



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA
PROJECTO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Efeitos do treino dos músculos inspiratórios na função pulmonar em atletas
e desportistas: uma revisão bibliográfica**

Adrien Aimé Maurice Jaffre
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde – UFP
36382@ufp.edu.pt

Rui Antunes Viana
Professor Doutor
Professor Auxiliar Universidade Fernando Pessoa
ruiv@ufp.edu.pt

Porto, Janeiro de 2021

Resumo

Objetivo: Esta revisão bibliográfica pretende verificar os efeitos do treino dos músculos inspiratórios (TMI) em atletas ou desportistas, em várias modalidades. **Metodologia:** Foi realizada uma pesquisa na Pubmed, Web of Science e Physiotherapy Evidence Database (PEDro) em Dezembro de 2020 para identificar estudos randomizados controlados que avaliassem o TMI recorrendo a um dispositivo *inspiratory pressure threshold loading* entre grupo de intervenção (GI), grupo placebo (GP) e/ou grupo controlo (GC). Foram avaliados parâmetros de força muscular respiratória e função pulmonar. A qualidade metodológica foi avaliada através da escala de PEDro. **Resultados:** Dez artigos foram incluídos. Na análise da qualidade metodológica obtivemos uma média de 6.81 na escala de PEDro. Todos os artigos demonstraram um aumento significativo da pressão inspiratória máxima (PIM) após a aplicação de um protocolo de TMI. **Conclusão:** O TMI parece ter influencia positiva sobre a *performance* dos atletas e desportistas em qualquer modalidade desportiva.

Palavras-chave: atletas, desportistas, desporto, função pulmonar, treino dos músculos inspiratórios.

Abstract

Objective: This bibliographic review aims to verify the effects of inspiratory muscle training (IMT) on athletes or sportsmen, in various modalities. **Methods:** A search was carried out on Pubmed, Web of Science and Physiotherapy Evidence Database (PEDro) in December 2020 to identify randomized controlled trials that evaluated the inspiratory muscle training with inspiratory pressure threshold loading between the intervention group (IG), the placebo group (PG) and/or control group (CG). Parameters of respiratory muscle strength and lung function were assessed. Methodological quality was assessed using the PEDro scale. **Results:** Ten articles were included. In the analysis of methodological quality, we obtained an average score of 6.81 on the PEDro scale. All articles showed a significant increase in the maximal inspiratory pressure (MIP) after applying an IMT protocol. **Conclusions:** IMT seems to have a positive influence on the performance of athletes and sportsmen in any sport.

Keywords: athletes, inspiratory muscle training, lung function, sport, sportsmen.

Introdução

Durante uma atividade física os músculos precisam de maiores contribuições em oxigênio e como tal o número de respirações e de batimentos cardíacos aumenta. É necessário o trabalho do sistema respiratório para acrescentar a *performance* porque melhora a percepção do esforço, e a resistência a fadiga. (HajGhanbari et al., 2013; McConnell, 2013, pp. 37-43). Considera-se um indivíduo desportista, aquele que pratica uma atividade física regularmente, e um atleta como um desportista reconhecido numa ou mais modalidades, que pratica com um objetivo de *performance* ótima e geralmente de competição. O esforço físico pode ser realizado de duas maneiras: a aeróbia (com uso de oxigênio) ou a anaeróbia (sem uso de oxigênio), mas a última é menos eficiente (HajGhanbari et al., 2013).

O treino dos músculos inspiratórios (TMI) contribui para o fortalecimento, o aumento da resistência à fadiga, a velocidade de contração e o poder desenvolvido, devido à adaptação dos músculos ao *stress* provocado pelo treino. Para provocar essas adaptações, as fibras musculares devem ser sobrecarregadas, isso pode ser feito com o número de repetições, a duração do treino, a intensidade e a frequência. O TMI pode ser efetuado de duas formas, com cargas externas na boca (intensidade), com hiperpneia voluntária (aumento do volume respiratório e taxa de fluxo) por longos períodos (intensidade e duração). Em ambos os casos, o treino ocorre diariamente, ou pelo menos três vezes por semana (frequência) (HajGhanbari et al., 2013; McConnell, 2013, pp. 97-123). Determinados estudos que recorrem, habitualmente, às cargas externas, utilizam intensidades de carga superiores a 50% da pressão inspiratória máxima (PIM). Alterações significativas na função muscular foram observadas em 3 semanas (Romer e McConnell, 2003), com um patamar de melhoria ocorrendo após cerca de 6 semanas de treino, apesar de aumentos contínuos da carga de treino (Volianitis et al., 2001; Romer e McConnell, 2003). Melhorias na espessura do diafragma (8-12%) foram relatadas após, apenas, 4 semanas de TMI (Downey et al., 2007).

Os estudos sobre a importância do TMI nos atletas e desportistas iniciam nos anos 80', e desde daí, muito investigadores identificaram um impacto positivo entre o TMI e a *performance*, uma vez que diminui o trabalho dos músculos respiratórios durante o exercício, leva ao aumento de oxigênio disponível para os músculos periféricos ativos (Downey et al., 2007; Enright e Unnithan, 2011; Turner et al., 2012). O TMI quando aplicado em vários atletas ou desportistas tem vindo a demonstrar resultados positivos na função pulmonar, como

no futebol (Mackala et al., 2019), no ciclismo (Romer, McConnel e Jones, 2002a; Romer, McConnel e Jones, 2002b; Gething, Williams e Davies, 2004; McEntire et al., 2016; Martins de Abreu et al., 2019), na natação (Shei, Lindley, Chatham e Mickleborough, 2016), no remo (Forbes et al., 2011) e na corrida (Tong et al., 2008; Tong et al., 2010), em basquetebolistas (Vasconcelos, Hall e Viana, 2017) e hóquei em patins (Ramos, Barreira, Viana, 2020).

Esta revisão bibliográfica tem como objetivo verificar os efeitos do TMI em atletas ou desportistas, em várias modalidades. Com esta análise pretende-se contribuir para a sistematização do conhecimento desta temática, de modo a promover uma prática clínica de acordo com a melhor evidência científica.

Metodologia

Estratégia de pesquisa

Esta revisão bibliográfica foi realizada de acordo com as recomendações PRISMA (Moher, Liberati, Tetzlaff e Altman, 2009). A pesquisa bibliográfica foi realizada através das bases de dados PubMed, Web of Science e PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) em Dezembro de 2020. A estratégia de pesquisa e as palavras chaves, foram as mesmas para todas as bases de dados: “(*inspiratory muscle training*) AND (*lung function*) AND (*athletes*) OR (*sports*)”. Foram aplicados os filtros/limites “*randomized controlled trials*”, “*articles*”, e “*humans*”. Não foi adoptado qualquer limite/restricção temporal.

Desenho do estudo

Uma primeira pesquisa foi feita com o objetivo de remover os duplicados e fazer a leitura dos títulos e *abstract* para confirmar os critérios de inclusão. Os critérios de inclusão utilizados foram: estudos *randomized controlled trials* (RCTs) que avaliassem o efeito do TMI, usando um dispositivo *inspiratory pressure threshold loading* (IPTL), em atletas ou desportistas saudáveis e com uma modalidade desportiva definida. O grupo de intervenção (GI) teria de ser comparado com um grupo controlo (GC) e/ou grupo placebo (GP). *Outcomes* de função pulmonar e força dos músculos respiratórios teriam de ser avaliados pré e pós intervenção. Apenas artigos em inglês foram considerados. Foram excluídos os artigos que avaliassem outro treino respiratório que não inspiratório usando IPTL ou treino inspiratório em conjunto com treino expiratório, que abordassem o TMI em casos de patologias ou que envolvessem fumadores.

Avaliação da qualidade metodológica

A avaliação da qualidade metodológica foi realizada por dois investigadores independentes (A.J e R.V). Foi aplicado a escala de PEDro, para avaliar e quantificar a qualidade metodológica dos RCTs incluídos. Esta escala é constituída por 11 critérios, sendo que o primeiro diz respeito à validade externa (generalização ou aplicação do estudo clínico) e não entra no cálculo do valor final da escala. O *score* total é determinado pela soma de 10 critérios. Os artigos com pontuação mais alta apresentam maior qualidade metodológica (Maher et al., 2003).

Resultados

Desenho do estudo

Da pesquisa bibliográfica surgiram 120 artigos e após o processo de seleção ficou um total de 11 artigos incluídos na análise qualitativa para a revisão. O resumo do processo de pesquisa e seleção está descrito na figura 1.

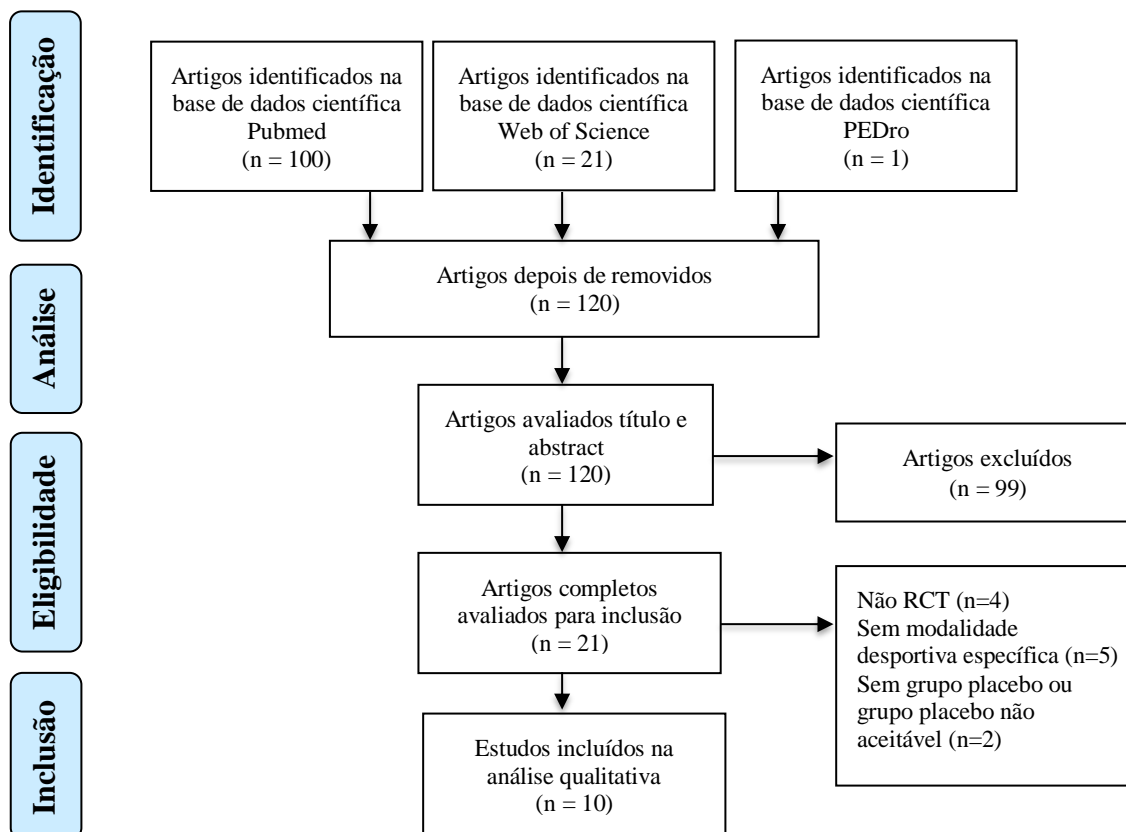


Figura 1. Fluxograma de pesquisa bibliográfica

Avaliação da qualidade metodológica

Na escala de PEDro os artigos obtiveram um *score* que variou entre 6 e 9 com uma média de 6.81 nos artigos analisados (Tabela 1). Nenhum dos artigos preenchem o critério 3, que quer dizer que nenhum dos artigos aplicaram uma distribuição cega.

Tabela 1. Qualidade metodológica dos estudos segundo a escala de PEDro

Autor (ano)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Mackala et al. (2019)	Sim	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Martins de Abreu et al. (2019)	Sim	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	7
McEntire et al. (2016)	Sim	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Shei, Lindley, Chatham e Mickleborough (2016)	Sim	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Forbes et al. (2011)	Sim	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Tong et al. (2010)	Sim	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Tong et al. (2008)	Sim	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Gething, Williams e Davies (2004)	Sim	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Romer, McConnell e Jones (2002a)	Sim	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Romer, McConnell e Jones (2002b)	Sim	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	8

Critérios : 1 = Elegibilidade (Sim/Não); 2 = Distribuição aleatória; 3 = Distribuição cega; 4 = Comparação ao nível de referência; 5 = Sujeitos cegos; 6 = Fisioterapeutas cegos; 7 = Avaliadores cegos; 8 = Seguimento adequado; 9= Intenção de tratamento; 10 = Comparações estatísticas inter-grupos; 11 = Medidas de precisão e de variabilidade.

Para os itens 2-11, 0 indica que o critério não foi satisfeito, 1 o critério foi satisfeito.

Características de estudo

Os autores, a modalidade, as características da amostra, o protocolo de intervenção, os parâmetros avaliados e os resultados dos artigos incluídos são resumidos na Tabela 2. Os estudos incluíram um total de 229 participantes. Esta revisão incluiu como modalidade desportiva o ciclismo (Romer, McConnell e Jones, 2002a; Romer, McConnell e Jones, 2002b; Gething, Williams e Davies, 2004; McEntire et al., 2016; Martins de Abreu et al., 2019), o futebol (Mackala et al., 2019), a natação (Shei, Lindley, Chatham e Mickleborough, 2016), o remo (Forbes et al., 2011) e a corrida (Tong et al., 2008; Tong et al., 2010).

Tabela 2. Modalidades, características da amostra, protocolo de intervenção, parâmetros avaliados e resultados dos estudos

Autor (ano)	Modalidades (País)	Características da amostra	Protocolo de intervenção	Parâmetros avaliados e resultados
Mackala et al. (2019)	Futebol (Polónia) Atletas	Sexo: M Idade: 17.63 ± 0.48 Amostra (n) GI n=8 GC n=8	GI: 8 semanas 5 repetições 1 semana 15 repetições 8 semana 2/dia 5 dia por semana 40% MIP na 1 semana com ajuste até 75% MIP na 8 semana GC: sem intervenção <i>Threshold IMT device (Philips)</i>	GI ↑ PIM 61.02% (p<0.05) (6.85 ± 0.39 kPa inicial até 11.15 ± 1.07 kPa) ↑ PEM 51.73% (p<0.05) (4.02 ± 2.53 kPa inicial até 8.04 ± 2.26 kPa) ↑ CVF e VEF1 significativo GC ↑ PIM 17.31% (p<0.05) (6.39 ± 0.60 kPa inicial até 7.49 ± 0.86 kPa) ↑ PEM 15.86% (p<0.05) (3.51 ± 1.54 kPa inicial até 3.93 ± 1.99 kPa) ↑ VEF1 significativo
Martins de Abreu et al. (2019)	Ciclismo (Brasil) Desportistas	Sexo: M Idade: 30±10 Amostra (n) GI 1 n=10 GI 2 n=11 GP n=9	GI 1: 13 semanas com 11 semanas de IMT 1h 3vezes por semanas 60% MIP GI 2: Mesmo protocolo mas com 80-90% MIP GP: Mesmo protocolo mas com 6 cmH ₂ O <i>PowerBreathe, Ironman K5, HaB).</i>	GI 1 ↑ PIM (p<0.05) (44.60 ± 17.42 cmH ₂ O) GI 2 ↑ PIM (p<0.05) (59.45 ± 23.29 cmH ₂ O) GP PIM sem aumento significativo pré e pós-intervenção PEM sem aumento significativo pré e pós-intervenção e todos os grupos

<p>McEntire et al. (2016)</p>	<p>Ciclismo (EUA) Desportistas</p>	<p>Sexo: M+F Idade: GI: 23.3 ± 1.3 GC: 24.8 ± 2.1 Amostra (n) GI n=7 GC n=8</p>	<p>GI: 6 semanas 30 min 3 vezes por semana 15% da PIM GC: sem intervenção <i>Threshold IMT, Respironics, Cedar Grove, NJ</i></p>	<p>GI ↑ PIM 28% (p<0.05) (112.5 5 cmH₂O no início até 150 no fim cmH₂O) GC ↑ PIM 39% (p<0.05) (87.5 5 cmH₂O no início até 112.5 cmH₂O no fim) não há diferença significativa entre os dois grupos (p>0.05)</p>
<p>Shei, Lindley, Chatham e Mickleborough (2016)</p>	<p>Natação (Reino Unido) Atletas</p>	<p>Sexo: M+F Idade 19.9 ± 2.6 Amostra (n) GI n=8 GP n=8 GC n=8</p>	<p>GI: 12 semanas 3 sessões por semanas 80% MIP GP: mesmo protocolo sem pressão relevante GC: sem intervenção <i>Threshold IMT, DeVilbiss, Sunrise Medical Ltd, Wollaston, UK</i></p>	<p>GI ↑ PIM 90.0% (p<0.05) (108.2 ± 25.0 cmH₂O inicial até 205.6 ± 23.8 cmH₂O) GP ↓ PIM 4.1% (p>0.05) (117.4 ± 23.2 cmH₂O inicial até 112.6 ± 2.46 cmH₂O) GC ↑ PIM 4.5% (p>0.05) (114.0 ± 34.2 cmH₂O inicial até 119.1 ± 24.8 cmH₂O) CFV, VEF1 e PFE sem alterações significativas em qualquer dos grupos</p>
<p>Forbes et al. (2011)</p>	<p>Remo (Canadá) Desportistas</p>	<p>Sexo: M+F Idade: 23 ± 11 Amostra (n) GI n=12 GP n=9</p>	<p>GI: 10 semanas 8-10 repetições 1 sessão por dia 1-4 semanas 2 sessões por dia 5-10 semana resistência progressiva em cada 2 semanas de 1 até 3 para a expiração e de 1 a 6 para a inspiração GP: mesmo protocolo sem resistência relevante <i>Threshold, Powerlung® training devices Houston TX</i></p>	<p>GI ↑ PIM (p<0.05) ↑ PEM (p<0.05) ↑ PEF significativo (p<0.05) GP PIM e PEM sem alterações significativas CFV, VEF1 sem alterações significativas em qualquer dos grupos</p>

Tong et al. (2010)	Corrida (China) Atletas	Sexo: M Idade: GI 21.1 ± 1.1 GC 22.3 ± 1.0 Amostra (n) GI n=9 GC n=9	GI: 4 semanas 30 repetições 2 vezes por dia 6 dias por semana 50% MIP com progressão até 10-15 cmH ₂ O depões adaptação GC: Sem intervenção <i>POWERbreathe device Gaiam Ltd, Warwickshire UK</i>	GI ↑ PIM (p<0.01) (163.0 ± 29.8 cmH ₂ O inicial até 195.9 ± 23.5 cmH ₂ O) GC PIM não sofre alterações significativas (p>0.05) (163.6 ± 16.4 cmH ₂ O inicial até 163.4 ± 20.1 cmH ₂ O) VEF1, CVF, VEF1/CVF, PFE e VMV apenas para estabelecer baseline
Tong et al. (2008)	Corrida (China) Desportistas	Sexo: M Idade: GI 21.3 ± 0.9 GP 21.5 ± 2.1 GC 22.0 ± 1.9 Amostra (n) GI n=10 GP n=10 GC n=10	GI: 6 semanas 30 repetições 2 vezes por dia 6 dias por semana 50% MIP com progressão até 10-15 cmH ₂ O depões adaptação GP: mesmo protocolo sem resistência relevante GC: Sem intervenção <i>POWERbreathe device Gaiam Ltd, Warwickshire UK</i>	GI ↑ PIM (p<0.01) (145.1 ± 19.6 cmH ₂ O inicial até 191.3 ± 22.2 cmH ₂ O) GP ↓ PIM (p>0.05) (160.2 ± 25.0 cmH ₂ O inicial até 156.9 ± 25.5 cmH ₂ O) GC ↑ PIM (p>0.05) (153.4 ± 19.4 cmH ₂ O inicial até 154.6 ± 20.3 cmH ₂ O) VEF1, CVF, VEF1/CVF, PFE e VMV apenas para estabelecer baseline

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Gething, Williams e Davies (2004)</p>	<p>Ciclismo (Reino Unido) Desportistas</p>	<p>Sexo: M+F Idade: 22.7 ± 2.3 Amostra (n) GI n=5 GP n=5 GC n=5</p>	<p>GI: 10 semanas 3 dia por semana resistência de 270 cmH₂O/litro/s GP: mesmo protocolo mas com resistência de 10 cmH₂O/litro/s GC: sem intervenção <i>Threshold, Micro Medical Ltd, Rochester, Kent, UK</i></p>	<p>GI ↑ PIM (p<0.05) (134 ± 35 cmH₂O inicial até 180 ± 39 cmH₂O) ↑ PEM (p>0.05) (138 ± 26 cmH₂O inicial até 144 ± 26 cmH₂O) GP ↑ PIM (p>0.05) (136 ± 26 cmH₂O inicial até 140.2 ± 29 cmH₂O) PEM não muda (p>0.05) (126 ± 40 cmH₂O inicial até 126 ± 8 cmH₂O) GC ↑ PIM (p>0.05) (127 ± 40 cmH₂O inicial até 128 ± 39 cmH₂O) ↑ PEM (p>0.05) (117 ± 21 cmH₂O inicial até 126 ± 32 cmH₂O) CFV, VEF1 e PFE sem alterações significativas em qualquer dos grupos</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Romer, McConnell e Jones (2002a)</p>	<p>Ciclismo (Reino Unido) Atletas</p>	<p>Sexo: M Idade: GI 21.3 ± 1.1 GP 20.2 ± 0.7 Amostra (n): GI n=12 GP n=12</p>	<p>GI: 6 semanas 30 repetições, 2/dia 50% PIM GP: Mesmo protocolo com 60 repetições, 1/dia 15% PIM <i>POWERbreathe[®], IMT Technologies Ltd, Birmingham, UK</i></p>	<p>GI ↑ PIM (p<0.01) 30.5 ± 2.2% (130.3 ± 3.7 até 173.8 ± 6.0 cmH₂O) PEM sem alteração significativa GP sem alteração em qualquer variável</p>

Romer, McConnell e Jones (2002b)	Ciclismo (Reino Unido) Atletas	Sexo: M Idade: GI 29.5 ± 3.3 GP 30.3 ± 2.6 Amostra (n): GI n=8 GP n=8	GI: 6 semanas (84 sessões) 30 repetições, 2/dia 50% PIM com ajustes periódicos GP: Mesmo protocolo com 60 repetições, 1/dia 15% PIM <i>POWERbreathe[®], IMT Technologies Ltd, Birmingham, UK</i>	GI ↑ PIM 28 ± 7% (99.8 ± 7.9 até 127.6 ± 7.5 cmH2O) CVF, VEF1, VEF1/CVF, PFE, VMV sem alteração GP sem alteração em qualquer variável
-------------------------------------	--------------------------------------	---	--	---

Legenda: M masculino. F feminino. GI grupo de intervenção. GP grupo placebo. GC grupo de controlo. PIM pressão inspiratória máxima. PEM pressão expiratória máxima. VMV ventilação máxima voluntária. CVF capacidade ventilatória forçada. VEF1 volume expiratório forçado no primeiro segundo. PFE pico fluxo expiratório. ↑ aumento. ↓ diminuição.

Discussão

Esta revisão bibliográfica pretendeu verificar os efeitos do TMI em atletas ou desportistas, em várias modalidades. Não parece haver protocolos universais para o trabalho dos músculos inspiratórios e cada investigador define os seus protocolos. Os 10 artigos mostram um aumento significativo da PIM e 2 artigos (Forbes et al., 2011; Mackala et al., 2019) mostram um aumento significativo da PEM pós a intervenção. Isso pode ser explicado porque alguns autores não avaliam a PEM e focalizam-se sobre a PIM. É ainda de referir que o aumento da resistência ao longo do protocolo parece ter um impacto sobre a PEM. Isso acontece porque permite uma adaptação progressiva e não sobrecarrega demasiadamente os músculos respiratórios. Também o trabalho de explosividade, com intervalos de repouso curtos, deve ter um impacto na PEM. O tempo mínimo de intervenção era de 4 semanas (Tong et al., 2010) e o tempo máximo de intervenção era de 13 semanas (Martins de Abreu et al., 2019). Os protocolos de intervenção variam em número de semanas, sessões, número de repetições e de pressão, aplicada durante o TMI. O *score* médio obtido na escala de PEDro era de 6.81, com a nota máxima de 9 e a nota mínima de 6, sendo que, há uma heterogeneidade nos *scores* obtidos entre estudos de alta qualidade e estudos de qualidade média. A modalidade desportista parece ter um impacto sobre os resultados. As modalidades onde o esforço implica explosividade, alterações entre um esforço intenso e um esforço médio ou repouso, como o futebol e a natação, parecem obter maiores resultados que as modalidades que precisam de resistência com esforços prolongados sem pausa, como o remo, a corrida e o ciclismo.

Efeitos do TMI no ciclismo

Nos 5 artigos que estudam os efeitos do TMI no ciclismo ocorreu um aumento significativo da PIM. Todos os estudos usam no TMI uma pressão mínima 50% da PIM e mostram um efeito significativo no GI comparando com o GC ou o GP, exceto o estudo de McEntire et al. (2016) que não demonstra diferenças significativas entre o GI e o GC, ou seja, o protocolo de TMI com resistência de 15% da PIM não é suficiente para provocar um aumento da PIM. Os estudos de Romer, McConnell e Jones (2002a) e Romer, McConnell e Jones (2002b) confirmam essa hipótese, com o uso de uma resistência de 15% da PIM no GC, não obtiveram alterações da PIM. Essas alterações na PIM podem ser explicadas pela adaptação provocada pelo treino específico dos músculos inspiratórios, pela duração da intervenção e pelo número de treinos. O estudo de Martins de Abreu et al. (2019) utiliza dois protocolos de intervenção com mesma duração, mudando apenas a pressão aplicada que é de 60% da PIM no primeiro

GI e de 80-90% no segundo GI. Constata-se que os dois GI mostram um aumento significativo da PIM, mas a progressão é maior no grupo que fez a intervenção com maior pressão. Isso sugere que quanto maior é a pressão aplicada, maiores são os resultados. A investigação de Gething, Williams e Davies (2004) obteve uma alteração positiva da PIM apenas no GI devido à pressão não significativa usada nos GP e GC, ou seja, parece que é preciso uma pressão mínima para obter resultados.

Efeitos do TMI na corrida

A corrida é uma modalidade que precisa de uma boa gestão das contribuições em oxigénio, porque o praticante precisa de economizar a sua energia em função da dificuldade do campo que muda ao longo do treino. Nos 2 artigos que tratam dos efeitos do TMI na corrida (Tong et al., 2008; Tong et al., 2010), podemos verificar que os protocolos são similares, alterando apenas a duração (4 e 6 semanas), e o segundo não usa GP. Independentemente da amostra que é diferente, observa-se melhores resultados no aumento da PIM no protocolo com mais duração. Perante esses resultados podemos extrapolar que a duração da intervenção esteja relacionada com os resultados obtidos, sendo que o maior tempo fomenta melhores resultados. No artigo que usa um GP sem uma resistência da PIM relevante, podemos observar que há uma diminuição não significativa da PIM, ou seja, parece que para existir um aumento significativo da PIM, independentemente do treino da modalidade desportista, devemos colocar uma resistência da PIM de 50%, no mínimo.

Efeitos do TMI nos desportos em equipa

As modalidades de desporto em equipa são o futebol (Mackala et al., 2019) e o remo (Forbes et al., 2011). São duas modalidades onde os atletas precisam de uma boa resistência e evitar os gastos energéticos, sendo feitos de momentos de explosividade (mais no futebol, mas acontece no remo também), onde precisam de desenvolver um máximo de força e velocidade, por isso precisam de contribuições em oxigénio ótimas. Com essas informações, parece relevante um trabalho específico dos músculos inspiratórios para promover a função cardiorrespiratória. Os dois protocolos são diferentes em termos de duração, mas usam ambos um TMI com aumento progressivo da pressão. Forbes et al. (2011) obtiveram um aumento da PIM, PEM e PEF unicamente no GI. O trabalho de Mackala et al. (2019) está mais desenvolvido ao nível dos resultados, mostra uma melhoria significativa após 8 semanas de TMI ao nível da PIM, PEM, CVF e VEF1 em ambos os grupos, mas mínima no GC. O aumento progressivo da pressão aplicada parece ter uma influencia positiva nos resultados

porque a PIM aumentou 61%.

Efeitos do TMI nos desportos aquáticos

A natação é uma disciplina onde as contribuições em oxigénio são racionadas, por isso os atletas oscilam entre o trabalho aeróbio e anaeróbio, sendo a capacidade respiratória muito importante. O estudo de Shei, Lindley, Chatham e Mickleborough (2016) obteve os melhores resultados com aumento da PIM de 90%. Os resultados obtidos podem ser explicados pela duração da intervenção, a pressão considerável que esta imposta, e também o treino anaeróbio.

Limitações

Os protocolos são heterogéneos em termo de frequência, duração, pressão colocada no dispositivo *IPTL*. Muitos dos estudos não utilizaram protocolos específicos para cada modalidade desportiva. Apenas três estudos apresentaram um GP e um GC juntamente com o GI, o que pode ser indicador do número reduzido de elementos disponível para compor a amostra dos estudos. Um único estudo utilizou dois GI além de um GP, para comparar a diferença de resultados obtidos entre um protocolo que usa uma resistência média, e o outro que utiliza uma resistência perto do máximo da PIM.

Recomendações

Recomendamos um maior *follow up* e um maior período de intervenção, com amostras maiores. Também recomendamos em futuros estudos que os investigadores associem um treino específico da respetiva modalidade desportiva com o TMI.

Conclusão

A pressão aplicada durante o trabalho dos músculos inspiratórios e a duração da intervenção parece ter um real impacto nos resultados obtidos, sendo necessário uma pressão próxima dos 50-70%, uma duração do protocolo pelo menos de 12 semanas, e um aumento da resistência de maneira progressiva para obter um máximo de resultados. Assim, o corpo do atleta ou desportista está sempre confrontado a um *stress*, ou a uma carga de treino importante, sendo que o tempo de 3 meses pode permitir uma adaptação fisiológica.

Bibliografia

Downey, A., Chenoweth, M., Townsend, D., Ranum, J., Ferguson, C. e Harms, C. (2007). Effects of inspiratory muscle training on exercise responses in normoxia and hypoxia. *Respiratory physiology & neurobiology*, 156(2), 137–146.

Enright, S. e Unnithan, V. (2011). Effect of inspiratory muscle training intensities on pulmonary function and work capacity in people who are healthy: a randomized controlled trial. *Physical therapy*, 91(6), 895-905.

Forbes, S., Game, A., Syrotuik, D., Jones, R. e Bell, G. (2011). The effect of inspiratory and expiratory respiratory muscle training in rowers. *Research in sports medicine*, 19(4), 217–230.

Gething, A., Williams, M. e Davies, B. (2004). Inspiratory resistive loading improves cycling capacity: a placebo controlled trial. *British journal of sports medicine*, 38(6), 730–736.

HajGhanbari, B., Yamabayashi, C., Buna, T., Coelho, J., Freedman, K., Morton, T., Palmer, S., Toy, M., Walsh, C., Sheel, A. e Reid, W. (2013). Effects of respiratory muscle training on performance in athletes: a systematic review with meta-analyses. *Journal of strength and conditioning research*, 27(6), 1643-1663.

Mackała, K., Kurzaj, M., Okrzybowska, P., Stodółka, J., Coh, M. e Rożek-Piechura, K. (2019). The Effect of Respiratory Muscle Training on the Pulmonary Function, Lung Ventilation, and Endurance Performance of Young Soccer Players. *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 234.

Maher, C., Sherrington, C., Herbert, R., Moseley, A. e Elkins M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83, 713–721.

Martins de Abreu, R., Porta, A., Rehder-Santos, P., Cairo, B., Donisete da Silva, C., De Favari Signini, É., Sakaguchi, C. e Catai, A. (2019). Effects of inspiratory muscle-training intensity on cardiovascular control in amateur cyclists. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 317(6), 891–902.

McConnell, A. (2013). *Respiratory muscle training: theory and practice*, 1st ed. Churchill, Livingstone.

McEntire, S., Smith, J., Ferguson, C., Brown, K., Kurti, S. e Harms, C. (2016). The effect of exercise training with an additional inspiratory load on inspiratory muscle fatigue and time-trial performance. *Respiratory physiology & neurobiology*, 230, 54–59.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. e Altman, D. The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses: The PRISMA Statement. *Public library of science medicine*, 6(7), e1000097.

Ramos, I., Barreira, S. e Viana, R. (2020). Inspiratory muscle training on lung function of male roller hockey players: a randomized controlled trial pilot study. *Porto biomedical journal*, 5(5), e075.

Romer, L. e McConnell, A. (2003). Specificity and reversibility of inspiratory muscle training. *Medicine and science in sports and exercise*, 35, 237–244.

Romer, L., McConnell, A. e Jones, D. (2002a). Effects of inspiratory muscle training upon recovery time during high intensity, repetitive sprint activity. *International journal of sports medicine*, 23(5), 353–360.

Romer, L., McConnell, A. e Jones, D. (2002b). Inspiratory muscle fatigue in trained cyclists: effects of inspiratory muscle training. *Medicine and science in sports and exercise*, 34, 785-792.

Shei, R., Lindley, M., Chatham, K. e Mickleborough, T. (2016). Effect of flow-resistive inspiratory loading on pulmonary and respiratory muscle function in sub-elite swimmers. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 56(4), 392–398.

Tong, T., Fu, F., Eston, R., Chung, P., Quach, B. e Lu, K. (2010). Chronic and acute inspiratory muscle loading augment the effect of a 6-week interval program on tolerance of high-intensity intermittent bouts of running. *Journal of strength and conditioning research*, 24(11), 3041–3048.

Tong, T., Fu, F., Chung, P., Eston, R., Lu, K., Quach, B., Nie, J. e So, R. (2008). The effect of inspiratory muscle training on high-intensity, intermittent running performance to exhaustion. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 33(4), 671–681.

Turner, L., Tecklenbrug-Lund, S., Chapman, R., Stager, J., Wilhite, D. e Mickleborough, T. (2012). Inspiratory muscle training lowers the oxygen cost of voluntary hyperpnea. *Journal of applied physiology*, 112(1), 127-134.

Vasconcelos, T., Hall, A. e Viana, R. (2017). The influence of inspiratory muscle training on lung function in female basketball players - a randomized controlled trial. *Porto biomedical journal*, 2(3), 86–89.

Volianitis, S., McConnell, A., Koutedakis, Y., McNaughton, L., Backx, K. e Jones D. (2001). Inspiratory muscle training improves rowing performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(5), 803-809.