



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 13, Issue, 01, pp. 61131-61135, January, 2023

<https://doi.org/10.37118/ijdr.25894.01.2023>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

IMPACTO DA ATIVIDADE FÍSICA REGULAR NAS RESPOSTAS IMUNES INATA, ADAPTATIVA E HUMORAL

Mariana Santana de Jesus*, Felipe de Oliveira Pereira, Ana Beatriz Franco da Silva, Caira Maciel Carvalho, Edislan da Silva Lima, Patricia Borges da Silva, Helayne Francisca Miranda da Silva, Karyne Gleyce Zempf Oliveira, Esdras Weleson Matias de Sousa and Domingos Magno Santos Pereira

Department of Biomedicine, CEUMA University

ARTICLE INFO

Article History:

Received 04th November, 2022

Received in revised form

27th November, 2022

Accepted 10th December, 2022

Published online 24th January, 2023

Key Words:

Resposta Imune, Inata, Adaptativa e Atividade Física.

*Corresponding author:

Mariana Santana de Jesus

ABSTRACT

A resposta imune envolve mecanismos especializados como órgãos, células e componentes proteicos que compõem o sistema inato e adaptativo. Diversos estudos demonstram a importância da atividade física para o aprimoramento das funções imunológicas e aumento dos mecanismos de defesas do organismo. O objetivo do presente trabalho foi compreender a importância da atividade física nos componentes principais do sistema imunológico. Para isto, foi realizado levantamento bibliográfico nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Acadêmico, utilizando palavras relacionadas, tais como: Resposta imune, inata, adaptativa e atividade física, sendo selecionados artigos recentes e com grande contribuição para a área. A análise dos trabalhos permitiu a constatação de que a atividade física moderada/intensa é capaz de aumentar os fatores do sistema imune, além de aprimorar as funções de cada um, modulando tanto aspectos inatos quanto adaptativos. Praticamente todas as células imunes são influenciadas positivamente pelo treino, sendo sugerido como um hábito importante para melhoramento das defesas do corpo.

Copyright©2023, Mariana Santana de Jesus et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Mariana Santana de Jesus, Felipe de Oliveira Pereira, Ana Beatriz Franco da Silva, Caira Maciel Carvalho et al. 2023. "Impacto da atividade física regular nas respostas imunes inata, adaptativa e humoral", *International Journal of Development Research*, 13, (01), 61131-61135.

INTRODUCTION

A resposta imunológica é o principal mecanismo de defesa do organismo contra agentes invasores que podem provocar doenças. É constituído por barreiras físicas, bioquímicas, celulares e proteicas que formam um sistema complexo de defesa subdividido em resposta inata e adaptativa. A resposta imune inata é primária, rápida, inespecífica e reage a diferentes tipos de estímulos de forma imediata; já a resposta imune adaptativa é desenvolvida após contato com os diferentes patógenos e atua de forma específica, evitando futuras infecções ou atenuando o quadro clínico (MESQUITA JÚNIOR, *et al.*, 2010). Ainda, de acordo com o Mesquita Júnior *et al.*, (2010) a resposta humoral, que é parte da resposta adaptativa, é mediada pela ação dos linfócitos B ativados, os quais atuam como células produtoras e secretoras de anticorpos, com função de opsonização e neutralização de patógenos. Vários estudos têm demonstrado os benefícios da atividade física em diversos aspectos da fisiologia humana, tais como a prevenção da obesidade, aumento da massa óssea e muscular, aumento da sensibilidade à insulina, melhora nos níveis de lipídios sanguíneos e redução da pressão arterial.

Além disso, a prática de atividade física regular também atua no sistema imunológico, melhorando diversos aspectos dos mecanismos imunológicos do hospedeiro, possibilitando uma resposta imune mais eficaz e duradoura (LIMA *et al.*, 2019). Nos últimos anos, observou-se que as populações de países desenvolvidos e em desenvolvimento estão vivenciando uma diminuição na prática de atividades físicas, principalmente após o cenário de epidemia do novo coronavírus, onde grande parte das pessoas tornaram-se sedentárias e com maior incidência de isolamento social. Isto promoveu um aumento significativo na incidência de doenças que impactam negativamente a qualidade de vida das populações (TERRA *et al.*, 2012). A prática de atividade física fortalece o organismo como um todo, tendo papéis importantes na regulação das funções cardiovasculares e imunológicas, contribuindo para o melhor controle de determinadas doenças. Há evidências sobre a relação entre o sedentarismo e a ocorrência de diversos tipos de doenças no organismo, tais como o diabetes Tipo 2, hipertensão arterial, obesidade, câncer e doenças infecciosas (GUALANO *et al.*, 2011). O sedentarismo pode aumentar os níveis de cortisol, o hormônio do estresse, que está relacionado com a redução nas defesas imunológicas, o que

possibilita à ocorrência e disseminação de infecções, impactando diretamente nos serviços de saúde oferecidos pelo sistema único de saúde (SUS). Portanto, o objetivo deste trabalho foi compreender a importância da atividade física para os mecanismos inatos e adquiridos do sistema imune (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

METODOLOGIA

Este trabalho é uma revisão de literatura na qual foi realizado levantamento bibliográfico em diferentes bases de dados utilizando os mecanismos de busca do PubMed, SciELO e Google Acadêmico através da utilização dos seguintes descritores: Resposta imune, inata, adaptativa e atividade física. Como critérios de inclusão dos artigos podem ser citados critérios temporais, isto é, foram selecionados os artigos relevantes mais recentes possíveis e publicados em revistas com alto fator de impacto; foram excluídos estudos desatualizados ou com resultados inconclusivos e redundantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

FISIOLOGIA BÁSICA DO SISTEMA IMUNOLÓGICO: O sistema imunológico é dividido em dois sistemas principais: o sistema inato e o adaptativo. O inato é caracterizado por responder a estímulos de maneira inespecífica e de forma mais rápida; já o sistema imune adaptativo tem como característica ser específico e tardio, sendo uma resposta complementar a inata e mais eficiente no combate a patógenos (RODRIGUES, C.P.F *et al.*, 2022). A primeira é composta por barreiras físicas, bioquímicas e por células como neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos e células natural killer; e fatores solúveis, como o sistema complemento, quimiocinas, citocinas, proteínas de fase aguda e algumas enzimas. O segundo tipo de imunidade é basicamente composta pelos linfócitos T e B e imunoglobulinas, apresentando respostas citotóxica, humoral e de sinalização (NUNO, 2014). Os glóbulos brancos são células que executam a ação principal no que diz respeito às defesas do hospedeiro, porém existem outras células presentes nos tecidos que também estão envolvidas nas respostas imunes, enviando sinais e recebendo estímulos aos leucócitos circulantes (SOARES, 2017). Para que uma infecção se estabeleça é necessário que o patógeno possua a capacidade de invadir o organismo. Nesse processo diversos fatores estão envolvidos, tais como a presença de lesões na pele e mucosas e fatores de virulência dos próprios microrganismos. Uma vez presentes nos tecidos, esses patógenos desencadeiam a migração de leucócitos e o processo inflamatório (PERES *et al.*, 2010).

As barreiras físicas basicamente são a pele, mucosas, barreiras microbiológicas resultantes da microbiota normal de diversos sítios anatômicos, barreira epitelial pulmonar e estomacal; e por fim as barreiras bioquímicas, que são as secreções tais como muco, saliva, lágrima e secreções nasais (CHAVES *et al.*, 2022). Se o agente estranho consegue ultrapassar essas barreiras de proteção, será reconhecido por células fagocíticas – macrófagos e células dendríticas, por exemplo – presentes nos tecidos. Essas células são ativadas pela presença de antígenos microbiológicos através do reconhecimento dessas moléculas via receptores extra e intracelulares presentes nos leucócitos, tais como os receptores do tipo toll (toll-like), resultando na produção de mediadores inflamatórios e sinalização da resposta imune e inflamatória. Dentre os mediadores, as quimiocinas atuam nos vasos para recrutar leucócitos circulantes para o local invadido, já as citocinas atuam amplificando a resposta imune e inflamatória através de sua ação nas células recrutadas (CRUVINEL *et al.*, 2010). Além da sinalização imunológica, após um microrganismo ser fagocitado, fica armazenado em vesículas denominadas fagossomas, as quais se fundem aos lisossomas das células formando o fagolisossoma, uma vesícula contendo enzimas responsáveis pela produção de radicais livres e moléculas relacionadas aos estresses oxidativo e nitrosativo, que atuam atacando compostos microbiológicos e de células do hospedeiro, resultando em morte do patógeno e destruição tecidual (PEAKMAN *et al.*, 2011).

Após degradados nos fagolisossomas, os antígenos microbiológicos são ligados a moléculas do complexo principal de histocompatibilidade II (MHC-II) e externalizados para apresentação para linfócitos auxiliares (CD4+) via receptores de células T. Esses linfócitos, após ativados, são capazes de induzir a resposta contra patógenos intracelulares via ativação de linfócitos citotóxicos (CD8+); ao mesmo tempo que apresenta os antígenos para linfócitos B vírgens, que se diferenciam em células de memória e plasmócitos, que são células produtoras de anticorpos (SIQUEIRA- BATISTA *et al.*, 2012). É importante ressaltar que as células T também produzem memória e os linfócitos T CD8⁺ são capazes de reconhecer diretamente células infectadas por patógenos intracelulares através da ligação de seus receptores de células T com o MHC-I presente em todas as células nucleadas do organismo e importante para a sinalização de células saudáveis e infectadas (NOVAIS, 2011). A resposta citotóxica contra patógenos ocorre através da produção de perforinas e granzimas, sendo a primeira responsável pela formação de poros nas membranas e a segunda induz as células a apoptose. Já os linfócitos T CD4⁺ são células de sinalização, responsáveis pela indução e mudança dos padrões das respostas imunes, tais como respostas pró-inflamatórias e anti-inflamatórias (DUARTE, 2016). Além das respostas celulares, um outro mecanismo de morte microbiológica é o sistema complemento, formado por proteínas plasmáticas que podem ser ativadas por diferentes vias – clássica, alternativa e da lectina – e resultam na formação de poros nas membranas, causando lise osmótica (MACEDO, 2018).

PAPEL DA ATIVIDADE FÍSICA NA IMUNIDADE INATA: A prática de atividade física é eficaz como medida preventiva para reduzir fatores de risco de diversas doenças relacionadas com o estilo de vida. Respostas promovidas pelo exercício regular também afetam vários componentes do sistema imunológico, modulando principalmente a resposta imune contra doenças infecciosas e fortalecendo o organismo (PITANGA *et al.*, 2020). Indivíduos que praticam atividade física moderada apresentam risco menor de adoecer em comparação com pessoas sedentárias. Isso ocorre principalmente pela modulação de alguns parâmetros imunológicos, tais como o número total e diferencial de leucócitos circulantes e a atividade de algumas células, principalmente fagócitos como neutrófilos, macrófagos e células dendríticas (VELASCO, 2013). Adicionalmente, estudos tem mostrado que a atividade física tem uma resposta mais exacerbada na imunidade inata, onde as células mais sensibilizadas dessa primeira linha de defesa incluem macrófagos e neutrófilos. (LIRA *et al.*, 2012) Essas alterações serão discutidas nas sessões seguintes.

NEUTRÓFILOS: Os neutrófilos são fagócitos polimorfonucleares e representam cerca de metade da quantidade total de leucócitos circulantes, sendo a célula mais numerosa no sangue e estando entre as primeiras a chegar no local da infecção através da quimiotaxia. Dentre as principais funções dos neutrófilos podem ser citadas a fagocitose de bactérias e a produção de espécies reativas de oxigênio para combater patógenos e sinalizar a resposta imune e inflamatória (BONIFÁCIO *et al.*, 2021). A resposta dos neutrófilos frente ao exercício pode estar associada a intensidade (KRINSKI *et al.*, 2010). Van de Vyver *et al.*, (2016) verificou a potência da resposta imune imediatamente após 4 horas de exercício aeróbico de alta intensidade. A pesquisa demonstrou que os indivíduos expostos ao estímulo apresentaram aumento na população dessas células, bem como aprimoramento de suas funções fagocíticas e bactericida. Lockhart *et al.*, (2008) realizaram estudos em camundongos submetidos a sessões de alongamentos passivos durante 14 dias. Os resultados demonstraram que os neutrófilos são as primeiras células a chegarem no musculoesquelético após atividade física aguda, pois participam do processo de reparação tecidual muscular principalmente através da produção de mediadores inflamatórios e espécies reativas de oxigênio (EROs). Peake J *et al.*, (2004) realizaram estudos com dez indivíduos do sexo masculino praticantes regulares de atividade física. Os resultados demonstraram que esses pacientes apresentaram aumento no número dos neutrófilos, além disso, também apresentaram melhoras na quimiotaxia e na produção de EROs, moléculas importantes para que ocorra a morte microbiológica em um quadro

infeccioso (PEAKE J *et al.*, 2004). Atividades físicas regulares e constantes aumentam o gasto energético do corpo, causando uma melhora na ativação das vias metabólicas e, consequentemente, melhor nutrindo as células e aprimorando suas funções. Em geral, ao invadir o organismo, os patógenos são primeiramente fagocitados por macrófagos e células dendríticas, as quais produzem e secretam quimiocinas, atuando no recrutamento de neutrófilos. Todo esse processo é aprimorado e ocorre de forma mais fluidas em indivíduos não sedentários (VANCINI *et al.*, 2021).

MACRÓFAGOS/ MONÓCITOS: Os monócitos/macrófagos são fagócitos especializados e classificados como células apresentadoras de antígenos (APCs), responsáveis pela ponte entre a imunidade inata e adquirida através da apresentação de antígenos para linfócitos auxiliares via MHC-II. Monócito é a forma circulante da célula, enquanto macrófago é sua forma tecidual. Ao fagocitar microrganismos invasores, produzem mediadores inflamatórios como citocinas e quimiocinas, sinalizando a resposta imune e inflamatória (SANTOS, 2019). FERREIRA *et al.*, (2007) realizou estudos com macrófagos peritoneais de ratos, onde avaliou alterações agudas nessas células decorrentes da prática de atividade física de curta duração em diferentes intensidades. Os dados demonstraram que o exercício físico foi capaz de aumentar a capacidade funcional dessas células, melhorando a capacidade fagocítica e a produção de moléculas relacionadas com o estresse oxidativo. Além disso, durante o treino, os efeitos das catecolaminas adrenalina e noradrenalina liberadas causam monocitose transitória tecidual, resultando no aumento dessas células no sangue. YKEU *et al.*, (2010) investigaram o efeito do treinamento leve (caminhada) 3 vezes por semana durante 8 semanas em voluntários humanos sedentários; os dados demonstraram que a prática de atividade física foi capaz de aumentar as respostas fagocíticas e bactericida dos macrófagos desses indivíduos em testes *in vitro*.

CÉLULAS DENDRÍTICAS

As células dendríticas são fagócitos com projeções citoplasmáticas e que também são consideradas APCs. Geralmente são encontradas nos tecidos e responsáveis pela fagocitose de antígenos próprios e não próprios. Apresentam moléculas antigênicas para células T CD4⁺, promovendo sua expansão clonal e ativação, atuando de forma semelhante aos macrófagos teciduais (ALVES *et al.*, 2011). Estudos com roedores demonstraram que exercício físico aeróbico por várias semanas em esteira foi capaz de aumentar a população dessas células, além de promover uma maior expressão do MHC-II e interleucina-12 (CHIANG *et al.*, 2007). O aumento do MHC é capaz de aprimorar o processo de apresentação de antígenos e a IL-12 atua na ativação de células *natural killers*, elevando seu potencial citotóxico para células infectadas e tumorais (GOLDENBERG; RIZZO, 2015). Nos últimos anos tem sido apontado em alguns estudos que a atividade física tem seus benefícios e malefícios dependendo da intensidade e do tipo de atividade realizada, além das condições do paciente. A diminuição da expressão de receptores do tipo toll (TLRs) já foi demonstrada através da prática de exercícios moderados e intensos; esse resultado é sugerido como um efeito anti-inflamatório em indivíduos não sedentários (MCFARLIN *et al.*, 2006). Diversos outros estudos já associaram a diminuição dos TLRs em células dendríticas ao exercício resistido em indivíduos de ambos os sexos; foram identificadas redução nos seguintes subtipos: 1,2,3 e 4, os quais são responsáveis por reconhecer diferentes tipos de antígenos microbiológicos (CHEN *et al.*, 2013; FERNANDEZ-GONZALO *et al.*, 2014; FLYNN; MCFARLIN, 2006; GLEESON *et al.*, 2011).

Natural Killers: A célula *natural killer* vem da medula óssea da mesma linhagem dos linfócitos T e fazem parte da linha de defesa do sistema imunológico não específica, reconhecendo e promovendo a morte celular de células infectadas com vírus, bactérias e protozoários intracelulares, além do combate a células tumorais (CARLOS, 2014). A prática de atividade física já foi demonstrada ter relação direta com a atividade citotóxica e aumento da população dessas células (SUZUI *et al.*, 2004).

A maioria dos estudos realizados relatam que o número de células NKs se eleva durante e imediatamente após o exercício físico de diferentes tipos e intensidades. Durante o exercício a elevada liberação de catecolaminas, principalmente epinefrina, tem sido implicada como um dos fatores responsáveis pelo recrutamento de células NKs dos tecidos para o sangue, elevando suas taxas circulatórias (KRINSKI *et al.*, 2010). Um estudo realizado por Nieman *et al.*, (2007) observou que a atividade das NKsem repouso era mais alta em remadores avançados do que em indivíduos não atletas. Esses dados sugerem que pessoas que praticam atividade física apresentam uma defesa inata mais potente do que indivíduos sedentários, melhorando também a defesa contra tumores.

IMPACTO DA ATIVIDADE FÍSICA NA RESPOSTA IMUNE ADQUIRIDA: A atividade física tira o organismo de um estado orgânico de equilíbrio e reorganiza as respostas de muitos sistemas, incluindo o imunológico. O exercício praticado de forma regular alavanca a imunidade adaptativa e melhora os mecanismos de diferenciação de linfócitos T e B no meio vascular modulando positivamente as respostas de memória, citotóxicas e humorais (LIRA *et al.*, 2012). Na próxima sessão serão discutidas as alterações ocorridas em cada uma das células.

LINFÓCITO T: Os linfócitos T são células que interagem com APCs (macrófagos/células dendríticas) ou diretamente com células infectadas com patógenos intracelulares, tais como os vírus, sendo responsáveis por respostas efetoras e/ou produção de citocinas específicas, estabelecendo o padrão de resposta imune de acordo com o tipo de invasão (ALMO, 2017). Um estudo feito com idosos de ambos os sexos, com estilos de vida sedentários, avaliou o efeito da atividade física moderada, sob supervisão de profissional, na contagem sanguínea, diferenciação e capacidade funcional de linfócitos. Os resultados demonstraram que o exercício físico foi capaz de aumentar a população e diferenciação dessas células; além de amplificar a produção de citocinas e a atividade citotóxica (VERÍSSIMO *et al.*, 2006). De acordo com Cavalcante Reis *et al.*, (2018), após atividade física, há uma redução na contagem total de linfócitos TCD4⁺ nos primeiros 30 minutos a 3 horas, retornando a contagem normal entre 6 e 24 horas. É importante lembrar que a redução dessas células pode gerar uma menor produção de mediadores inflamatórios, podendo apresentar efeito anti-inflamatório no organismo. Um estudo realizado por PEREIRA *et al.*, (2012) em 12 indivíduos sedentários do sexo masculino e feminino, avaliou a resposta dos marcadores de apoptose (Anexina V+) e de migração (CX₃CR1) de linfócitos T CD4⁺ e CD8⁺ após atividade física; a pesquisa constatou que o exercício físico moderado/intenso aumentou ambos os marcadores celulares avaliados mesmo 24 horas após sessão aguda de treino. Por sua vez, FRIEDMAN *et al.*, (2012) realizou estudos em voluntários humanos no qual o objetivo foi avaliar a contagem e os marcadores de migração e de apoptose de células linfocitárias após a realização de treino físico; os autores observaram que o subconjunto CD8⁺ foi significativamente influenciado pelo protocolo repetitivo de Wingate (teste anaeróbico), aumentando a população dessas células durante o exercício, com redução para os níveis basais após atividade, sem alteração no marcador de apoptose. Essa modulação nessas células está ligada a mudanças no receptor de migração CX₃CR1 em resposta a intensidade do treino. WANG *et al.*, (2012) relatou que praticantes regulares de atividades físicas apresentam um aumento significativo de células CD4⁺ no sangue periférico quando comparado a sujeitos sedentários.

LINFÓCITO B: Os linfócitos B são células da imunidade adquirida do tipo humoral e são responsáveis pela produção e liberação de anticorpos, além do desenvolvimento de células de memória. Sua forma ativa, o plasmócito, secreta essas imunoglobulinas cujas principais funções são neutralizar e/ou opsonizar antígenos, permitindo o *clearance* microbiológico (SANTOS *et al.*, 2021). Um estudo realizado por ANJOS *et al.*, (2016) em doze indivíduos com idade média de 66 anos; os participantes realizaram 3 sessões semanais de exercícios físicos por 16 semanas. Os resultados demonstraram que após atividade física houve um aumento significativo no número de linfócitos B comparado ao pré-

treinamento. MIRANDA *et al.*, (2016) realizaram um estudo com dez adultos do sexo masculino entre 20 a 35 anos. Os indivíduos voluntários praticaram corrida por 4km e foram submetidos a coleta de sangue; observou-se que os linfócitos B aumentaram 6 horas após a atividade física e posteriormente voltaram para níveis basais. DELMONTES *et al.*, (2012), em um estudo com 29 roedores, após treinamento físico intenso e moderado através da natação, publicou que os linfócitos B aumentaram significativamente após o estresse físico moderado. Esse resultado é sugerido estar diretamente ligado com a liberação de catecolaminas, a qual altera a redistribuição e adesão de leucócitos nos tecidos, elevando seus níveis na corrente sanguínea. Estudos como o realizado por Terra *et al.*, (2012) já demonstraram que a atividade física eleva a população de linfócitos B, conseqüentemente aumentando as concentrações plasmáticas de anticorpos e amplificando a resposta humoral, resultando em um melhor combate a patógenos. Como os linfócitos B são as principais células envolvidas nas respostas às vacinas, a prática de exercícios também é capaz de melhorar os mecanismos de imunização artificial.

CONCLUSÃO

A prática regular de exercício físico é essencial para o equilíbrio da saúde pois induz a uma resposta imune adequada, fortalece os sistemas respiratório e cardiovascular e melhora o perfil lipídico dos praticantes, interferindo positivamente na qualidade de vida. Diversos estudos já demonstraram que a atividade física é capaz de alterar a população e função dos leucócitos, tanto teciduais quanto circulantes. Portanto, indivíduos não sedentários apresentam melhoras nas respostas imune inata e adquirida, modulando principalmente a função das células e a liberação de mediadores inflamatórios. Dentre as células da imunidade inata que têm suas funções melhoradas, podem ser citadas os neutrófilos, macrófagos, células dendríticas e *natural killers*; por outro lado, tanto linfócitos T quanto B também apresentaram aumento de suas populações e funções, modulando principalmente a sinalização celular (linfócito TCD4+), resposta citotóxica (linfócito TCD8+) e humorais (linfócitos B). Na maior parte dos casos esses efeitos foram ligados a atividade simpática do sistema nervoso autônomo, que é intensamente ativada durante o treino.

REFERENCES

ALVES, D. et al. UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL Disciplina: SEMINÁRIOS APLICADOS PROCESSAMENTO E APRESENTAÇÃO ANTIGÊNICA E POSSÍVEIS INTERFERÊNCIAS VIRAIS. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/67/o/semi2011_Duane_Alves_2.pdf>.

DOS .G .C .M , et al The effects of brief physical conditioning on immune cells and cytokines in elderly individuals in Manaus, Amazonas. *Fisioterapia em Movimento*, v. 29, p. 305–315, 2016.

ALMO, M. M. DO. Identificação de lncRNAs em linfócitos T humano estimulados com anticorpos anti-CD3 recombinantes. repositório.umb.br, 28 jul. 2017.

BONIFÁCIO, B. et al. Relação entre exercício físico e sistema imunológico. *Arquivos de Asma, Alergia e Imunologia*, v. 5, n. 4, p. 361–370, 2021.

CHAVES, Laís Cristina Corrêa; LOBO, Matheus Pereira; DE CARVALHO, Sheyse Martins. Como o sistema imunológico inato luta por sua saúde. 2022.

Cavalcante Reis.S.; Andreazzi Duarte.D. O papel do exercício físico na ativação de células mononucleares do Sistema Imunológico. *Revista Eletrônica Acervo Científico*, v. 1, p. 49-57, 9 nov. 2018.

CHEN, R.; FEND, L.; RUAN, M.; LIU, X.; ADRIOUCH, S.; LIAO, H. Mechanical-Stretch of C2C12 Myoblasts Inhibits Expression of Toll-Like Receptor 3 (TLR3) and of Autoantigens

Associated with Inflammatory Myopathies. *PLoS one*, v. 8, n. 11, p. e79930, 2013

Chiang LM, ChenYJ, Chiang J, Lai LY, ChenYY, Liao HF. Modulation of Dendritic Cells by Endurance Training. *Int J Sports Med*. 2007;28:798-803.

CARLOS, B., Lia Kubelka de. Associação de polimorfismos em genes envolvidos na regulação da atividade das células NK (Natural Killer) no desenvolvimento do câncer de mama. 2014.

COSTA ROSA, L. F. P. B.; VAISBERG, M. W. Influências do exercício na resposta imune. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 8, n. 4, p. 167–172, ago. 2002.

DE .W , M. et al. Sistema imunitário: Parte I. Fundamentos da imunidade inata com ênfase nos mecanismos moleculares e celulares da resposta inflamatória. *Revista Brasileira de Reumatologia*, v. 50, n. 4, p. 434–447, ago. 2010.

DA SILVA, A. N. Associação entre exercício físico e produção de espécies reativas de oxigênio. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, v. 13, n. 2, p. 116, 10 abr. 2014.

DUARTE, M. Q. Ação das células imunitárias Natural Killer contra células tumorais. repositório.uniceub.br, 2016.

DELMONDES, G. M. B. et al. Efeito do treinamento físico moderado e intenso sobre os mecanismos de defesa de ratos adultos. *Motriz: Revista de Educação Física*, v. 18, p. 699–707, 1 dez. 2012.

FERNANDO PESSOA, U. Exercício físico e Sistema imunológico. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/4834/1/PPG_18099.pdf>.

FERNANDEZ-GONZALO, R. et al. Muscle damage responses and adaptations to eccentric-overload resistance exercise in men and women. *European Journal of Applied Physiology*, v. 114, n. 5, p. 1075–1084, 12 fev. 2014.

FRIEDMAN, R. A. et al. Repeated high-intensity Wingate cycle bouts influence markers of lymphocyte migration but not apoptosis. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 37, n. 2, p. 241–246, abr. 2012.

FERREIRA, C. et al. Efeitos agudos do exercício de curta duração sobre a capacidade fagocitária de macrófagos peritoneais em ratos sedentários. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 11, n. 3, p. 191–197, jun. 2007.

GLEESON, M. et al. Sex differences in immune variables and respiratory infection incidence in an athletic population. *Exercise Immunology Review*, v. 17, p. 122–135, 2011.

MHC structure and function .V .L .RIZZO ;C .A .,–antigen presentationPart 2. *Einstein (São Paulo)*, v. 13, n. 1, p. 157–162, 24 mar. 2015.

GUALANO, B.; TINUCCI, T. Sedentarismo, exercício físico e doenças crônicas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v. 25, n. spe, p. 37–43, dez. 2011.

KRINSKI, K. et al. Efeitos do exercício físico no sistema imunológico. *RBM rev. bras. med*, 2010.

LIMA, M. F. C. DE et al. Questionários para avaliação do nível de atividade física habitual em adolescentes brasileiros: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 41, p. 233–240, 16 set. 2019.

LOCKHART, N. C.; BROOKS, S. V. Neutrophil accumulation following passive stretches contributes to adaptations that reduce contraction-induced skeletal muscle injury in mice. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, v. 104, n. 4, p. 1109–1115, 1 abr. 2008.

LIRA, F. S. et al. Importância dos efeitos fisiológicos do exercício na promoção da saúde. *Inova Saúde*, v. 1, n. 1, 30 nov. 2012.

LIMA, J. DE S. et al. Associação entre práticas de atividade física e desempenho acadêmico de estudantes chilenos do ensino fundamental e médio. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 41, p. 206–214, 4 jul. 2019.

MACEDO, A. C. L. Efeito da curcumina na secreção de fator H mutante em paciente deficiente desta proteína reguladora do sistema complemento. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/42/42133/tde-03052018-160217/en.php>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

MESQUITA JÚNIOR, D. et al. Sistema imunitário - parte II: fundamentos da resposta imunológica mediada por linfócitos T e

- B. Revista Brasileira de Reumatologia, v. 50, n. 5, p. 552–580, out. 2010.
- MALTA, D. C. et al. Padrão de atividade física em adultos brasileiros: resultados de um inquérito por entrevistas telefônicas, 2019. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 18, n. 1, mar. 2019.
- MCFARLIN, B. K. et al. Physical Activity Status, But Not Age, Influences Inflammatory Biomarkers and Toll-Like Receptor 4. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, v. 61, n. 4, p. 388–393, 1 abr. 2006.
- MIGUELEZ, P.; CUEVAS, M. J.; GONZALEZ-GALLEGO, J. TLR4-Mediated Blunting of Inflammatory Responses to Eccentric Exercise in Young Women. *Mediat inflamm.*, v. 2014, p. 1-11, 2014.
- Miranda, Marcos & Louzada, Ruy & Albuquerque, João & Ribeiro, Marcelo & Muccillo, Fabiana & Carvalho, Denise & Cameron, L. C. & Werneck-de-Castro, João. (2016). HIGH INTENSITY RUNNING EXERCISE ALTERS BOTH THY-1 AND ECTONUCLEOTIDASE EXPRESSION ON LYMPHOCYTES SURFACE.. *Arquivos em Movimento*. 12. 29-53.
- NOVAIS, F. O. Avaliação do papel das células T CD8+ na infecção experimental por *Leishmania braziliensis*. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/4200>>. Acesso em: 22 nov. 2022.
- Nazaré Oliveira, Eliany, Aguiar, Rômulo Carlos de, Oliveira de Almeida, Maria Tereza, Cordeiro Eloia, Sara, Queiroz Lira Tâmia benefícios da atividade física para saúde mental. saúde coletiva [en linea]. 2011, 8(50), 126-130 [fecha de Consulta 22 de Noviembre de 2022]. ISSN: 1806-3365. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84217984006>
- NIEMAN, D. C. Immune function in female elite rowers and non-athletes. *British Journal of Sports Medicine*, v. 34, n. 3, p. 181–187, 1 jun. 2000.
- NIEMAN, D. C. Marathon Training and Immune Function. *Sports Medicine*, v. 37, n. 4, p. 412–415, 2007.
- NUNO, P. Exercício físico e sistema imunológico. *Bdigital.ufp.pt*, 2014.
- PITANGA, Francisco José Gondim; BECK, Carmem Cristina; PITANGA, Cristiano Penas Seara. Atividade física e redução do comportamento sedentário durante a pandemia do Coronavírus. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 2020.
- PEAKE, J. et al. Changes in neutrophil surface receptor expression, degranulation, and respiratory burst activity after moderate- and high-intensity exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 97, n. 2, p. 612–618, ago. 2004.
- PERES, N. T. DE A. et al. Dermatofitos: interação patógeno-hospedeiro e resistência a antifúngicos. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 85, n. 5, p. 657–667, out. 2010.
- Peakman M, Vergani D. *Imunologia básica e clínica*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011.
- do exerc Efeitos agudos .B .G ,ercicio resistido sobre marcadores da resposta inflamatória e imune. *repositorio.ufscar.br*, 11 dez. 2012.
- RANG, H. P. et al. Rang & Dale – *Farmacologia*. 6a edição. Rio de Janeiro, 2007.
- Revista Multidisciplinar em Saúde*, v. 2, n. 2, p. 59-59, 24 abr. 2021.
- RODRIGUES, C.P.F, NEUMAN, K. R.S; MORAIS, P.B. *Imunologia básica: uma revisão aplicada a estudantes*, 2022.
- SANTOS, C. F. DOS. Resposta imune inata a infecção pelo vírus chikungunya: subpopulação de monócitos e fatores antivirais. www.arca.fiocruz.br, 2019.
- SANTOS, Gabriela Sena et al. Resposta imune adaptativa (humoral e celular). 2021.
- .et al .M ,Natural killer cell lytic activity and CD56(dim) and CD56(bright) cell distributions during and after intensive training. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, v. 96, n. 6, p. 2167–2173, 1 jun. 2004.
- SIQUEIRA-BATISTA, R. et al. Linfócitos T CD4+CD25+ e a regulação do sistema imunológico: perspectivas para o entendimento fisiopatológico da sepse. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, v. 24, p. 294–301, 1 set. 2012.
- SOARES, A. I. P. O papel do laboratório no diagnóstico e na caracterização do vírus neurotrópico West Nile. repositorio.ul.pt, 20 dez. 2017.
- TERRA, R. et al. Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 18, n. 3, p. 208–214, jun. 2012.
- TVEDE, N. et al. Cellular immunity in highly trained elite racing cyclists during periods of training with high and low intensity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 1, n. 3, p. 163–166, 30 jan. 2007.
- VAN DE VYVER, M. et al. Neutrophil and monocyte responses to downhill running: Intracellular contents of MPO, IL-6, IL-10, pstat3, and SOCS3. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 26, n. 6, p. 638–647, 1 jun. 2016.
- VANCINI, R. L. et al. Recomendações gerais de cuidado à saúde e de prática de atividade física vs. pandemia da COVID-19. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*, v. 20, n. 1, p. 3–16, 25 jul. 2021.
- .et al .B ,VALERIA OLIVEIRA DE SOUSA Physical exercise, obesity, inflammation and neutrophil extracellular traps (NETs): a review with bioinformatics analysis. *Molecular Biology Reports*, 20 maio 2021.
- Verçssimo, Manuel & Mota Pinto, Anabela & Alves, Vera & Freitas, Ricardo & Batista, Manuel & Santos, Manuel & Saldanha, Maria. (2006). EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO MODERADO NO SISTEMA IMUNOLÓGICO DOS IDOSOS. *Geriatrics (Edição Portuguesa)*. 2. 69-76.
- VELASCO, D. C. B. Interação entre pré-hipertensão e obesidade na incidência de hipertensão em adultos assistidos pelo programa médico de família de Niterói, Brasil. app.uff.br, 2013.
- Effect of e .et al .J ,WANG Exercise training intensity on murine T-regulatory cells and vaccination response. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 22, n. 5, p. 643–652, 1 out. 2012.
- intensity exercise enhances expression of -Low .et al .G ,YAKEU markers of alternative activation in circulating leukocytes: roles of PPARγ and Th2 cytokines. *Atherosclerosis*, v. 212, n. 2, p. 668–673, 1 out. 2010.
