



International Physical And Sport Education Federation  
FIEP Bulletin On-line  
ISSN-0256-6419 - Impresso  
ISSN 2412-2688 - Eletrônico  
[www.fiepbulletin.net](http://www.fiepbulletin.net)



## Original Article

### Immunomodulatory Action of Parasympathetic Stimulation promoted by Physical Exercise

PRISCILA GOMES DE MELLO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundação Instituto Oswaldo Cruz (ICICT/FIOCRUZ), Rio de Janeiro – RJ, Brasil

Email: [priscilamello.saude@gmail.com](mailto:priscilamello.saude@gmail.com)

#### Abstract

**Introduction:** Physical exercise promotes the stimulation of the vagal nerve and different neural networks, contributing to a more effective anti-inflammatory response in order to contribute to cardiovascular, metabolic and immunological benefits. **Objective:** To associate the role of physical exercise with parasympathetic stimulation and its possible implications in immunomodulation **Methods:** This is a qualitative, explanatory and descriptive study on the immunomodulatory action of parasympathetic activation through physical exercise through a bibliographic review. The databases used were: PubMed, Scopus, Scielo and Web of Science involving all original articles from January 2015 and June 2024. **Results:** The main findings are related to differences in physical exercise intensity, which can contribute to the modulation of the innate immune system and the expression of neutrophil and lymphocyte cell populations, which can contribute to a more specific immune response. Aerobic training and strength training had similar responses in reducing BMI and glycated hemoglobin, reducing sympathetic tone, increasing parasympathetic tone, and improving the sympatho/vagal balance for controlling heart rate variability. There was a negative association between vagal neuroimmunomodulation (NIM) and mortality, since the lower the NIM index, the shorter the survival time in the population sample. **Conclusion:** Aerobic physical exercise and strength training can contribute to the activation of the parasympathetic system and immune system and provide better adjustments in the innate and adaptive immune response dependent on the intensity and volume of training.

**Keywords:** Physical Exercise, Parasympathetic Stimulation, Immune System, Vagus Nerve, Neuromodulation

## Article original

# Action immunomodulatrice de la stimulation parasympathique favorisée par l'exercice physique

### Abstrait

**Introduction:** L'exercice physique favorise la stimulation du nerf vagal et des différents réseaux neuronaux, contribuant à une réponse anti-inflammatoire plus efficace afin de contribuer aux bénéfices cardiovasculaires, métaboliques et immunologiques. **Objectif :** associer le rôle de l'exercice physique à la stimulation parasympathique et ses implications possibles pour l'immunomodulation. **Méthodes:** Il s'agit d'une étude qualitative, explicative et descriptive sur l'action immunomodulatrice de l'activation parasympathique par l'exercice physique à travers une revue de la littérature. Les bases de données utilisées étaient : PubMed, Scopus, Scielo et Web of Science regroupant tous les articles originaux de janvier 2015 et juin 2024. **Résultats:** Les principales découvertes sont liées aux différences dans l'intensité de l'exercice physique, qui peuvent contribuer à la modulation du système immunitaire inné et à l'expression des populations de cellules neutrophiles et lymphocytaires, ce qui peut contribuer à une réponse immunologique plus spécifique. L'entraînement aérobic et l'entraînement en force ont eu des réponses similaires en réduisant l'IMC et l'hémoglobine glyquée, en réduisant le tonus sympathique, en augmentant le tonus parasympathique et en améliorant l'équilibre dans la relation sympatho/vagale pour contrôler la variabilité de la fréquence cardiaque. L'association négative entre la neuroimmunomodulation vagale (NIM) et la mortalité, car plus l'indice NIM est faible, plus la durée de survie dans l'échantillon de population est courte. **Conclusion:** l'exercice physique aérobic et l'entraînement en force peuvent contribuer à l'activation du système parasympathique et du système immunitaire et permettre de meilleurs ajustements de la réponse immunitaire innée et adaptative en fonction de l'intensité et du volume de l'entraînement.

**Mots-clés:** Exercice physique, stimulation parasympathique, système immunitaire, nerf vague, neuromodulation

## Artículo original

### Acción Inmunomoduladora de la Estimulación Parasimpática promovida por el Ejercicio Físico

#### Resumen

**Introducción:** El ejercicio físico promueve la estimulación del nervio vago y diferentes redes neuronales, contribuyendo a una respuesta antiinflamatoria más efectiva con el fin de contribuir a beneficios cardiovasculares, metabólicos e inmunológicos. **Objetivo:** asociar el papel del ejercicio físico con la estimulación parasimpática y sus posibles implicaciones para la inmunomodulación. **Métodos:** Se trata de un estudio cualitativo, explicativo y descriptivo sobre la acción inmunomoduladora de la activación parasimpática mediante el ejercicio físico a través de una revisión de la literatura. Las bases de datos utilizadas fueron: PubMed, Scopus, Scielo y Web of Science con todos los artículos originales de enero de 2015 y junio de 2024. **Resultados:** Los principales hallazgos están relacionados con diferencias en la intensidad del ejercicio físico, lo que puede contribuir a la modulación del sistema inmunológico innato y la expresión de poblaciones de células de neutrófilos y linfocitos, lo que puede contribuir a una respuesta inmunológica más específica. El entrenamiento aeróbico y el entrenamiento de fuerza tuvieron respuestas similares en la reducción del IMC y la hemoglobina glucosilada, la reducción del tono simpático, el aumento del tono parasimpático y un mejor equilibrio en la relación simpático/vagal para controlar la variabilidad de la frecuencia cardíaca. La asociación negativa entre la neuroinmunomodulación vagal (NIM) y la mortalidad, ya que cuanto menor es el índice NIM, menor es el tiempo de supervivencia en la muestra poblacional. **Conclusión:** El ejercicio físico aeróbico y el entrenamiento de fuerza pueden contribuir a la activación del sistema parasimpático y del sistema inmunológico y proporcionar mejores ajustes en la respuesta inmune innata y adaptativa en función de la intensidad y el volumen del entrenamiento.

**Palabras clave:** Ejercicio físico, Estimulación parasimpática, Sistema inmunológico, Nervio vago, Neuromodulación

## Artigo Original

### Ação Imunomoduladora da Estimulação Parassimpática promovida pelo

### Exercício Físico

PRISCILA GOMES DE MELLO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fundação Instituto Oswaldo Cruz – (ICT/IOC/CRUZ), Rio de Janeiro- RJ, Brasil,  
Email:priscilamello.saude@gmail.com

### Resumo

**Introdução:** O exercício físico promove a estimulação do nervo vago e diferentes redes neuronais contribuindo para uma resposta anti-inflamatória mais efetiva de forma a contribuir com benefícios cardiovasculares, metabólicos e imunológico. **Objetivos:** associar o papel do exercício físico com a estimulação parassimpática e suas possíveis implicações na imunomodulação **Métodos:** trata-se de um estudo qualitativo, explicativo e descritivo sobre a ação imunomoduladora da ativação parassimpática através do exercício físico através de uma revisão bibliográfica. As bases de dados utilizadas foram: PubMed, Scopus, Scielo e Web of Science envolvendo todos artigos originais de Janeiro de 2015 e Junho de 2024. **Resultados:** Os principais achados estão relacionados com as diferenças de intensidade do exercício físico pode contribuir na modulação do sistema imune inato e na expressão das populações de neutrófilos e células linfocitárias que pode contribuir para uma resposta imunológica mais específica. Os treinamentos aeróbicos e o treinamento de força tiveram respostas semelhantes na redução do IMC e hemoglobina glicada, redução do tônus simpático, aumento do tônus parassimpático e o melhor equilíbrio na relação simpato/vagal para o controle da variabilidade da frequência cardíaca. A associação negativa entre a neuroimunomodulação vagal (NIM) e a mortalidade, pois quanto menor o índice NIM, menor o tempo de sobrevivência na amostra populacional. **Conclusão:** o exercício físico aeróbico e o treinamento de força podem contribuir para ativação do sistema parassimpático e sistema imune e proporcionar melhores ajustes na resposta imunológica inata e adaptativa dependente da intensidade e volume do treinamento.

**Palavras-chave:** Exercício Físico, Estimulação Parassimpática, Sistema Imune, Nervo Vago, Neuromodulação

## Introdução

O sedentarismo é um problema de saúde pública a nível mundial, e a Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgou relatórios nos anos de 2004 e 2010 no qual relatam que o comportamento sedentário como o quarto maior fator de risco para mortalidade. Este relatório mais recente estimou que a inatividade física é responsável por: 6% da doença cardíaca coronariana (DCC), 7% de diabetes mellitus tipo 2 (DM2), 10% dos cânceres de mama, 10% do câncer de colon (Arocha Rodulfo, 2019; World Health Organization, 2010).

Por outro lado, a prática de exercício físico é um tipo de atividade realizada através de movimentos corporais planejados, estruturados e repetitivos com a finalidade de melhorar e/ou manter um ou mais componentes da aptidão física (Ferguson, 2014). Para que seja planejado é necessário levar em consideração os seguintes fatores: frequência; intensidade, duração ou tempo; tipo (FITT) do exercício (Ferguson, 2014).

É conhecido que os exercícios físicos de intensidade moderada aumentam a resposta da função imunológica, reforçam a capacidade antioxidante, reduzem o estresse oxidativo e aumentam a eficiência de geração de energia, reduzindo, portanto, a incidência de doenças inflamatórias (Petersen & Pedersen, 2005).

As sessões agudas de exercício físico também regulam a resposta imune, redistribuindo transitoriamente as células do sistema imunológico para tecidos periféricos, resultando em um estado elevado de imunocompetência (Campbell & Turner, 2018).

O aumento da aptidão física tem efeito anti-inflamatório relacionado com a diminuição de linfócitos circulantes e eosinófilos (Prins et al., 2019). As sessões de exercícios agudos induzem modificações no número de células NK do sistema imunológico inato e modificam a composição do sangue periférico, metilação de genes com efeitos funcionais e a promoção de adaptação epigenéticas que geram a melhora do sistema imunológico (Di Liegro, 2019).

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é composto dos sistemas simpático e parassimpático. O nervo vago (NV) é o principal componente do sistema nervoso parassimpático no qual está relacionado com a regulação do sistema digestivo e regulação da homeostase dos principais sistemas do organismo em contraposição a ação simpática (Frokjaer et al., 2016).

O NV é o nervo mais longo do corpo; é um nervo misto contendo aproximadamente 80% de fibras aferentes e 20% de fibras eferentes suprindo principalmente os órgãos viscerais. Os aferentes vagais são ativados por hormônios gastrointestinais e pancreáticos, distorção mecânica da mucosa, osmolaridade luminal

e macronutrientes ingeridos e estão envolvidos na regulação da ingestão de alimentos, secreção pancreática exócrina e endócrina e geração de ritmo cardíaco e respiratório (Frokjaer et al., 2016).

Alguns estudos, sugerem que o NV tem um efeito anti-inflamatório sobre a sua ação inibitória sobre a produção de citocinas pró-inflamatórias através do mecanismo dependente de  $\alpha 7$ -nAChR que é denominada como 'via anti-inflamatória colinérgica' (Zhao et al., 2012).

Dessa forma a ativação do nervo vago tem sido associado como um novo mecanismo de ação protetora pela capacidade de seu potencial na resposta imune no sistema cardiovascular (Zhao et al., 2012). Algumas disfunções orgânicas podem estar associadas com um desequilíbrio na rede autonômica central (RAC). Desse modo, o tônus vago anormal pode ser a causa e / ou a consequência de tal desequilíbrio. Para isso, há necessidade da utilização de algumas intervenções para a restauração do tônus vago normal por meio de medicamentos que visam o sistema colinérgico, medicina complementar (hipnose, meditação e outras) respiração profunda, exercício físico, entre outras (Napadow et al., 2012).

Há diversos estudos ressaltam o papel do exercício físico na estimulação parassimpática e têm sido associado a uma estratégia para reduzir o desequilíbrio da regulação do sistema nervoso autonômico e no tratamento de doenças crônicas. Apesar de diversos estudos abordarem os efeitos do exercício físico nas adaptações fisiológicas do sistema parassimpático, os mecanismos relacionados com a ação imunomoduladora na regulação dos processos inflamatórios ainda não estão bem elucidados.

O exercício físico promove a estimulação do nervo vago e diferentes redes neuronais contribuindo para uma resposta anti-inflamatória mais efetiva de forma a contribuir com benefícios cardiovasculares, metabólicos e imunológicos de forma associada (Shimojo et al., 2019).

Neste contexto, é importante ressaltar as principais evidências científicas sobre os principais mecanismos e vias que a estimulação parassimpática pode promover a imunomodulação pelo exercício físico. Dessa forma, este estudo tem como objetivo relacionar o papel do exercício físico com a estimulação parassimpática e de que forma isso implica na imunomodulação.

## **Métodos:**

Este estudo é do tipo qualitativo, explicativo e descritivo sobre a ação imunomoduladora da estimulação parassimpática promovida pelo exercício físico através de uma Revisão Bibliográfica. As bases de dados utilizadas foram: PubMed, Scopus, Scielo e Web of Science envolvendo todos artigos originais publicados no idioma português e inglês no período compreendido entre Janeiro de 2015 e Junho de 2024. A estratégia de busca utilizada foram realizadas com o uso dos seguintes descritores: “exercício”, “exercise”, “therapy exercise”, “treinamento físico”, “training”, “estimulação parassimpática”, “vagus nerve”, “sistema imune”, “neuromodulation” e “immune system”. As referências bibliográficas dos artigos foram analisadas para identificação de estudos que atendam os critérios da revisão.

Os critérios de inclusão foram baseados em artigos originais como ensaios clínicos randomizados e ensaios clínicos nos quais apresentavam o texto completo, critérios de elegibilidade, adequada descrição sobre o treinamento (intensidade, sessões, tipo, duração e prescrição), delineamento do estudo estabelecidos pelos autores para relatar a ativação parassimpática promovida pelo exercício físico e as implicações no sistema imune.

Após esta estratégia de busca foi redefinido a associação com os termos. Foram excluídos estudos experimentais, revisão de literatura e artigos duplicados. Além disso, os estudos que não tenha critérios definidos de elegibilidade, não tenha delineamento sobre a prescrição do treinamento físico, estudos experimentais e viés de seleção.

## **Resultados:**

Foram identificados cento e trinta e nove artigos como potencialmente relevantes. Após a análise dos resumos, 65 (46,76%) artigos foram excluídos pelos seguintes motivos: não apresentavam o protocolo de exercícios, não apresentavam na metodologia os critérios de seleção ou não tinham nenhuma relação com o tema que correlacionasse o exercício físico e sistema imune ou exercício físico e o sistema parassimpático ou a ativação parassimpática e o sistema imune. Além disso, foram excluídos 27(19,42%) artigos em duplicatas e 38 (27,34%) artigos que tratavam-se de Revisão Narrativa ou Revisão Sistemática. Foram selecionados 9 artigos (6,48%) para este estudo, pois retrataram intervenções através do exercício físico na modulação do sistema parassimpático e o que pode contribuir para uma potencial capacidade de imunomodulação.

**Quadro 1. Estudos relacionados com o Exercício Físico e Sistema Parassimpático**

<b>Autor</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Intervenção</b>	<b>Resultados</b>
Bellavere et al. (2018)	Comparar os efeitos do treinamento aeróbico (TA) e treinamento de força (RES) sobre função autonômica cardiovascular nestes sujeitos	O grupo TA realizaram exercícios em ergômetros por 60 min por sessão, três vezes por semana com a carga até 60-65% da frequência cardíaca de reserva exercício.	Tanto o treinamento aeróbio quanto o de resistência têm um impacto favorável em vários índices do equilíbrio do sistema simpático e vagal de indivíduos com diabetes tipo 2 pela melhora nos índices da variabilidade da frequência cardíaca.
Cutrim et al. (2019)	Avaliar o efeito de treinamento do músculo inspiratório (IMT) na função respiratória, capacidade de exercício e função autonômica em assuntos de DPOC.	A sessão de IMT consistia em 30 min (em ambiente clínico) três vezes por semana, usando o Dispositivo Threshold de treinamento muscular inspiratório.	Foi demonstrado que IMT em 30% da $PI_{máx}$ para 12 semanas afetaram positivamente a capacidade de exercício, $PI_{máx}$ (pressão inspiratória máxima), $PE_{máx}$ (pressão expiratória máxima) e a função autonômica em um grupo de indivíduos com DPOC GOLD II.
De Paula et al. (2019)	Investigar o impacto de exercício aeróbico (AE) e exercícios de força agudos sobre a função cardíaca, em comparação com uma sessão de controle (CTL) em homens sedentários, com sobrepeso e pré-hipertensos.	AE consistiu em 40 minutos contínuos pedalar em cicloergômetro (aquecimento de 7 minutos; sessão de 30 minutos). O treinamento de força consistiu em 10 séries de 12 a 15 repetições de exercícios de extensão bilateral do joelho.	Em conclusão, tanto AE quanto o treinamento de força aumentaram modulação simpática e diminuíram a modulação vagal pós-exercício com atenuação concomitante em sensibilidade baroreflexa (BRS), em homens sedentários, com sobrepeso e pré-hipertensos.
Ferreira et al. (2017)	Comparar as respostas autonômicas cardíacas agudas e hemodinâmicas após diferentes cargas de exercício aeróbio com e sem restrição do fluxo sanguíneo (BFR) em idosos saudáveis.	Todos os participantes foram submetidos a três sessões separadas de exercícios aeróbicos experimentais realizados em esteira.	As respostas hemodinâmicas e cardíacas agudas autonômicas indicam menor estresse após baixa carga com BFR em comparação com exercício de alta carga.
Macartney et al. (2020)	Avaliar a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) em indivíduos com e sem diabetes tipo 1 (DT1)	Realização de três sessões de 30 minutos de ciclismo (56% do pico de potência aeróbio a temperatura 35° C, umidade relativa de 20%.	O estresse por calor e exercício pode exacerbar as reduções na modulação autonômica cardíaca em jovens habitualmente ativos com DT1 sem neuropatia.
Masroor et al. (2018)	Investigar o efeito do treinamento aeróbico e de força combinado (CART) na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em mulheres hipertensas sedentárias de meia-idade.	Grupo CART treinado em esteira inclinada 3 dias / semana por 4 semanas. O treinamento aeróbico foi realizado em 50-80% da Frequência Cardíaca Máxima ( $FC_{máx.}$ ) por 20 min, seguido por 5 min de resfriamento a 40% de $FC_{max}$ .	Os resultados demonstraram que o CART pode melhorar a VFC em mulheres hipertensas indicando aumento da atividade cardíaca vagal. Controle autonômico cardíaco alterado em portadores de hipertensão e o CART pode ser eficaz no tratamento.

Mayo, et al. (2015)	Comparar o efeito de três protocolos de treinamento de resistência em relação intensidade, volume e a proporção exercício-descanso na padronização de recuperação do controle autonômico cardíaco e sensibilidade baroreflexa (BRS) após o exercício.	Cada sessão de exercício consistiu em um total de 40 repetições e 720 s de repouso, utilizando a carga de 10RM.	Os achados fornecem evidências de que a modulação vagal cardíaca e BRS são afetados pela configuração definida pós-exercício.
Michael et al. (2018)	Investigar as respostas pós-exercício de índices de atividade parassimpática neural cardíaca (cPNA) e índices de atividade simpática neural cardíaca (cSNA) para duas modalidades d	Os participantes realizaram duas sessões de exercícios de 8 min de diferentes modalidades - ciclismo (LEG) e manivela do braço (ARM) - em uma ordem aleatória durante visitas.	Os exercícios da parte superior do corpo têm um processo mais lento de recuperação pós-exercício quanto aos índices de intervalos de tempo sistólico (IST) do simpático cardíaco, sem qualquer diferença na recuperação dos índices de FC ou taxa da variabilidade cardíaca (TVC) de reativação parassimpática cardíaca.
Toohey et al. (2020)	Explorar o impacto do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) na aptidão cardiovascular e Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), atividade do sistema nervoso simpático em sobreviventes de câncer de mama.	O grupo CMIT pedalou por 30 min no total, com 20 min a 55-65% de sua potência máxima e a carga de trabalho foi ajustado ao longo de 12 semanas, com a entre 9 e 13 na escala de Borg.	O HIIT melhorou a aptidão cardiovascular em comparação com CMIT na sobrevivência ao câncer de mama e também melhorou a atividade vagal cardíaca. A alta frequência da resposta parassimpática foi significativamente maior para o grupo CMIT em comparação com os outros grupos, ambos pré e pós-intervenção.

**Fonte:** Elaboração própria (2024)

## Discussão

Os treinamentos aeróbicos e o treinamento de força tiveram respostas semelhantes na redução do IMC e hemoglobina glicada, redução do tônus simpático, inalteração do tônus parassimpático e o melhor equilíbrio na relação simpato/vagal para o controle da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) (Bellavere et al., 2018). O treinamento da musculatura inspiratória melhora a P<sub>l</sub>máx, PEmáx. e a capacidade funcional no exercício. Além disso, a intervenção foi eficaz para produzir o aumento da variabilidade da frequência cardíaca e da modulação parassimpática. O aumento da força muscular inspiratória e da resistência podem contribuir de forma significativa para reduzir o desconforto pela dispneia em pacientes portadores de DPOC e controle os níveis séricos de citocinas inflamatórias (Cutrim et al., 2019).

De acordo com Weippert et al. (2015), apesar dos exercícios leves não contribuírem de forma efetiva para alterar os índices da VFC a curto prazo, mas quando associado ao exercício respiratório eles podem contribuir durante o repouso e durante os exercícios dinâmicos leves na redução da fadiga. O exercício aeróbico e o treinamento de força em indivíduos sedentários, com sobrepeso, pré-hipertensos e portadores de miosite tiveram uma redução do controle autonômico no exercício aeróbico se comparado ao treinamento de força potencializando o risco de arritmias. Para este grupo de pacientes, o aumento da intensidade é uma estratégia mais eficaz do que o aumento do volume na atividade física (De Paula et al., 2019).

Para idosos saudáveis, as melhores respostas cardíacas agudas autonômicas e hemodinâmicas foram relacionadas com menor estresse no exercício com restrição de fluxo se comparados com exercício aeróbico de alta intensidade (Ferreira et al., 2017). É importante ressaltar que durante os exercícios prolongados em ambientes quente, a perda de fluídos pode influenciar na modulação da frequência cardíaca autonômica em adultos jovens. Essa perda de fluídos podem reduzir o equilíbrio autonômico e dificultar a recuperação cardíaca pós-exercício e induzir ao estado inflamatório (Macartney et al., 2020).

A combinação do treinamento aeróbico e treinamento de força para o controle autonômico em mulheres de meia-idade, sedentárias e hipertensas, o exercício físico foi capaz de promover a redução da frequência cardíaca de repouso, pressão arterial e aumento do tom parassimpático e redução da capacidade de resposta ao beta-estimulação adrenérgica (Masroor et al., 2018). De acordo com os resultados do estudo de Mayo et al. (2015), um protocolo de exercícios de longa duração pode ser mais efetivo para promover maior da modulação parassimpática cardíaca em comparação com configuração reduzida de exercícios no caso do treinamento de força.

É importante considerar que a padronização dos testes e o estabelecimento da intensidade podem influenciar na retirada simpática e na reativação parassimpática pós-exercício. Teve diferenças significativas nos índices da frequência cardíaca e variabilidade da frequência cardíaca quando o exercício submáximo foi realizado com diferentes partes do corpo (membro superior ou membro inferior) (Michael et al., 2018).

Os resultados relatam a associação negativa entre a neuroimunomodulação vagal (NIM) e a mortalidade, pois quanto menor o índice NIM, menor o tempo de sobrevivência na amostra populacional. A elevação do IL-6 está associada com menor índice NIM (Jarczok & Koenig & Thayer, 2021).

Considerando que este índice está associado com a avaliação da disfunção autonômica e com menores chances de uma resposta imune efetiva em processos inflamatórios. O treinamento de alta intensidade melhorou a aptidão cardiovascular e

melhorou a saúde em portadoras de câncer de mama e reduzindo o risco de mortalidade nesse grupo (Toohey et al., 2020). Em pacientes que foram submetidos a estimulação parassimpática melhorou sintomas operatórios, o funcionamento digestivo, reduziu a dor, dispepsia, suprimiu a hiperatividade simpática, reduziu o aumento de IL-6 sérico, se comparado ao grupo placebo (Zhang et al., 2018).

Estes resultados corroboraram com os achados de Zhu et al. (2020) e Song et al. (2013), no qual o uso da eletroestimulação transcutânea em pontos de acupuntura foram efetivas para redução dos distúrbios gastrointestinais como náusea, constipação e distensão abdominal.

De acordo com os principais achados dos estudos, os exercícios físicos podem modular a ativação do sistema imune, mas as respostas variam de acordo com o grupo populacional, tipo de exercício, duração e intensidade. Além disso, o exercício físico pode contribuir de forma expressiva para o equilíbrio simpaticovagal, mas as respostas são dependentes do volume do treinamento e intensidade necessária para promover as adaptações. Há necessidade de novos estudos para constituição de evidências clínicas sobre a relação do efeito e dose reposta em diferentes condições clínicas. A estimulação parassimpática têm sido uma das estratégias consideradas promissoras na redução do processo inflamatório e melhor prognóstico clínico.

## **Conclusão**

De acordo com os estudos abordados, o exercício físico aeróbico e o treinamento de força podem contribuir para ativação direta do sistema imune e/ou ativação parassimpática para estimulação do sistema imune, pois proporciona uma resposta imunológica inata e adaptativa, na medida em que os participantes realizam ao longo do tempo. É importante ressaltar que a intensidade tem um papel crucial na resposta imunológica.

Em indivíduos que praticam exercício físico para o tratamento de doenças e em idosos, a intensidade moderada tem sido recomendada na literatura, pois gera um menor estresse oxidativo. Há exceções relacionadas com as fases de evolução e incremento no treinamento na qual estratégias como o exercício aeróbico intervalado de alta intensidade, pode contribuir em algumas sessões de treino para aumentar a resposta cardiovascular, autonômica e hemodinâmica, mas com fases de recuperação.

O exercício físico foi efetivo para promover a estimulação parassimpática em indivíduos saudáveis e portadores de doenças como diabetes tipo 1 e tipo 2, miosite, DPOC e hipertensão.

O treinamento aeróbico moderado com protocolos com períodos mais prolongados e associados com o treinamento de força pode favorecer uma resposta do equilíbrio simpático/vagal mais efetiva. Há necessidade da elaboração de novos estudos que revelem mecanismos da ativação do sistema parassimpático e do sistema imune pelo exercício físico, pois ainda há muitas questões que não estão bem elucidadas. Muitas evidências científicas consideram que a imunomodulação através da estimulação parassimpática seja uma das importantes estratégias para o tratamento de diversas patologias e o exercício físico pode ser considerado como uma intervenção eficaz para o tratamento da disfunção parassimpática.

#### *Declaração de conflito de interesses*

Não há nenhum conflito de interesses no presente estudo

#### **Referências**

Arocha Rodulfo J. I. (2019). Sedentary lifestyle a disease from xxi century. Sedentarismo, la enfermedad del siglo xxi. Clinica e investigacion en arteriosclerosis : publicacion oficial de la Sociedad Espanola de Arteriosclerosis, 31(5), 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2019.04.004>

Bellavere, F., Cacciatori, V., Bacchi, E., Gemma, M. L., Raimondo, D., Negri, C., Thomaseth, K., Muggeo, M., Bonora, E., & Moghetti, P. (2018). Effects of aerobic or resistance exercise training on cardiovascular autonomic function of subjects with type 2 diabetes: A pilot study. Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD, 28(3), 226–233. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2017.12.008>

Campbell, J. P., & Turner, J. E. (2018). Debunking the Myth of Exercise-Induced Immune Suppression: Redefining the Impact of Exercise on Immunological Health Across the Lifespan. Frontiers in immunology, 9, 648. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00648>

Cutrim, A. L. C., Duarte, A. A. M., Silva-Filho, A. C., Dias, C. J., Urtado, C. B., Ribeiro, R. M., Rigatto, K., Rodrigues, B., Dibai-Filho, A. V., & Mostarda, C. T. (2019). Inspiratory muscle training improves autonomic modulation and exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease subjects: A randomized-controlled trial. *Respiratory physiology & neurobiology*, 263, 31–37. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2019.03.003>

De Paula, T., Neves, M. F., da Silva Itaborahy, A., Monteiro, W., Farinatti, P., & Cunha, F. A. (2019). Acute Effect of Aerobic and Strength Exercise on Heart Rate Variability and Baroreflex Sensitivity in Men With Autonomic Dysfunction. *Journal of strength and conditioning research*, 33(10), 2743–2752. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002372>

- Di Liegro I. (2019). Genetic and Epigenetic Modulation of Cell Functions by Physical Exercise. *Genes*, *10*(12), 1043. <https://doi.org/10.3390/genes10121043>
- Ferguson B. (2014). ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 9th Ed. 2014. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, *58*(3), 328.
- Ferreira, M. L. V., Sardeli, A. V., Souza, G. V., Bonganha, V., Santos, L. D. C., Castro, A., Cavaglieri, C. R., & Chacon-Mikahil, M. P. T. (2017). Cardiac autonomic and haemodynamic recovery after a single session of aerobic exercise with and without blood flow restriction in older adults. *Journal of sports sciences*, *35*(24), 2412–2420. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1271139>
- Frøkjær, J. B., Bergmann, S., Brock, C., Madzak, A., Farmer, A. D., Ellrich, J., & Drewes, A. M. (2016). Modulation of vagal tone enhances gastroduodenal motility and reduces somatic pain sensitivity. *Neurogastroenterology and motility*, *28*(4), 592–598. <https://doi.org/10.1111/nmo.12760>.
- Jarczok, M.N., Koenig, J. & Thayer, J.F (2021). Lower values of a novel index of Vagal-Neuroimmunomodulation are associated to higher all-cause mortality in two large general population samples with 18 year follow up. *Sci Rep* **11**, 2554. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-82168-6>
- Macartney, M. J., Notley, S. R., Herry, C. L., Seely, A. J. E., Sigal, R. J., & Kenny, G. P. (2020). Cardiac autonomic modulation in type 1 diabetes during exercise-heat stress. *Acta diabetologica*, *57*(8), 959–963. <https://doi.org/10.1007/s00592-020-01505-9>
- Masroor, S., Bhati, P., Verma, S., Khan, M., & Hussain, M. E. (2018). Heart Rate Variability following Combined Aerobic and Resistance Training in Sedentary Hypertensive Women: A Randomised Control Trial. *Indian heart journal*, *70* Suppl 3(Suppl 3), S28–S35. <https://doi.org/10.1016/j.ihj.2018.03.005>
- Mayo, X., Iglesias-Soler, E., Carballeira-Fernández, E., & Fernández-Del-Olmo, M. (2016). A shorter set reduces the loss of cardiac autonomic and baroreflex control after resistance exercise. *European journal of sport science*, *16*(8), 996–1004. <https://doi.org/10.1080/17461391.2015.1108367>
- Michael, S., Jay, O., Graham, K. S., & Davis, G. M. (2018). Influence of exercise modality on cardiac parasympathetic and sympathetic indices during post-exercise recovery. *Journal of science and medicine in sport*, *21*(10), 1079–1084. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.01.015>
- Napadow, V., Edwards, R. R., Cahalan, C. M., Mensing, G., Greenbaum, S., Valovska, A., Li, A., Kim, J., Maeda, Y., Park, K., & Wasan, A. D. (2012). Evoked pain analgesia in chronic pelvic pain patients using respiratory-gated auricular vagal afferent nerve stimulation. *Pain medicine (Malden, Mass.)*, *13*(6), 777–789. <https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2012.01385.x>
- Petersen, A. M., & Pedersen, B. K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *98*(4), 1154–1162. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00164.2004>

Prins, F. M., Said, M. A., van de Vegte, Y. J., Verweij, N., Groot, H. E., & van der Harst, P. (2019). Genetically Determined Physical Activity and Its Association with Circulating Blood Cells. *Genes*, *10*(11), 908. <https://doi.org/10.3390/genes10110908>

Shimojo, G., Joseph, B., Shah, R., Consolim-Colombo, F. M., De Angelis, K., & Ulloa, L. (2019). Exercise activates vagal induction of dopamine and attenuates systemic inflammation. *Brain, behavior, and immunity*, *75*, 181–191. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2018.10.005>

Song, J., Yin, J., Sallam, H. S., Bai, T., Chen, Y., & Chen, J. D. (2013). Electroacupuncture improves burn-induced impairment in gastric motility mediated via the vagal mechanism in rats. *Neurogastroenterology and motility*, *25*(10), 807–e635. <https://doi.org/10.1111/nmo.12183>

Toohy, K., Pumpa, K., McKune, A., Cooke, J., Welvaert, M., Northey, J., Quinlan, C., & Semple, S. (2020). The impact of high-intensity interval training exercise on breast cancer survivors: a pilot study to explore fitness, cardiac regulation and biomarkers of the stress systems. *BMC cancer*, *20*(1), 787. <https://doi.org/10.1186/s12885-020-07295-1>

Weippert, M., Behrens, K., Rieger, A., Kumar, M., & Behrens, M. (2015). Effects of breathing patterns and light exercise on linear and nonlinear heart rate variability. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, *40*(8), 762–768. <<https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0493>>

World Health Organization (WHO). *Global Recommendations on Physical Activity for Health*. (2010).

Zhang, B., Zhu, K., Hu, P., Xu, F., Zhu, L., & Chen, J. D. Z. (2019). Needleless Transcutaneous Neuromodulation Accelerates Postoperative Recovery Mediated via Autonomic and Immuno-Cytokine Mechanisms in Patients With Cholecystolithiasis. *Neuromodulation: journal of the International Neuromodulation Society*, *22*(5), 546–554. <https://doi.org/10.1111/ner.12856>

Zhao, M., Sun, L., Liu, J. J., Wang, H., Miao, Y., & Zang, W. J. (2012). Vagal nerve modulation: a promising new therapeutic approach for cardiovascular diseases. *Clinical and experimental pharmacology & physiology*, *39*(8), 701–705. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2011.05644.x>

Zhu, Y., Li, X., Ma, J., Xu, W., Li, M., Gong, Y., Zhang, B., Chen, Y., Chao, S., Xu, Q., Lin, L., & Chen, J. D. Z. (2020). Transcutaneous Electrical Acustimulation Improves Gastrointestinal Disturbances Induced by Transcatheter Arterial Chemoembolization in Patients With Liver Cancers. *Neuromodulation: journal of the International Neuromodulation Society*, *23*(8), 1180–1188. <https://doi.org/10.1111/ner.13158>