorquel, e da variação percentual entre os dois. 18

Tabela 3: Coeficientes de variação dos grupos para T400 com esnorquel e delta%. ... 18

Sumário

Introdução, problema e objetivos	9
2 Revisão	11
2.1 Desenvolvimento motor e as restrições	11
2.2 Consumo de oxigênio e a utilização do esnorquel Aquatrainer® em natação	12
3 Métodos	16
4 Resultados	18
5 Discussão	19
6 Conclusão.....	22
Referências	23

Introdução, problema e objetivos

Uma das modalidades esportivas mais populares do mundo é a natação. Suas provas são disputadas em seis variações – nado livre, peito, costas, borboleta, medley e revezamento – e só perde para o atletismo em número de medalhas disputadas nos jogos olímpicos. Na prática da natação competitiva, as funções da competição são bastante variadas. Servem para evidenciar talentos, revelar resultados, estimular a luta pela vitória, medalhas e pontos, além de promover o espetáculo desportivo (PLATONOV, 2005). Para que o rendimento desejado seja alcançado pelo atleta, o treinamento deve ser minuciosamente planejado pelo seu treinador, que deve considerar todos os aspectos envolvidos na prova, desde fundamentos técnicos como saída do bloco, viradas e nado submerso até as relações entre as fontes energéticas predominantes.

O consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), parâmetro avaliador da potência aeróbica, e o consumo de oxigênio (VO_2), relacionado à resistência aeróbica, são importantes indicadores da capacidade fisiológica de um atleta. Diversos são os métodos para identificá-los em natação (CASTRO et al, 2011). Porém, ao passo que a natação é uma modalidade aquática, há dificuldades óbvias em se obter dados precisos de VO_{2max} e/ou VO_2 durante o nado, assim diversas técnicas surgem para resolver esses problemas: utilização de *swim flume* (DEMARIE et al. 2001); nado estacionário (RINEHARDT et al. 1991); retro-extrapolação a partir da curva de recuperação (POUJADE et al, 2003); ergômetro de pernas e braços (PRIoux et al. 2001); nado completo com medida direta (FERNANDES et al, 2003). O nado completo, com medida direta parece ser o método mais ecológico, pois o nadador executa o nado enquanto as variáveis respiratórias são mensuradas. Uma das maneiras de se realizar isso é com a utilização de equipamentos como o K5® (Cosmed, Itália) que analisa o gás expirado pelo nadador que é captado por um esnorquel chamado Aquatrainer® (Cosmed, Itália), exatamente durante o nado real.

Porém, ao passo que a respiração passa ser em um esnorquel, sem o movimento de rotação cervical lateral para a respiração, há alterações na técnica de nado. A respiração passa a ser em um modelo restritivo. Assim, o **problema** desta pesquisa foi estabelecido em: nadadores experientes na utilização de esnorquel apresentam melhores resultados em testes máximos para obtenção

de valores de consumo de oxigênio quando comparados a nadadores inexperientes com este equipamento?

Assim, foram estabelecidos (1) **objetivo geral**: identificar a influência de familiarização prévia ao uso de esnorquel de natação; e (2) **objetivos específicos**: (a) verificar o desempenho em 400 m nado crawl; (b) verificar o desempenho em 400 m nado crawl realizado com o esnorquel Aquatrainer®; (c) verificar a variação de desempenho entre as duas situações; e (d) comparar os resultados entre nadadores experientes e não-experientes no uso de esnorquel.

Para a realização deste estudo foram revisados conceitos relativos a efeitos das restrições sobre o comportamento motor e estudos prévios sobre consumo de oxigênio em natação, tanto os que se utilizaram do Aquatrainer®; para a obtenção de dados, quanto os que usaram outros métodos, afim de comparar resultados encontrados. Espera-se, com este estudo, contribuir para a melhoria dos processos de avaliação em natação, indicando a possibilidade de ser necessário período de adaptação, ensino e aprendizagem da técnica de natação com respiração em esnorquel, previamente a toda e qualquer avaliação com o esnorquel Aquatrainer®.

2 Revisão

Esta revisão aborda os temas: desenvolvimento motor e restrições, consumo de oxigênio em natação e a utilização do enorquel Aquatrainer.

2.1 Desenvolvimento motor e as restrições

O desenvolvimento motor, segundo as primeiras teorias, ocorreria como resultado de prescrições para as ações já estabelecidas nos códigos genéticos (WIZER, 2013). Tais prescrições eram entendidas por Newell (1986) como determinantes do curso das ações, porém ele defende que, ao contrário de prescrições, existem restrições ao desenvolvimento. Defende também que as restrições não são determinantes para o curso do desenvolvimento, porém canalizam e reduzem os arranjos de resposta possíveis de um sistema. Newell (1986) propõe então três categorias de restrições que atuam para gerar o padrão ótimo de movimento: restrições do organismo, do ambiente e da tarefa. Segundo o autor estas restrições, quando integradas, geram as mudanças do movimento no decorrer do desenvolvimento.

Gallahue e Ozmun (2005) afirmam que os fatores relativos à tarefa, ao indivíduo e ao ambiente podem, além de ser influenciados, serem modificados um pelo outro, afetando o processo de desenvolvimento. Segundo Wizer (2013), as restrições da tarefa são mais específicas a um desempenho particular que as restrições do ambiente.

Newell (1986) ainda divide as restrições da tarefa em três categorias: (1) relacionadas ao objetivo da tarefa; (2) relacionadas às regras e (3) relacionadas ao uso de implementos, aparelhos e máquinas. Quando os elementos da tarefa são manipulados é possível verificar qual o efeito dessas variações na organização da resposta motora (WIZER, 2013). Embora existam estudos que analisem o efeito das restrições da tarefa e do ambiente na resposta motora dos indivíduos, pouco se investiga sobre o efeito dessas restrições no ambiente aquático, especialmente quando a tarefa (neste caso o nadar) sofre uma restrição relativa ao uso de um necessário equipamento.

Neste trabalho, entende-se a utilização de um esnorquel, em natação, como uma restrição à tarefa, ao passo que sua utilização impede o movimento

de respiração lateral e modifica o modo de respirar dos nadadores. Assim, seria uma restrição relacionada à utilização de um implemento. A questão que permanece é o quanto tal implemento pode implicar em outras modificações na técnica do nado crawl que poderiam levar à variação de desempenho e se a experiência prévia com um esnorquel reduz tal variação. Assim, se este resultado indicar tais efeitos, períodos de adaptação, ensino e aprendizagem da nova técnica de respiração seriam necessários para que os testes para obtenção de consumo de oxigênio, em natação, fossem ainda mais precisos.

2.2 Consumo de oxigênio e a utilização do esnorquel Aquatrainer® em natação

Em natação, de acordo com Toussaint e Hollander (1994), o gasto energético está relacionado com: (1) velocidade média do nado, (2) eficiência propulsiva e (3) arrasto. A energia é gerada tanto a partir de processos aeróbicos, quanto anaeróbicos e estudos (CASTRO et al., 2011; RIBEIRO et al., 1990) mostram uma forte relação entre o consumo de oxigênio (VO_2), economia de nado e desempenho. O VO_2 tem sido cada vez mais utilizado para estudar fisiologia de nadadores (ZACCA et al., 2016; KESKINEN et al., 2003; LAVOIE E MONTPETIT, 1986; DI PRAMPERO et al., 1974). A mensuração do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$) é amplamente aceita como sendo o principal método de determinação de potência aeróbica máxima em atletas, população em geral e indivíduos com doenças cardiovasculares, pulmonares ou metabólicas (Meyer et al., 2005a,b; ATS/ACCP, 2003).

Tratando de prescrição e controle do treinamento tanto de atletas como da população em geral, a avaliação do $VO_{2m\acute{a}x}$, da frequência cardíaca máxima e de concentrações de lactato sanguíneo tornam-se fundamentais (MEYER et al., 2005b).

Porém Hólmer (1979) afirma que, em comparação a modalidades realizadas fora do meio líquido, a medida do VO_2 em natação apresenta grande dificuldade em ser realizada, principalmente devido ao ambiente instável, movimentos corporais e viradas contra as bordas da piscina. Com o objetivo de superar algumas dessas adversidades encontradas, alguns métodos de identificação do VO_2 foram desenvolvidas. Sendo elas a utilização do *swimming*

flume, retro-extrapolação a partir da recuperação, ergômetros de pernas e braços e a coleta durante a realização do nado.

O método da retro-extrapolação, utilizado primeiramente por Di Prampero et al. (1974), consistia na obtenção de valores de VO_2 imediatamente após a realização do nado e, aplicando uma curva de regressão simples, com o método dos mínimos quadrados, entre o tempo e os valores de VO_2 encontrados, conseguiam prever o valor de VO_2 quando o tempo fosse zero, ou seja, no nado. Montpetit et al. (1981), relacionaram os valores de VO_2 obtidos por retro-extrapolação com valores obtidos em testes de desempenho de 400 m nado livre, valores encontrados em testes de corrida em esteira e natação livre com coleta de gases imediatamente após o nado e não encontraram diferenças.

O *swimming flume*, citado por Hólmér (1979) como possivelmente o mais sofisticado ergômetro de natação, consiste em um tanque com paredes de material transparente onde a água, por ação de motores, circula em velocidades pré-determinadas, permitindo que o indivíduo nade sem sair do lugar em velocidades controladas. Tal método permite que sejam realizados estudos biomecânicos e fisiológicos de uma maneira mais prática. A principal dificuldade, porém, são os elevados custos de construção deste equipamento, que impedem uma massificação de sua utilização nas pesquisas com natação.

Para o método de coleta de VO_2 durante o nado, Keskinen et al. (2003), apresentaram um sistema de coleta de gases que utilizava um esnorquel de natação modificado e um sistema de válvulas que permitia a coleta de O_2 durante o nado (*breath-by-breath*). Este equipamento, *Aquatrainer*[®] (Cosmed, Itália), é considerado um instrumento válido para coletas de gases respiratórios, mesmo quando comparado às tradicionais máscaras para coletas de gases, com a vantagem de ser melhor adaptado para a natação. Este equipamento passou a ser considerado padrão ouro para a análise do consumo máximo de oxigênio em pesquisas científicas (BARBOSA, 2010; RIBEIRO, 2015), mas possivelmente as restrições causadas pelo uso do esnorquel (modificação na respiração, o uso da virada simples e a ausência do nado submerso) levam à piora de desempenho durante o nado com esnorquel.

Costill et al. (1992) afirmam que a utilização de válvulas respiratórias e tubos para coleta de gases implicam em um aumento do arrasto e em possíveis

alterações na posição corporal durante o nado. Assim, Toussaint et al. (1987) construíram uma válvula, testada em 4 sujeitos, para verificar seus efeitos no arrasto. Não foi constatado acréscimo significativo no nado com a válvula quando comparado com o nado livre, sem o equipamento. Porém, algumas dúvidas referentes à alterações na técnica de nado com a utilização da válvula permaneceram. A válvula Aquatrainer® (Figuras 1 e 2) é muito similar à válvula criada por Toussaint, seja em geometria, volume e densidade. Ela possui um tubo de coleta de 210 cm e uma válvula respiratória com um volume de 45 ml. É descrita como leve, confortável, ergonômica, à prova d'água, de alta sensibilidade e confiabilidade.

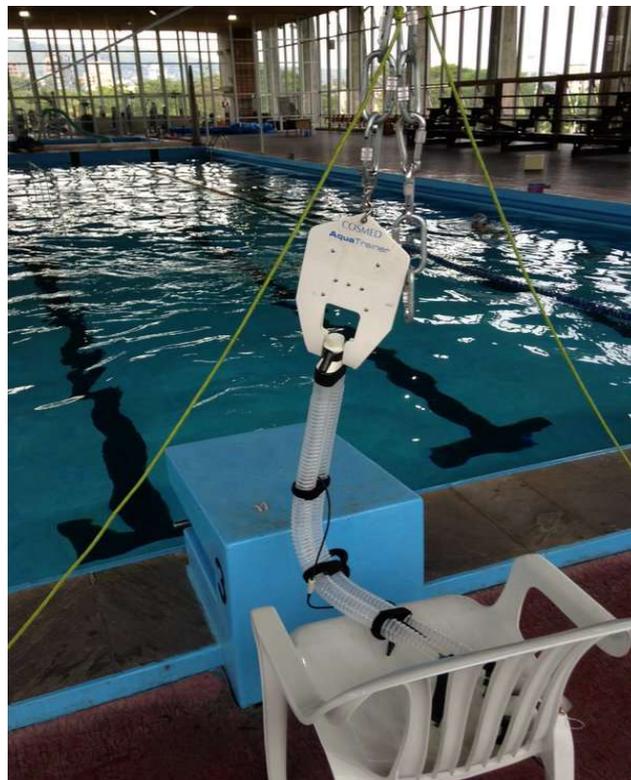


Figura 1: Esnorquel Aquatrainer®.

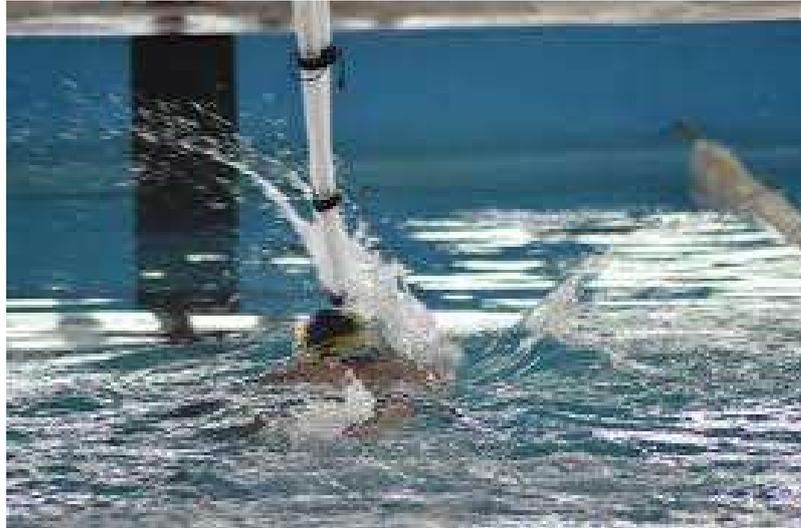


Figura 2: Esnorquel Aquatrainer® em utilização.

Porém, ao passo que, com a utilização deste equipamento, viradas simples são utilizadas, o nadador não mais realiza nado submerso e sua respiração é realizada de modo distinto ao nado desimpedido, o desempenho em natação, com e sem o esnorquel é distinto. Assim, para melhor entender seus efeitos, cabe verificar se estar familiarizado à utilização de esnorquel comum (Figuras 3a e 3b) modifica de modo importante o desempenho durante testes com o esnorquel.

3^a



3b



Figura 3a 3b: Esnorquel comum e esnorquel comum sendo utilizado.

3 Métodos

Participaram deste estudo 15 nadadores do sexo masculino, federados, competitivos, que participavam regularmente de competições de nível estadual e nacional. As características de idade, massa, estatura e envergadura dos indivíduos encontram-se na Tabela 1. Os nadadores foram divididos em dois grupos: grupo experiente (GE, n = 11) no uso de esnorquel e grupo inexperiente (GI, n = 4) no uso de esnorquel. Foi estabelecido como experiência prévia o uso sistemático de esnorquel nas sessões de treinamento em natação.

Tabela 1: Caracterização dos participantes

Grupo	Massa (kg)	Altura (cm)	Envergadura (cm)
GI, n = 4	71,0±7,0	178,3±7,4	181,7±7,9
GE, n = 11	72,5±4,8	177,0±4,3	184,8±6,8

Este trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob número 1.302.268.

Ao chegar no local do teste o participante era apresentado aos procedimentos que seriam realizados, assinava um termo de consentimento livre e esclarecido e, em seguida, eram verificadas suas medidas antropométricas e sua melhor marca pessoal (tempo em segundos) em prova de 400 m nado livre (T400m) em piscina curta (25 m), para ser comparado com o resultado do teste. Antes de realizar o teste o indivíduo realizava aquecimento de 600 m em intensidade leve utilizando esnorquel frontal comum de treinamento (próprio ou fornecido pelo pesquisador) em uma raia paralela à da realização do teste. Após, o atleta realizava mais 200 m utilizando o esnorquel Aquatrainer® para verificação de eventuais ajustes à serem realizados pré-teste. Em seguida o atleta entrava em 5 minutos de repouso já acoplado ao Aquatrainer®, aguardando o início do teste de 400 m máximos (T400m com esnorquel).

Os resultados obtidos foram analisados em software Excel (Microsoft Office 2016®) e SPSS. Foi identificada a distribuição paramétrica dos dados (teste de Shapiro-Wilk) e calculadas médias, desvios-padrão e coeficientes de variação. Os dados de desempenho e de variação de desempenho foram

comparados, entre os grupos, com a aplicação de um teste t de Student para dados independentes, assumindo como significativo, alfa de 0,05. Os tamanhos de efeito foram identificados apenas quando diferenças foram constatadas, com a estatística d de Cohen utilizando-se as médias e desvios-padrão, sendo critérios de classificação os propostos por Hopkins (2000): de 0 a 0,2: trivial; de 0,21 a 0,6: pequeno; de 0,61 a 1,2: moderado; de 1,21 a 2,0: grande e maior que 2,0: muito grande.

4 Resultados

Após a realização dos testes e análise dos dados obtidos, foram obtidos os seguintes resultados (Tabelas 2 e 3) para os nadadores do grupo inexperiente (GI) e grupo experiente (GE).

Tabela 2: Resultados do desempenho em 400 m, do teste de 400 m, com esnorquel, e da variação percentual entre os dois.

Grupo	T400m (s)	T400m com esnorquel (s)	Delta %
GI	282,2 ± 11,4	344,0 ± 28,1	21,9
GE	257,0 ± 16,6*	303,0 ± 21,5*	17,9
d de Cohen	1,76	1,21	0,4

*GE: melhor resultado em ambos: T400 e T400 com esnorquel ($p < 0,05$)

Os tamanhos de efeito encontrados foram considerados grandes (HOPKINS, 2000). O que indica que o nível de experiência, com esnorquel, realmente influenciou o desempenho.

Tabela 3: Coeficientes de variação dos grupos para T400 com esnorquel e delta%.

Grupo	CV T400m com esnorquel (s)	CV Delta %
GI	8,18	42,28
GE	7,11	23,70

5 Discussão

Este estudo foi realizado a fim de se verificar o efeito da utilização do esnorquel Aquatrainer® e os possíveis efeitos da experiência prévia com o uso de esnorquel similar sobre o desempenho. Os principais resultados deste estudo foram: (1) desempenho em 400 m nado crawl é pior com a utilização do Aquatrainer®; (2) não há diferença entre ser experiente ou inexperiente com esnorquel sobre o desempenho e (3) há maior variabilidade entre os inexperientes. O pior desempenho pode ser explicado pela não realização de virada olímpica e não realização de pernada submersa (ondulação após as viradas) quando se utiliza o esnorquel Aquatrainer®.

Kjendlie et al. (2003) buscaram descobrir as limitações de uma válvula similar a construída por Toussaint (1987), na técnica de nado. Sua amostra foi composta por 7 sujeitos e não foi verificada uma diferença significativa na técnica de nado com a utilização da válvula quando comparada com o nado livre. Apesar disso, para velocidades submáximas, foi constatado um aumento do deslocamento da mão relativo à um ponto fixo, durante a fase propulsiva da braçada, assim como um encurtamento da braçada, com a utilização da válvula. Ainda segundo Kjendlie (2003), isso ocorre devido ao nadador estar acoplado à válvula e outros tubos. Afirmam também que Toussaint et al. (1987) obtiveram resultados condicionados ao tamanho reduzido de sua amostra.

Um estudo realizado por Barbosa et al. (2010) com 13 nadadores, sendo sete em nado peito e seis em nado crawl, procurou quais as alterações cinemáticas sofridas no nado em velocidades máximas utilizando o Aquatrainer®. Os nadadores realizaram dois testes máximos de 100 m, o 1º sem a utilização do equipamento e o 2º com o equipamento, os resultados mostraram que no nado peito sem esnorquel realizaram a $109,09 \pm 2,23\%$ de seu melhor tempo e, com esnorquel, a $115,94 \pm 3,31\%$. No nado crawl sem esnorquel os nadadores realizaram a $105,05 \pm 2,45\%$ de seu recorde pessoal e com esnorquel $109,99 \pm 3,47\%$. Tanto para o nado peito quanto para o nado crawl, o estudo apontou uma diminuição da velocidade no nado decorrente do aumento da distância de ciclo de braçada, o que pode ser justificado pelo aumento do arrasto com a utilização do esnorquel Aquatrainer®. Os resultados encontrados afirmam que a utilização do Aquatrainer® altera o controle motor dos nadadores e a

velocidade do nado, mas essa perda de velocidade não parece alterar a cinemática e eficiência do nado de maneira geral. Tais resultados foram similares aos encontrados no presente estudo, porém, neste, não foram avaliadas variáveis cinemáticas, apenas o desempenho.

Segundo Ribeiro et al. (2015), sujeitos mal adaptados podem vivenciar um maior arrasto hidrodinâmico durante o nado assim como após a saída de borda e viradas, comprometendo os dados obtidos no teste. Sendo assim, esperava-se que indivíduos melhores adaptados a tais condições e previamente adaptados ao Aquatrainer® obteriam melhores resultados. Porém como não está clara o real efeito do uso de esnorquel Aquatrainer® no desempenho, a identificação de seus efeitos no desempenho pode ajudar a estabelecer metodologias mais adequadas de familiarização ao equipamento e melhoras as pesquisas relacionadas à área.

Os valores de tamanho de efeito encontrados, nas comparações entre os grupos GE e GI indicaram que a experiência no uso de esnorquel não apenas indicou que o GE possuía, também, reais melhores desempenhos na prova de 400 m nado livre. Este melhor desempenho se refletiu em melhores resultados no teste com esnorquel. Além disso, o GE apresentou menor variabilidade nos dados, o que indica que a experiência é um fator que interfere nos resultados de testes com esnorquel.

No presente estudo, nadadores inexperientes ao uso de esnorquel apresentaram resultados semelhantes, mas com maior variação, em relação aos nadadores experientes. Isso deve-se ao fato de que os nadadores adaptados são menos afetados pelas condições impostas pela utilização da válvula Aquatrainer®, como ausência de viradas olímpicas, ausência da pernada submersa e aumento do arrasto, pois utilizam-se de estratégias como viradas simples mais rápidas e melhor posição de *stream line* pós saída de borda e cabeça levemente mais elevada durante o nado, reduzindo o contato do esnorquel com a água. Os nadadores inexperientes enfrentam uma condição muito mais adversa ao utilizarem o Aquatrainer®, logo seus resultados apresentam uma variação maior em relação ao grupo experiente. A partir dos resultados obtidos, entende-se que se faz necessário, com todos os nadadores que sejam avaliados com esta metodologia, uso protocolo de familiarização. Tal familiarização deve compreender:

- (1) utilização de esnorquel durante sessões de treino, habituando o nadador a manter a cabeça mais elevada e evitar rotação cervical (pois não há necessidade de respiração lateral).
- (2) aprendizagem da virada simples, prática e aperfeiçoamento da mesma, buscando uma maior eficiência do movimento, reduzindo seu tempo de execução.
- (3) realização de saída de borda e viradas sem fase submersa, fazendo com que o nadador enfrente arrasto similar ao que enfrentará durante a realização do teste, buscando maneiras de reduzir seu efeito.

A principal limitação deste estudo foi o número de nadadores presentes no grupo inexperiente, reduzido em relação ao grupo experiente, o que pode ter influenciado na variabilidade encontrada após os testes. Para a determinação de uma metodologia efetiva de familiarização e adaptação à utilização do esnorquel Aquatrainer® seria necessária a realização de um novo teste, após ambos os grupos passarem por um período de processo adaptativo. Caso observe-se uma redução da variação entre os dois grupos, a metodologia mostra-se eficiente.

6 Conclusão

Com a realização deste estudo foi possível concluir que a utilização do esnorquel Aquatrainer® leva a uma piora no desempenho em natação devido à realização de viradas simples e ausência de pernada submersa após viradas e saída de borda. Para realização de testes máximos utilizando o equipamento é necessário que o nadador, experiente ou inexperiente ao uso de esnorquel comum em sua rotina de treinos, passe por um processo adaptativo, afim de minimizar os efeitos de sua utilização.

Este período de adaptação deverá propiciar momentos de ensino e aprendizagem das novas técnicas, especialmente de respiração com restrição: o esnorquel. Assim, testes máximos utilizando o esnorquel Aquatrainer® passarão a representar mais fielmente a realidade de competição dos atletas.

Referências

ATS/ACCP. Statement on cardiopulmonary exercise testing. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, n.167, p. 211–277, 2003.

Barbosa, T.M.; Silva, A.J.; Reis, A.; Costa, M.; Garrido, N.; Policarpo, F. e Reis, V. Kinematical changes in swimming front Crawl and Breaststroke with the Aquatrainer® esnorquel. **European Journal of Applied Physiology**, 2010.

Castro F.A.S., Franken M., Silveira R.P., Mota C.B. Consumo de oxigênio na natação: diferentes metodologias e possibilidades de aplicação. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 18, n. 3, p. 88-93, 2010.

Costa, M.; Reis, A.; Reis, V.M.; Silva, A.J.; Garrido, N.; Louro, H.; Marinho, D.A.; Baldari, C. e Barbosa, T.M. **Constrangimento mecânico provocado pela válvula Aquatrainer® associada ao sistema de oximetria directa (K4 b2) na cinemática de braços**. 2010.

Costill, D.; Maglischo, E. e Richardson, A. **Handbook of Sports Medicine and Science in Swimming**. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 1992.

Demarie, S., Sardella, F., Billat, V., Magini, W., Faina, M. The VO₂ slow component in swimming. **European Journal of Applied Physiology**, v. 84, p. 95-99, 2001.

Di Prampero PE, Pendergast DR, Wilson DW, Renne DW. Energetics of swimming in man. **Journal of Applied Physiology**, v.37, p. 1-5, 1974.

Fernandes, R.J., Cardoso, C.S., Soares, S.M., Ascensão, A., Colaço, P.J., Vilas Boas, J.P. Time Limit and VO₂ Slow Component at Intensities Corresponding to VO₂ max in Swimmers. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, p. 576-581, 2003.

Gallahue, David L.; Ozmun, John C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. 3. ed. São Paulo: Phorte, 2005.

Holmér, I. Oxygen uptake during swimming in man. **Journal of Applied Physiology**, v. 33, n. 4, p. 502–509, 1972.

Hólmér I. Physiology of swimming man. **Exercise and Sports Science Reviews**, v. 7, p. 87-123, 1979.

Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 1-15, 2000.

Keskinen KL, Rodríguez FA, Keskinen OP. Respiratory snorkel and valve system for breath-by-breath gas analysis in swimming. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 13, p. 322-329, 2003.

Kjendlie, P.L.; Stallman, R.; Stray-Gundersen, J. Influences of breathing valve on swimming technique. In: J.C. Chatard (ed). **Biomechanics and Medicine in Swimming IX**, Saint- Etienne: University of Saint-Etienne, p. 69-73, 2003.

Lavoie, J.M. e Montpetit, R.R. Applied physiology of swimming. **Sports Medicine**, v. 3, p. 165–189, 1986.

Meyer, T.; Davison, R. C.; Kindermann, W. Ambulatory gas exchange measurements – current status and future options. **International Journal of Sports Medicine**. 26 (Suppl 1): S19-S27, 2005a.

Montpetit, R.; Léger, L.; Lavoie, J. e Carzola, G. VO₂ peak during free swimming using the backward extrapolation of the O₂ recovery curve. **European Journal of Applied Physiology**, v. 47, p. 385-391, 1981.

Newell, K. M. Constraints on the development of coordination: Motor Development in Children, aspects of coordination and control. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986.

Platonov, Vladimir. **Treinamento Desportivo para Nadadores de Alto Nível**. São Paulo: Phorte, 2005.

Rinehardt, K.F., Kraemmer, R.R., Gormely, S., Colan, S. Comparison of Maximal Oxygen Uptakes from the Tethered, the 183- and 457-Meter Unimpeded Supramaximal Freestyle Swims. **International Journal of Sports Medicine**, v. 12, p. 6-9, 1991.

Poujade, B.; Hautier, C., Rouard, A. Influence de la morphologie, de VO₂max et du coût énergétique sur la performance en natation chez de jeunes nageurs. **Science & Sports**, v.18, p. 182-187, 2003.

Prioux, J., Ayoub, J., Houel, N. Berger, M., Ramonatxo, M., Préfaut, C. Effets de l'entraînement sur les potentials aérobie et anaérobie de jeunes nageurs. Exercice realize avec les bras. **Science & Sports**, v. 16, p. 306-314, 2001.

Ribeiro JP, Cadavid E, Baena J, Monsalvete E, Barna A, De Rose EH. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. **Brazilian Journal of Sports Medicine**. Sep, v. 24, n. 3, p. 196-200, 1990.

Ribeiro J., Figueiredo P., Guidetti L., Alves F., Toussaint H., Vilas-Boas J.P., Baldari C., Fernandes R.J. AquaTrainer® Snorkel does not Increase Hydrodynamic Drag but Influences Turning Time. **International Journal of Sports Medicine**. Apr, v. 37, n. 4, p. 324-8, 2016.

Toussaint, H.; Meulemans, A.; De Groot, G.; Hollander, A.P.; Schreurs, A. e Vervoorn, K. (1987). Respiratory valve for oxygen uptake measurement during swimming. **European Journal of Applied Physiology**, v. 56, p. 363-366, 1987.

Toussaint HM, Hollander AP. Energetics of competitive swimming, Implications for training programmes. **Sports Medicine**, v. 18, n. 6, p. 384-405, 1994.

Wizer, Rossane Trindade. **Influência da utilização de flutuadores na aquisição de habilidades aquáticas**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

Zacca R, Fernandes RJ, Pyne DB, Castro FA. Swimming Training Assessment: The Critical Velocity and the 400-m Test for Age-Group Swimmers. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1365-72, 2016.