

Relações entre atividade física, tabagismo, transportabilidade mucociliar nasal e função pulmonar

Relationships between physical activity, smoking, nasal mucociliary transportability and pulmonary function

Juliana Souza Uzeloto¹ ✉, Dionei Ramos¹, Ana Paula Coelho Figueira Freire¹,
Diego Giulliano Destro Christofaro¹, Ercy Mara Cipulo Ramos¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Presidente Prudente, SP

RESUMO

OBJETIVOS: Comparar indivíduos tabagistas e não tabagistas, ativos e insuficientemente ativos fisicamente, quanto à transportabilidade mucociliar nasal e à função pulmonar.

MÉTODOS: Estudo de delineamento transversal. Os voluntários responderam a uma entrevista para obtenção de dados pessoais, informação sobre hábitos tabagísticos e nível de atividade física. Após, eles foram avaliados quanto aos dados antropométricos, transporte mucociliar nasal (pelo teste do tempo de trânsito da sacarina) e função pulmonar (pela mensuração do volume expiratório forçado no primeiro segundo e da capacidade vital forçada). Foram utilizados a análise de variância para investigação entre os grupos e a análise de covariância (ajustada por fatores de confusão) para investigação de cofatores sobre o tempo de trânsito de sacarina. Foram adotados o nível de significância de 5% e o intervalo de confiança de 95%.

RESULTADOS: Foram selecionados 139 indivíduos, alocados em quatro grupos, de acordo com o hábito tabagístico e o nível de atividade física: 45 tabagistas insuficientemente ativos fisicamente; 25 tabagistas ativos fisicamente; 31 não tabagistas insuficientemente ativos; e 38 não tabagistas ativos fisicamente. As médias de idade e os índices de massa corporal não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os quatro grupos. No teste do tempo de trânsito da sacarina os indivíduos não fumantes fisicamente ativos apresentaram um tempo de 8,73 minutos, enquanto nos insuficientemente ativos o tempo foi de 13,0 minutos ($p=0,0409$). Os fumantes fisicamente ativos apresentaram menores valores de volume expiratório forçado no primeiro segundo em comparação aos insuficientemente ativos (escore z em relação aos valores preditos -1,01 e -0,55, respectivamente; $p=0,0207$).

CONCLUSÕES: Nesta amostra de indivíduos adultos, saudáveis, de ambos os sexos, a prática de atividade física foi benéfica para a transportabilidade mucociliar nasal, porém somente nos indivíduos que nunca fumaram. Por outro lado, os tabagistas fisicamente ativos apresentaram menores valores de função pulmonar quando comparados aos tabagistas insuficientemente ativos, sugerindo que os exercícios físicos possam provocar prejuízos adicionais à função pulmonar se o indivíduo não modificar o hábito de fumar.

DESCRIPTORIOS: tabagismo; exercício; depuração mucociliar; transporte mucociliar; pulmão.

ABSTRACT

AIMS: To compare smokers and non-smokers, physically active and insufficiently active, on mucociliary transportability and lung function.

METHODS: Cross-sectional study. The volunteers were interviewed to obtain personal data, information on smoking habits and level of physical activity. Then, they were evaluated for anthropometric data, nasal mucociliary transport (by saccharin transit time test) and lung function (by measuring forced expiratory volume in the first second and forced vital capacity). Analysis of variance was used for investigation between the groups and analysis of covariance (adjusted for confounding factors) to investigate cofactors on the transit time of saccharin. The significance level of 5% and the 95% confidence interval were adopted.

RESULTS: A total of 139 individuals were selected and assigned to four groups, according to the smoking habits and the level of physical activity: 45 smokers who were not physically active; 25 physically active smokers; 31 non-smokers who were not physically active; and 38 physically active non-smokers. The mean age and body mass index did not present statistically significant differences between the four groups. In the saccharin transit time test, physically active non-smokers presented a time of 8.73 minutes, while in the insufficiently active, the time was 13.0 minutes ($p=0.0409$). Physically active smokers presented lower values of forced expiratory volume in the first second compared to those who were not physically active (z score in relation to predicted values -1.01 and -0.55, respectively; $p=0.0207$).

CONCLUSIONS: In this sample of healthy adults of both sexes, the practice of physical activity was beneficial for nasal mucociliary transportability, but only in individuals who never smoked. On the other hand, physically active smokers presented lower values of lung function when compared to insufficiently active smokers, suggesting that physical exercises may cause additional lung function impairment if the individual does not change the smoking habit.

KEY WORDS: smoking; exercise; mucociliary clearance; mucociliary transport; lung.

Recebido: 20/03/2017

Aceito: 29/07/2017

Publicado: 18/08/2017

✉ **Correspondência:** juliana_uzeloto@hotmail.com

Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNESP
Rua Roberto Simonsen, 305 – CEP 19060-900, Presidente Prudente, SP, Brasil



Este artigo está licenciado sob forma de uma licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a publicação original seja corretamente citada.
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR

Abreviaturas: COex, monóxido de carbono no ar expirado; CVF, capacidade vital forçada; IPAQ, *International Physical Activity Questionnaire*; NTAF, não tabagistas ativos fisicamente; NTIAF, não tabagistas insuficientemente ativos fisicamente; TAF, tabagistas ativos fisicamente; TIAF, tabagistas insuficientemente ativos fisicamente; TTS, tempo de trânsito de sacarina; VEF₁, volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF₁/CVF, relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada.

INTRODUÇÃO

O fumo crônico é um grave problema para a saúde pública. Considerado como uma doença, o tabagismo representa a principal causa de morte evitável em todo o mundo. No Brasil, 200 mil pessoas morrem, anualmente, em decorrência dos males do cigarro. Considerando valores mundiais, esse número sobe para quase seis milhões [1-3].

Fumar é o principal fator evitável para o desenvolvimento de doenças respiratórias tais como câncer de pulmão e doença pulmonar obstrutiva crônica [4]. Mais especificamente, o tabagismo afeta negativamente o transporte mucociliar [5], principal mecanismo de defesa do sistema respiratório, além de prejudicar a função pulmonar por outros mecanismos [6].

A realização de atividade física regular traz inúmeros benefícios para o organismo, além de contribuir para a prevenção de várias doenças crônicas [7, 8]. Em fumantes ativos, altos níveis de atividade física regular foram associados a menor declínio da função pulmonar e ao menor risco de desenvolver doença pulmonar obstrutiva crônica [9]. Em relação à influência da atividade física no transporte mucociliar, os estudos apresentam evidências contraditórias em diferentes populações [10-12]. Salzano et al. [10] observaram que em atletas com alto nível de desempenho o transporte mucociliar diminui após um esforço agudo de exercício. O mesmo foi observado no estudo de Wolff et al. [11], no qual homens saudáveis foram submetidos a uma sessão de hiperventilação. Em doentes pulmonares crônicos, Leite et al. [12] relataram não haver alteração da transportabilidade mucociliar nasal após um treinamento aeróbio de 12 semanas. Nesses três estudos, somente foram avaliados indivíduos não fumantes.

Contudo, não há evidências sobre a relação entre nível de atividade física, transportabilidade mucociliar nasal e função pulmonar de indivíduos tabagistas. A hipótese é de que indivíduos fisicamente ativos apresentem melhor função pulmonar e transportabilidade mucociliar do que os insu-

ficientemente ativos fisicamente, mesmo quando tabagistas.

Elucidar esta questão pode contribuir para o entendimento do comportamento do organismo frente a um estímulo nocivo, o tabagismo, e a um estímulo benéfico, a atividade física. Se for confirmada a hipótese de que a atividade física é capaz de melhorar a função pulmonar e o transporte mucociliar mesmo em fumantes, será possível aprimorar o tratamento de tabagistas, estimulando-os cada vez mais para a realização dessas atividades. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi comparar indivíduos tabagistas e não tabagistas insuficientemente ativos e ativos fisicamente, quanto à transportabilidade mucociliar nasal e à função pulmonar.

MÉTODOS

Delineamento, local do estudo e ética

Para este estudo de delineamento transversal, foi avaliada uma amostra, por conveniência, de indivíduos tabagistas e indivíduos não tabagistas. Todos os participantes foram comunicados quanto ao objetivo e procedimentos do estudo e, após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, passando a fazer parte da pesquisa. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), protocolo nº 18/2011. A coleta de dados foi realizada no Centro de Estudos e de Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação da UNESP de Presidente Prudente, no ano de 2015.

População e amostra

Os indivíduos tabagistas foram recrutados do programa de orientação e conscientização antitabagismo da UNESP de Presidente Prudente [13]. O grupo de não tabagistas foi formado por voluntários, estudantes e funcionários da UNESP de Presidente Prudente, que preenchiam os critérios de inclusão definidos previamente e que aceitaram realizar o protocolo proposto, tendo sido recrutados aleatoriamente pelos pesquisadores/autores da pesquisa.

Para serem incluídos, os voluntários, tabagistas e não tabagistas, deveriam ter entre 30 e 50 anos, função pulmonar normal (atestada por espirometria); não terem diagnóstico de doença pulmonar, histórico de cirurgia ou trauma nasal, desvio de septo, ou processo inflamatório ou infeccioso no sistema respiratório (verificados em avaliação clínica durante a entrevista e protocolo experimental). Ainda, no grupo de tabagistas

foram incluídos somente os que fumavam ativamente um número mínimo de 10 cigarros convencionais por dia, há pelo menos um ano. E para o grupo de não tabagistas foram incluídos somente indivíduos que nunca tinham fumado e que nunca haviam sido expostos diariamente à fumaça do cigarro em algum momento da vida. Os critérios de exclusão foram a não compreensão ou não colaboração com os procedimentos e métodos da pesquisa após o início da mesma.

Os participantes foram alocados em quatro grupos, de acordo com o hábito tabagístico e o nível de atividade física: tabagistas insuficientemente ativos fisicamente (TIAF); tabagistas ativos fisicamente (TAF); não tabagistas insuficientemente ativos fisicamente (NTIAF) e não tabagistas ativos fisicamente (NTAF).

Procedimentos de avaliação

O protocolo foi realizado em um dia, durante o qual os voluntários responderam a uma entrevista para obtenção dos dados pessoais (idade, escolaridade), história clínica (cirurgias ou traumas nasais, doenças respiratórias crônicas, infecção nas últimas semanas), nível de atividade física e hábitos tabagísticos.

No mesmo dia, os participantes foram avaliados quanto aos dados antropométricos, sendo mensurados peso e altura, determinados por balança e estadiômetro (Sanny®, Brasil), e calculado o índice de massa corporal [18]. Foi realizada ainda a mensuração do monóxido de carbono no ar expirado (COex) e avaliados o transporte mucociliar nasal e a função pulmonar.

Todas as avaliações citadas foram realizadas por um único pesquisador, para que não houvesse variabilidade inter-indivíduos. Os participantes foram orientados a se abster de bebidas alcoólicas, substâncias a base de cafeína, medicamentos tais como anestésicos, analgésicos, barbitúricos, calmantes e antidepressivos,

e a permanecer em abstinência tabagística por 12 horas antes das avaliações, já que essas substâncias alteram a transportabilidade mucociliar nasal e a dilatação dos brônquios [15, 16].

Classificação do tabagismo

Com as informações sobre número de cigarros fumados por dia e anos de tabagismo, foi calculado o índice anos/maço, que é o número de cigarros fumados por dia, dividido por 20 e multiplicado pelo número de anos que o indivíduo fumou [17].

Foi avaliado ainda o grau de dependência ao cigarro, por meio do Questionário de Dependência Nicotínica de Fagerström [19]. O instrumento consiste em um questionário com seis itens. Os escores obtidos no teste permitem a classificação da dependência à nicotina em cinco níveis: muito baixa (0 a 2 pontos); baixa (3 a 4 pontos); moderada (5 pontos); alta (6 a 7 pontos); e muito alta (8 a 10 pontos) [20].

Classificação do nível de atividade física

Para avaliar o nível de atividade física foi utilizado o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), traduzido e validado por Pardini et al. [21] em 2001. As perguntas relacionam-se à frequência e à duração de atividades físicas vigorosas (que precisam de um grande esforço físico e fazem respirar muito mais forte do que o normal), moderadas (que precisam de algum esforço físico e fazem respirar um pouco mais forte do que o normal) e/ou caminhada, na última semana, por pelo menos 10 minutos contínuos.

De acordo com as respostas ao questionário, os voluntários foram classificados em insuficientemente ativos (sedentários, irregularmente ativos A e B) e fisicamente ativos (ativos e muito ativos) (**Quadro 1**).

Quadro 1. Classificação do nível de atividade física conforme o *International Physical Activity Questionnaire* (IPAQ), traduzido e validado por Pardini et al. [21]

Classificação	Atividade física relatada		
	Vigorosa	Moderada	Caminhada
Muito ativo	≥5 dias/semana e ≥30 minutos por sessão		
	≥3 dias/semana e ≥20 minutos por sessão	≥5 dias/semana e ≥30 minutos por sessão	
Ativo	≥3 dias/semana e ≥20 minutos por sessão		
		≥5 dias/semana e ≥30 minutos por sessão	
	≥5 dias/semana e ≥150 minutos/semana		
Irregularmente ativo A	5 dias /semana ou 150 minutos/semana		
Irregularmente ativo B	Aquele que não atingiu nenhum dos critérios da recomendação quanto à frequência nem quanto à duração		
Sedentário	Aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana		

Mensuração do monóxido de carbono no ar expirado

A mensuração de COex foi empregada pela monoximetria com o intuito de comprovar o período de abstinência do cigarro de 12 horas. A aplicação da técnica foi padronizada conforme a descrição: o indivíduo foi orientado a inspirar profundamente e então permanecer em apneia por 20 segundos. Em seguida era acoplado o aparelho (Micro Medical Ltda., Rochester, Reino Unido) na boca do indivíduo e o mesmo era orientado a realizar uma expiração completa de maneira lenta e suave [22].

Mensuração da transportabilidade mucociliar nasal

A avaliação do transporte mucociliar nasal foi realizada por meio do teste do tempo de trânsito de sacarina (TTS). O teste foi realizado em temperatura ambiente de 25°C e umidade relativa do ar entre 50% e 60%. Os participantes foram posicionados sentados com a cabeça estendida a 10 graus. O TTS foi iniciado pela introdução de aproximadamente 2,5 mg de sacarina sódica granulada por meio de um canudo plástico, sob controle visual, a aproximadamente 2 cm para dentro da narina direita. A partir deste momento, o cronômetro era acionado e os indivíduos eram orientados a não andar, não falar, não tossir, não espirrar, não coçar ou assoar o nariz, além de serem instruídos a engolir a saliva poucas vezes por minuto até que sentissem um sabor na garganta, devendo então acenar com a mão para o examinador; nesse momento, o tempo era registrado [23].

Mensuração da função pulmonar

Para a mensuração da função pulmonar foi realizada a espirometria, por meio de um espirômetro da marca MIR-Spirobank versão 3.6 (Waukesha – Wisconsin, EUA) acoplado a um computador, segundo orientações e critérios da *European Respiratory Society* [24]. Os valores de normalidade seguiram a equação da *Global Lung Function Initiative* (GLI) [25]. As variáveis espirométricas avaliadas foram: volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), capacidade vital forçada (CVF) e relação entre essas variáveis (VEF_1/CVF). Foram utilizados valores de escore z baseados nos valores preditos segundo a GLI.

Análise estatística

Foi realizado o cálculo amostral para teste de hipótese bicaudal utilizando uma equação baseada em

um nível de confiança de 5% e poder de teste de 80%. Valores de TTS foram extraídos de estudo prévio [14] com média e desvio padrão dos grupos comparados de $5,9 \pm 3,1$ e $7,7 \pm 4,1$ minutos e diferença mínima esperada entre eles de 1,8 minutos. O cálculo previa a avaliação de 132 voluntários.

Para a caracterização da amostra foram utilizadas médias e desvios padrões. Para a comparação das médias entre tabagistas insuficientemente ativos, tabagistas ativos fisicamente, não tabagistas insuficientemente ativos e não tabagistas ativos fisicamente foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA), sendo aplicado o teste de *post-hoc* de Tukey, se necessário para identificar possíveis diferenças. Para a comparação das variáveis de carga tabagística foi utilizado o teste t de Student para amostras independentes. Para comparar o TTS e variáveis da função pulmonar entre tabagistas e não tabagistas, ativos ou insuficientemente ativos fisicamente, foi realizada Análise de Covariância (ANCOVA) ajustada por fatores de confusão como sexo, idade e escolaridade. O tamanho do efeito foi descrito pelo Cohen's d. Foram adotados nível de significância de 5% e intervalo de confiança de 95%.

RESULTADOS

Foram incluídos 139 indivíduos, e nenhum deles foi excluído durante as avaliações, cumprindo-se o número amostral mínimo exigido. Destes, 70 eram tabagistas (45 TIAF e 25 TAF) e 69 eram não tabagistas (31 NTIAF e 38 NTAF) (Figura 1).

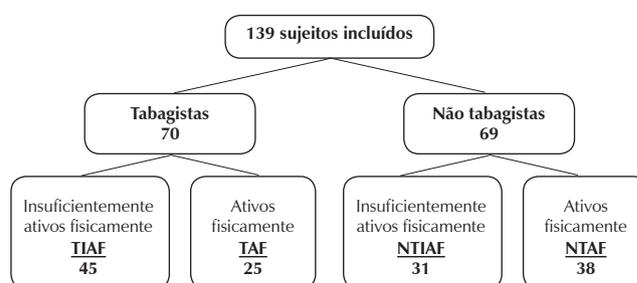


Figura 1. Fluxograma da amostra com a divisão dos grupos avaliados, de acordo com o hábito tabagístico e o nível de atividade física. Centro de Estudos e de Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, SP, 2015.

Na **Tabela 1** é possível observar as variáveis de caracterização da amostra. Os quatro grupos apresentaram valores semelhantes de idade, dados antropométricos, escolaridade e TTS. Entre os fumantes não foram encontradas diferenças em relação aos hábitos tabagísticos.

Tabela 1. Dados antropométricos, carga tabagística, função pulmonar e teste de tempo de trânsito de sacarina dos grupos avaliados. Valores expressos em média e desvio padrão. Centro de Estudos e de Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, SP, 2015.

Variáveis	Tabagistas		Não tabagistas		p
	Insuficientemente ativos (n=45) Média (DP)	Fisicamente ativos (n=25) Média (DP)	Insuficientemente ativos (n=31) Média (DP)	Fisicamente ativos (n=38) Média (DP)	
Sexo (relação masculino/feminino)	23/22	10/15	16/15	16/22	0,699
Idade (anos)	36,69 (7,30)	39,88 (5,77)	39,63 (6,11)	39,79 (5,41)	0,999
Peso (kg)	76,86 (17,96)	73,27 (17,38)	79,79 (13,18)	70,58 (15,34)	0,099
Estatura (m)	1,68 (0,07)	1,67 (0,09)	1,70 (0,09)	1,65 (0,08)	0,097
IMC (kg/m ²)	26,83 (4,83)	25,97 (4,60)	27,58 (4,34)	25,77 (4,56)	0,367
Escolaridade (anos)	9,82 (4,43)	9,48 (4,76)	11,16 (2,85)	10,76 (4,02)	0,311
Anos de tabagismo	22,49 (8,43)	21,68 (7,08)	–	–	0,658
Número de cigarros por dia	21,98 (11,76)	23,88 (13,38)	–	–	0,698
Anos/maço	24,67 (16,97)	25,96 (15,60)	–	–	0,676
Teste de Fagerström (pontuação)	6,07 (2,30)	6,65 (2,56)	–	–	0,952
CVF (escore z)	-0,49 (0,69)	0,79 (0,89)	0,22 (1,53)	-0,09 (1,38)	0,005 *
VEF ₁ (escore z)	-0,55 (0,67)	-1,01 (0,94)	0,14 (1,39)	-0,34 (1,43)	0,001 *†‡
VEF ₁ /CVF (escore z)	-0,12 (0,76)	-0,44 (0,80)	-0,13 (1,03)	0,02 (0,68)	0,191
TTS (minutos)	11,11 (6,02)	9,64 (3,98)	13,01 (8,85)	8,74 (6,67)	0,0873

DP, desvio padrão; TTS, tempo de trânsito de sacarina.

Para a comparação entre os quatro grupos foi realizado o teste ANOVA. Para a comparação entre os tabagistas foi realizado o teste de Mann-Whitney.

* Diferença entre tabagistas fisicamente ativos e não tabagistas insuficientemente ativos; † diferença entre tabagistas fisicamente ativos e não tabagistas fisicamente ativos;

‡ diferença entre tabagistas insuficientemente ativos e não tabagistas insuficientemente ativos.

Tabela 2. Comparação entre teste de tempo de trânsito de sacarina (minutos) e variáveis de função pulmonar de acordo com nível de atividade física e hábito tabagístico, ajustado por sexo, idade e escolaridade. Centro de Estudos e de Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, SP, 2015.

Variáveis	Média	DP	p*	Tamanho do efeito	IC (95%)	
TTS (minutos)	Tabagistas		0,500	-0,27	-0,76; -0,21	
	Insuf. ativos	11,10				6,02
	Fisic. ativos	9,63				3,98
	Não tabagistas					
VEF ₁ (escore z)	Tabagistas		0,020	-0,59	-1,09; -0,09	
	Insuf. ativos	-0,55				0,67
	Fisic. ativos	-1,01				0,94
	Não tabagistas					
CVF (escore z)	Tabagistas		0,119	1,67	1,11; 2,23	
	Insuf. ativos	-0,49				0,69
	Fisic. ativos	0,79				0,89
	Não tabagistas					
VEF ₁ /CVF (escore z)	Tabagistas		0,466	0,18	-0,30; 0,65	
	Insuf. ativos	-0,12				0,76
	Fisic. ativos	-0,44				0,80
	Não tabagistas					
VEF ₁ /CVF (escore z)	Tabagistas		0,408	-0,21	-0,69; 0,26	
	Insuf. ativos	0,22				1,53
	Fisic. ativos	-0,09				1,38
	Não tabagistas					

DP, desvio padrão; IC, intervalo de confiança; TTS, tempo de trânsito de sacarina; Insuf., insuficientemente; Fisic., fisicamente; VEF₁, volume expiratório forçado no primeiro segundo; CVF, capacidade vital forçada; VEF₁/CVF, relação entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e capacidade vital forçada.

* Teste t para amostras independentes ou teste de Mann-Whitney, de acordo com a normalidade dos dados.

A função pulmonar apresentou-se dentro dos valores normais em toda a amostra, mas foram observadas diferenças significativas nos valores entre os grupos, sendo que o grupo NTAF apresentou valores de CVF maiores quando comparado ao TAF e ainda valores maiores de VEF₁ quando comparado aos tabagistas, independente do nível de atividade física. Não houve correlação significativa entre número de cigarros fumados por dia e TTS ($r=0,08$; $p=0,483$).

Em relação aos resultados do questionário Fagerström, a dependência elevada à nicotina foi a classificação mais frequente entre o grupo TIAF (33%); já entre os TAF a categoria mais frequente foi a dependência muito elevada à nicotina (40%). No entanto, a distribuição entre as classificações dos dois grupos de tabagistas não apresentou diferença estatística ($p=0,9528$).

Na **Tabela 2** pode-se observar a comparação entre valores de TTS e valores das variáveis que representam a função pulmonar: VEF₁, CVF e VEF₁/CVF, considerando hábito tabagístico e nível de atividade física, com ajuste por sexo, idade e escolaridade. Pode-se observar que, entre os não tabagistas, os fisicamente ativos apresentaram transportabilidade mucociliar mais eficiente do que os insuficientemente ativos. Já entre os tabagistas, foi possível observar que os insuficientemente ativos apresentaram maiores valores de VEF₁ (escore z em relação a valores preditos) do que os fisicamente ativos.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo demonstram achados distintos para tabagistas e não tabagistas. Entre os não fumantes, aqueles fisicamente ativos apresentaram melhor transportabilidade mucociliar. Já entre os fumantes, aqueles fisicamente ativos apresentaram valores menores de VEF₁ em relação aos valores preditos.

O transporte mucociliar é tido como o principal mecanismo de defesa do sistema respiratório, pois trata-se de um sistema inato que se destaca por constantemente carrear e eliminar partículas nocivas inaladas [26-28]. Contudo, alguns fatores internos e externos podem interferir na função desse sistema, tais como altas variações de temperatura e umidade, exposição à poluição ambiental, infecções, oxigenioterapia, anestésicos e exposição à fumaça do cigarro [29], sendo este último fator bem conhecido por apresentar prejuízos significantes aos sistemas de defesa do organismo [30]. A atividade física é geralmente considerada estimulante para os diversos

sistemas do organismo, entretanto, em relação ao transporte mucociliar nasal não determina uma resposta consistente. Além disso, há indícios de que a atividade física realizada em alta intensidade pode provocar uma resposta estressante e, inclusive, a baixa na imunidade do indivíduo [31, 32].

Logo após qualquer atividade física, há um aumento de mediadores adrenérgicos na circulação, responsáveis por estimular a frequência do batimento ciliar [33, 34]. Essa teoria foi comprovada clinicamente no estudo de Ramos et al. [35], em que foi avaliado o transporte mucociliar nasal de 37 indivíduos (tabagistas e não tabagistas), após uma sessão de 20 minutos de caminhada em esteira ergométrica a aproximadamente 60% da capacidade máxima de exercício. Os autores observaram que o transporte mucociliar nasal foi acelerado imediatamente após o exercício aeróbio, tanto em tabagistas como em não tabagistas [35].

Já em relação à resposta crônica, ainda são escassos os estudos que investigaram o comportamento da transportabilidade mucociliar. Proença et al. [36], em estudo de delineamento transversal, observaram que maiores níveis de atividade física foram associados à melhor função mucociliar, porém somente em não tabagistas e em tabagistas leves (que fumam até 15 cigarros por dia); já em tabagistas moderados e severos (que fumam entre 16 e 25 e mais que 25 cigarros por dia, respectivamente) não foi observada qualquer relação [36]. Esses achados corroboram com os do presente estudo, o qual não encontrou relação entre transporte mucociliar nasal e nível de atividade física entre os tabagistas. Ou seja, talvez para gerar benefícios ao mecanismo de defesa do sistema respiratório seria necessário que o indivíduo interrompesse o uso do cigarro ou, ao menos, diminuísse a quantidade de cigarros fumados por dia, fazendo-se necessária uma investigação mais profunda nessa população.

Em indivíduos não fumantes já foram observadas modificações do transporte mucociliar após estímulo aeróbio agudo, como verificou o estudo de Ramos et al. [35]. Contudo, em relação aos efeitos crônicos do exercício sobre a transportabilidade mucociliar, não foram encontradas evidências. No presente estudo observou-se que os participantes classificados como fisicamente ativos, ou seja, aqueles que realizavam atividades vigorosas em três dias da semana por pelo menos 20 minutos ou, atividades moderadas/caminhada por pelo menos cinco dias na semana por pelo menos 30 minutos ou ainda que realizassem um total de pelo menos 150 minutos em 5 ou mais dias na semana de qualquer atividade, apresentaram melhor

transporte mucociliar quando comparados àqueles insuficientemente ativos.

Quando analisados os valores espirométricos, foi possível observar que a atividade física não foi capaz de desfazer os prejuízos ocasionados pelo cigarro sobre a função pulmonar, pois apesar de todos os sujeitos do estudo apresentarem função pulmonar normal, os indivíduos tabagistas tiveram valores menores que os não fumantes e, ainda, quando fisicamente ativos, apresentaram menores valores de VEF₁ em relação aos valores preditos quando comparados aos insuficientemente ativos, o que leva à hipótese de que a realização de atividade física por tabagistas pode acelerar os prejuízos que o tabagismo causa sobre a função pulmonar. Nesse sentido, suspeitamos que futuramente, caso não alterem o hábito de fumar, a prática de exercícios físicos por indivíduos fumantes pode provocar prejuízos adicionais à função pulmonar. Por outro lado, a atividade física pode se mostrar benéfica para a função pulmonar (no presente estudo representada por maiores valores de CVF e VEF₁) em indivíduos não fumantes.

Um dos fatores limitantes deste estudo foi o delineamento transversal, que implica na impossibilidade de analisar a causa e efeito, sendo necessários estudos prospectivos randomizados para maior elucidação dessa questão. Outro fator a ser considerado é a medida subjetiva da atividade física. Rosa et al. [37] observaram que há uma inconsistência significativa na atividade física relatada pelo IPAQ, quando comparado ao acelerômetro, sendo que os níveis relatados pelo questionário superestimam os valores reais, sendo esta uma limitação do presente estudo. Ainda, as diferenças nas variáveis de função pulmonar observadas entre os grupos, podem ter influenciado nos resultados do presente estudo.

Como aspectos positivos, o presente estudo contribui para compreensão do papel da atividade física na transportabilidade mucociliar e na função pulmonar de tabagistas e não tabagistas. Ressalta-se que o método TTS, que avalia a transportabilidade mucociliar nasal, apresenta boa reprodutibilidade e correlação com a atividade mucociliar traqueobrônquica, além de ser de baixo custo e de execução e análise fáceis e rápidas [38, 39]. As análises estatísticas realizadas também devem ser destacadas, já que este é o primeiro estudo que utiliza a ANCOVA ajustada por fatores de confusão na investigação das relações entre atividade física, tabagismo, transportabilidade mucociliar e função pulmonar.

Em conclusão, nesta amostra de indivíduos adultos, saudáveis, de ambos os sexos, a prática de atividade física foi benéfica para a transportabilidade mucociliar nasal, porém somente nos indivíduos que nunca fumaram. Por outro lado, os tabagistas fisicamente ativos apresentaram menores valores de função pulmonar quando comparados aos tabagistas insuficientemente ativos, sugerindo que os exercícios físicos podem provocar prejuízos adicionais à função pulmonar se o indivíduo não modificar o hábito de fumar.

NOTAS

Apoio financeiro

Este estudo teve apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo 2014/11970-3.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses relevantes ao conteúdo deste estudo, informam ter tido acesso a todos os dados obtidos e assumem completa responsabilidade pela integridade dos resultados.

REFERÊNCIAS

1. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health. The Health Consequences of Smoking – 50 Years of Progress: A Report of the Surgeon General, 2014 [Internet]. Atlanta; 2014 [cited 2017 February]. Available from: <https://www.surgeongeneral.gov/library/reports/50-years-of-progress/>
2. Centro de Vigilância Sanitária, Coordenadoria de Controle de Doenças, Secretaria de Estado da Saúde. Vigilância sanitária do tabaco no estado de São Paulo. Rev Saúde Pública. 2012;46(2):395-7.
3. World Health Organization. WHO report on the global tobacco epidemic, 2011 [Internet]. Geneva; 2011 [cited 2017 February]. Available from: http://www.who.int/tobacco/global_report/2011/en/
4. Action on Smoking and Health – ASH. Smoking and respiratory disease [Internet]. [updated 2015; cited 2017 February]. Available from: <http://ash.org.uk/information-and-resources/fact-sheets/smoking-and-respiratory-disease/>
5. Xavier RF, Ramos D, Ito JT, Rodrigues FM, Bertolini GN, Macchione M, de Toledo AC, Ramos EM. Effects of cigarette smoking intensity on the mucociliary clearance of active smokers. Respiration. 2013;86(6):479-85. <https://doi.org/10.1159/000348398>
6. Anthonisen NR, Connett JE, Murray RP. Smoking and lung function of Lung Health Study participants after 11 years. Am J Respir Crit Care Med. 2002;166(5):675-9. <https://doi.org/10.1164/rccm.2112096>

7. Wang Y, Li M, Dong F, Zhang J, Zhang F. Physical exercise-induced protection on ischemic cardiovascular and cerebrovascular diseases. *Int J Clin Exp Med*. 2015;8(11):19859-66.
8. Warburton DER, Nicol CW, Bredin SSD. Health benefits of physical activity: the evidence. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal*. 2006;174(6):801-9. <https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>
9. Garcia-Aymerich J, Lange P, Benet M, Schnohr P, Anto JM. Regular physical activity modifies smoking-related lung function decline and reduces risk of chronic obstructive pulmonary disease: a population-based cohort study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2007;175(5):458-63. <https://doi.org/10.1164/rccm.200607-896OC>
10. Salzano FA, Manola M, Tricarico D, Precone D, Motta G. Mucociliary clearance after aerobic exertion in athletes. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2000;20(3):171-6.
11. Wolff RK, Dolovich MB, Obminski G, Newhouse MT. Effects of exercise and eucapnic hyperventilation on bronchial clearance in man. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol*. 1977;43(1):46-50.
12. Leite MR, Ramos EM, Kalva-Filho CA, Freire AP, de Alencar Silva BS, Nicolino J, de Toledo-Arruda AC, Papoti M, Vanderlei LC, Ramos D. Effects of 12 weeks of aerobic training on autonomic modulation, mucociliary clearance, and aerobic parameters in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2015;10:2549-57. <https://doi.org/10.2147/COPD.S81363>
13. Freire APCFF, Ramos D, Silva BSA, David RM, Pestana PRS, Fernandes RA, Ramos EMC. Resultados de um programa de cessação tabagística: análise de novos procedimentos. *ConScientiae Saúde*. 2014;13(3):396-404. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v13n3.4894>
14. Nicola ML, Carvalho HB, Yoshida CT, Anjos FM, Nakao M, Santos Ude P, Cardozo KH, Carvalho VM, Pinto E, Farsky SH, Saldiva PH, Rubin BK, Nakagawa NK. Young “healthy” smokers have functional and inflammatory changes in the nasal and the lower airways. *Chest*. 2014;145(5):998-1005. <https://doi.org/10.1378/chest.13-1355>
15. Knowles MR, Boucher RC. Mucus clearance as a primary innate defense mechanism for mammalian airways. *J Clin Invest*. 2002;109(5):571-7. <https://doi.org/10.1172/JCI0215217>
16. Pereira CAC. Espirometria. *J Bras Pneumol*. 2002;28(3):1-82.
17. Reichert J, de Araújo AJ, Gonçalves CMC, Godoy I, Chatkin JM, Sales MPU, Santos SRRA. Diretrizes para cessação do tabagismo – 2008. *J Pneumol*. 2008;34(20):845-80. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132008001000014>
18. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. Manual de antropometria. In: Pesquisa Nacional de Saúde 2013. Rio de Janeiro; 2013.
19. Heatherton TF, Kozlowski LT, Frecker RC, Fagerström KO. The Fagerström Test for Nicotine Dependence: a revision of the Fagerström Tolerance Questionnaire. *Br J Addict*. 1991;86(9):1119-27. <https://doi.org/10.1111/j.1360-0443.1991.tb01879.x>
20. Meneses-Gaya IC, Zuardi AW, Loureiro SR, JAS. C. As propriedades psicométricas do Teste de Fagerström para Dependência de Nicotina. *J Bras Pneumol*. 2009;35(1):73-82. <https://doi.org/10.1590/S1806-37132009000100011>
21. Pardini R, Matsudo S, Araujo T, Matsudo V, Andrade E, Braggion G, Andrade D, Oliveira L, Junior AF, Raso V. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ – versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. *Rev Bras Ciê e Mov*. 2001;9(3):45-51.
22. Santos UP, Gannam S, Abe JM, Esteves PB, Filho MF, Wakassa TB, Issa JS, Terra-Filho M, Stelmach R, Cukier A. Emprego da determinação de monóxido de carbono no ar exalado para a detecção do consumo de tabaco. *J Bras Pneumol*. 2001;27(5):231-6. <https://doi.org/10.1590/S0102-35862001000500001>
23. Salah B, Dinh Xuan AT, Fouilladieu JL, Lockhart A, Regnard J. Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air. *Eur Respir J*. 1988;1(9):852-5.
24. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, Van Der Grinten CP, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J, Ats Ers Task Force. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J*. 2005;26(2):319-38. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034805>
25. Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver BH, Enright PL, Hankinson JL, Ip MSM, Zheng J, Stocks J, the ERS Global Lung function Initiative. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3–95 year age range: The global lung function 2012 equations: Report of the Global Lung Function Initiative (GLI), ERS Task Force to establish improved Lung Function Reference Values. *Eur Respir J*. 2012;40(6):1324-43. <https://doi.org/10.1183/09031936.00080312>
26. Nicod LP. Pulmonary defence mechanisms. *Respiration*. 1999;66(1):2-11. <https://doi.org/10.1159/000029329>
27. Chilvers MA, O’Callaghan C. Local mucociliary defence mechanisms. *Paediatr Respir Rev*. 2000;1(1):27-34. <https://doi.org/10.1053/prrv.2000.0009>
28. Knowles MR, Boucher RC. Mucus clearance as a primary innate defense mechanism for mammalian airways. *J Clin Invest*. 2002;109(5):571-7. <https://doi.org/10.1172/JCI0215217>
29. Valia PP, Valero FC, Pardo JM, Rentero DB, Monte CG. Saccharin test for the study of mucociliary clearance: reference values for a Spanish population. *Arch Bronconeumol*. 2008;44(10):540-5. [https://doi.org/10.1016/S1579-2129\(08\)60100-7](https://doi.org/10.1016/S1579-2129(08)60100-7)
30. Baby MK, Muthu PK, Johnson P, Kannan S. Effect of cigarette smoking on nasal mucociliary clearance: A comparative analysis using saccharin test. *Lung India*. 2014;31(1):39-42. <https://doi.org/10.4103/0970-2113.125894>
31. Cannon JG, Meydani SN, Fielding RA, Fiatarone MA, Meydani M, Farhangmehr M, Orencole SF, Blumberg JB, Evans WJ. Acute phase response in exercise. II. Associations between vitamin E, cytokines, and muscle proteolysis. *Am J Physiol*. 1991;260(6 Pt 2):R1235-40.

32. Rosa C, Vaisberg LFPB, Mauro W. Influências do exercício na resposta imune. *Rev Bras Med Esp.* 2002;8:167-72. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922002000400006>
33. Holmqvist N, Secher NH, Sander-Jensen K, Knigge U, Warberg J, Schwartz TW. Sympathoadrenal and parasympathetic responses to exercise. *J Sports Sci.* 1986;4(2):123-8. <https://doi.org/10.1080/02640418608732108>
34. Mackinnon LT, Chick TW, van As A, Tomasi TB. The effect of exercise on secretory and natural immunity. *Adv Exp Med Biol.* 1987;216:869-76.
35. Ramos EM, Vanderlei LC, Ito JT, Lima FF, Rodrigues FM, Manzano BM, Fernandes RA, Cecilio MJ, Toledo-Arruda AC, Ramos D. Acute Mucociliary Clearance Response to Aerobic Exercise in Smokers. *Respir Care.* 2015;60(11):1575-84. <https://doi.org/10.4187/respcare.04093>
36. Proença M, Pitta F, Kovelis D, Mantoani LC, Furlanetto KC, Zabatiero J, Ramosa D, Ramos EMC. Transporte mucociliar e sua relação com o nível de atividade física na vida diária em fumadores saudáveis e não fumadores. *Rev Port Pneumol.* 2012;18(5):233-8. <https://doi.org/10.1016/j.rppneu.2012.03.003>
37. Rosa CSC, Rossi FE, Buonani C, Fernandes RA, Monteiro HL, Junior IFF. The agreement between physical activity time reported by the IPAQ and accelerometer in postmenopausal women. *Motricidade.* 2015;11:6-13. <https://doi.org/10.6063/motricidade.4100>
38. Millar AB, Agnew JE, Newman SP, Lopez-Vidriero MT, Pavia D, Clarke SW. Comparison of nasal and tracheobronchial clearance by similar techniques in normal subjects. *Thorax.* 1986;41(10):783-6. <https://doi.org/10.1136/thx.41.10.783>
39. Trindade SHK, Mello Júnior JFd, Mion OdG, Lorenzi-Filho G, Macchione M, Guimarães ET, Saldiva PHN. Métodos de estudo do transporte mucociliar. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2007;73:704-12. <https://doi.org/10.1590/S0034-72992007000500018> 