

Módulo 4: Sistema imunológico

4.1 Ejercicio y el Sistema inmunológico

No futebol, um dos fatores mais importantes para um time é se assegurar de que todo o coletivo se mantenha saudável. Prevenir lesões e doenças é a chave para o sucesso. No entanto, isto se torna um desafio no esporte de alto rendimento, com 2 ou 3 jogos em uma semana, muitas viagens, espaços lotados, etc. Infelizmente, exercícios pesados e recuperação limitada comprometem o sistema imunológico e, portanto, infecções no trato respiratório superior são comuns durante o período de inverno (na Europa), quando há uma agenda congestionada.

É importante se assegurar que o sistema imunológico esteja pronto para combater micro-organismos potencialmente perigosos como bactérias, vírus e fungos. Embora muitos fatores influenciem a imunodepressão causada por exercícios (como estresse físico, ambiental e psicológico), a nutrição tem um papel crítico. A nutrição inadequada pode resultar em deficiências e funcionamento insuficiente do sistema imunológico. Com estratégias adequadas de nutrição, é possível otimizar a recuperação. Nesta seção exploraremos as evidências de que intervenções nutricionais podem ajudar a prevenir a imunodepressão. Primeiramente estudaremos o sistema imunológico e os efeitos dos exercícios sobre ele.

4.1.1 O sistema imunológico

O sistema imunológico está envolvido no reparo de tecidos após lesões e na proteção do corpo contra micro-organismos potencialmente perigosos (patogênicos) como bactérias, vírus e fungos. Em certas circunstâncias, o sistema imunológico pode ficar funcionalmente deprimido (conhecido como imunodepressão), o que pode resultar num aumento da suscetibilidade a infecções. Diversas formas de estresse, incluindo uma agenda pesada de treinamento e competições, podem levar à imunodepressão em atletas, o que os coloca sob um risco maior de infecções oportunistas, especialmente no trato respiratório superior (ITRS) (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 365).

Deficiências nutricionais podem prejudicar o funcionamento imunológico e aumentam o risco de infecções. Também está claro que “até mesmo infecções medicamente inofensivas podem prejudicar muito o desempenho atlético” (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p.365).

De forma simples, o sistema imunológico reconhece, ataca e destrói elementos estranhos ao corpo. Na verdade, as funções desse sistema homeostático são bem mais complexas, e envolvem coordenações precisas de muitos tipos de células e mensageiros moleculares. Ainda assim, como qualquer sistema homeostático, o sistema imunológico é composto por mecanismos redundantes para assegurar que processos essenciais sejam executados.

O sistema imunológico tem duas funções básicas, imunidade **inata** (natural ou não específica) e imunidade **adaptativa** (adquirida, ou específica), que funcionam sinergicamente. O sistema inato é imediatamente ativado assim que um agente infeccioso tenta entrar no corpo. A chamada primeira linha de defesa compreende três mecanismos gerais que têm o objetivo comum de restringir a entrada de micro-organismos no corpo:

- Barreiras físicas e estruturais (pele, revestimentos epiteliais, secreções mucosas).
- Barreiras químicas (pH dos fluidos corporais e fatores solúveis)
- Células fagocitárias (como neutrófilos, macrófagos ou monócitos)

A falha no sistema inato e as infecções resultantes ativam o sistema adaptativo, que ajuda na recuperação da infecção. A imunidade adaptativa é auxiliada enormemente pela aquisição pelo linfócito-T e pelo linfócito-B de receptores que reconhecem as moléculas estranhas (chamados antígenos), criando especificidades e “memória” que permitem ao sistema

imunológico montar uma resposta aumentada quando o hospedeiro é reinfectado pelo mesmo patógeno.

Os componentes do sistema imunológico compreendem elementos celulares e solúveis. Os glóbulos brancos (leucócitos) têm diversas funções, apesar de surgirem das células-tronco da medula óssea. Leucócitos consistem de granulócitos (60% a 70%), monócitos (10% a 15%) e linfócitos (20% a 25%). Vários subconjuntos de linfócitos podem ser identificados com proteínas específicas (conjuntos de diferenciação ou conjuntos designadores [CD]), que são expressos na membrana de um tipo particular de célula. Por exemplo, todos os linfócitos-T expressam a proteína CD3 na superfície da célula. Linfócitos-B não expressam CD3, mas expressam CD19, CD20 e CD22. Um subconjunto particular de linfócitos-T, chamados células-T auxiliares, expressa especificamente a proteína CD4, enquanto que as células-T citotóxicas expressam CD8. Células-T reconhecem sequências curtas de peptídeos dos antígenos apenas se estiverem na superfície da célula e complexificados com uma molécula do complexo principal de histocompatibilidade (MHC). A capacidade do sistema imunológico de se distinguir de outros depende grandemente do MHC, um grupo de marcadores de proteína que está presente na superfície de cada célula e é levemente diferente em cada pessoa (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 366).

4.1.2 Efeitos do exercício na função imunológica

“Atletas envolvidos em programas de treinamento pesado, particularmente eventos de resistência, parecem ser mais suscetíveis a infecções do que a população em geral. Por exemplo, inflamações na garganta e sintomas de gripe são mais comuns em atletas” (Calder e Yaqoob, 2013, p. 653). Hoje em dia, muitos atletas que participam de esportes de elite “estão expostos a altas cargas de treinamento e a calendários de competições cada vez mais saturados” (Soligard *et al.*, 2016, p. 1030). Novas evidências indicam que má gestão da carga é um fator de risco significativo para casos agudos de doenças e síndrome de treinamento excessivo.

O Comitê Olímpico Internacional (COI) [recentemente] reuniu um grupo de especialistas pra revisar as evidências científicas da relação entre carga ([incluindo] mudanças rápidas na carga de treinamento e de competição, congestionamento do calendário de competição, carga psicológica e viagem) e os resultados de saúde no esporte (Soligard *et al.*, 2016, p. 1030).

Eles concluíram que existe evidência de que mudanças na carga externa (aumento do volume e intensidade do treinamento) e carga interna de treinamento (as respostas fisiológicas e psicológicas à carga externa e cada indivíduo) estão associadas a um aumento no risco de doenças e que a participação em competições (individuais ou em grupo) está associada a um aumento no risco de doenças. No entanto, também reconheceram que ainda não é possível quantificar a magnitude do aumento na carga de treinamento relacionada ao aumento no risco de uma doença específica em uma dada modalidade. Também reconheceram que os fatores responsáveis pelo aumento no risco de doenças resultante do treinamento intensivo e de competições são provavelmente multifatoriais e precisam ser mais bem explorados em estudos futuros. (Schwellnus *et al.*, 2016)

No entanto, “existe evidência convincente que sugere que o aumento na suscetibilidade a infecções surge devido a uma depressão nas funções do sistema imunológico” (Calder e Yaqoob, 2013, p. 653). (Para análises detalhadas, ver: Gleeson, February, 2016; Gleeson & Walsh, 2012; Gleeson & Williams, 2013; Walsh *et al.*, 2011).

O principal componente do sistema imunológico consiste nos glóbulos brancos, ou leucócitos.

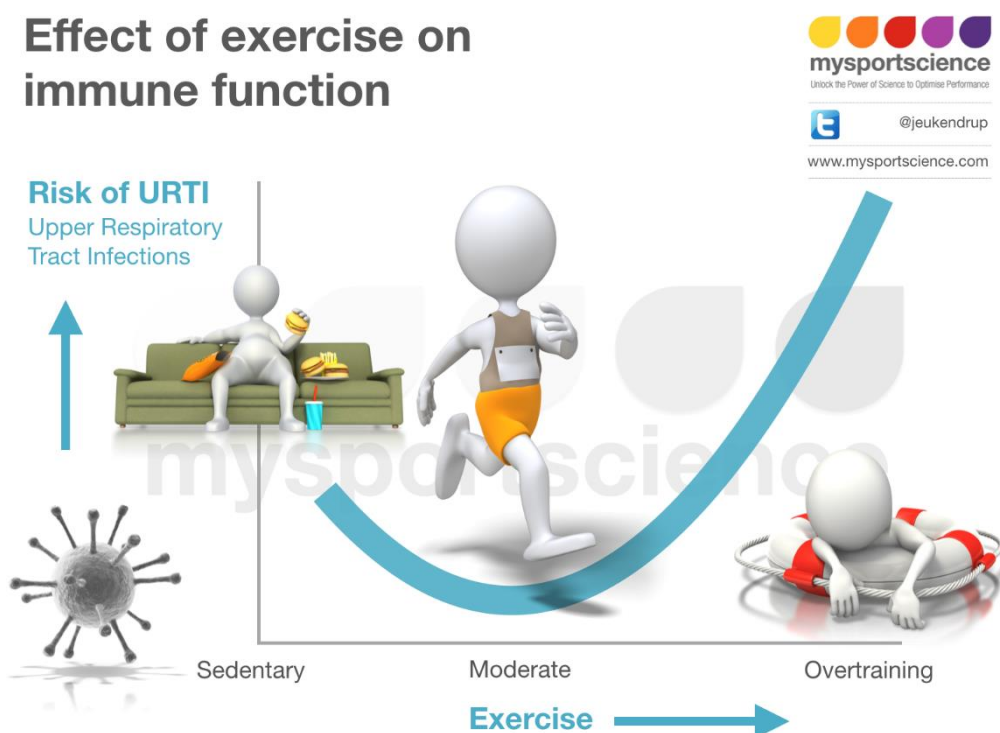
Os números circulatórios e as capacidades funcionais dos leucócitos podem diminuir devido a períodos de exercício intensos e prolongados... A causa pode ser elevados níveis de hormônios de estresse (p.ex., epinefrina e cortisol) e citocinas anti-inflamatórias [p.ex., IL-6 e IL-10] durante os exercícios, e entrada na circulação de leucócitos menos maduros da medula óssea (Calder e Yaqoob, 2013, p. 653).

O aumento na produção de radicais livres durante os exercícios é outro inibidor potencial de várias funções das células imunológicas. “Também foi sugerido que quedas na concentração de glutamina no sangue são uma possível causa para a imunodepressão associada a treinamento pesado, embora a evidência disso seja menos convincente” (Calder e Yaqoob, 2013, p. 653). A inflamação causada por dano no músculo pode ser outro fator.

A relação entre exercício e suscetibilidade a infecções foi modelada na forma de uma curva J (Nieman, 1994)... Esse modelo sugere que, enquanto a atividade moderada pode melhorar as funções imunológicas em comparação com níveis sedentários..., quantidades excessivas de exercícios prolongados de alta intensidade [podem] induzir efeitos prejudiciais nas funções imunológicas. Embora a literatura providencie fortes evidências para o último item, há pouca evidência que sugira qualquer diferença clinicamente significativa na função imunológica entre pessoas sedentárias e moderadamente ativas (Calder e Yaqoob, 2013, p. 653).

Portanto, a porção da curva J que representa essa relação talvez deva ser mantida reta, como ilustrado na Figura 1.

Figura 1: O modelo da curva J sugere que o risco de infecção do trato respiratório superior (ITRS) é reduzido por atividade moderada, mas progressivamente elevado por cargas pesadas de treinamento.



Fonte: Jeukendrup, 26 de Setembro de 2016, <https://goo.gl/o1XtLy>

[C. E.] Matthews et al. (2002) relataram que a execução regular de cerca de 2 horas de exercícios moderados por dia estava associada à redução em 29% no risco de ITRS em comparação a um estilo de vida sedentário. De forma semelhante, um estudo com mais de 1.000 participantes, Nieman *et al.* [Nieman, Henson, Austin e Sha] (2011) observaram que fazer exercícios moderados por 5 dias ou mais por semana estava associado a um risco 30% menor de ITRS do que fazer 1 dia ou menos de exercícios por semana. Esses resultados enfatizam que o benefício de exercícios regulares, moderados, para melhorar a resistência a infecções é, de certa forma, pequeno [embora um estilo de vida mais ativo, obviamente, traga grandes benefícios à saúde metabólica e cardiovascular] (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 381).

Agendas lotadas de competições, combinadas com muitas viagens, eventos de imprensa, multidões etc. aumentam a suscetibilidade a infecções e precisam ser administradas com cuidado. Os fatores que aumentam as chances de doenças serão discutidos abaixo.

4.1.3 Causas de doenças nos jogadores

As doenças mais comuns em atletas (e na população em geral) são infecções virais no trato respiratório superior (o resfriado e a gripe, por exemplo), que são mais comuns durante o inverno. Adultos geralmente apresentam dois a quatro casos de doenças respiratórias por ano. Atletas também podem desenvolver sintomas similares (inflamação na garganta, catarro, tosse) devido a alergias ou inflamações (na mucosa cobrindo o trato respiratório superior) causadas pela inalação de ar frio, seco ou poluído... Sozinhos, esses sintomas são geralmente triviais, mas mesmo que a causa seja infecciosa ou alérgica, podem fazer com que um atleta interrompa o treinamento, diminua o desempenho ou até perca uma competição importante (Gleeson, 2015, p. 1).

“Períodos longos de exercício intenso (mais que 90 minutos e de natureza contínua em vez de intermitente, como uma sessão típica de treino de futebol) resultam em depressão transiente nas funções dos glóbulos brancos (leucócitos)” (Gleeson, 2015, p. 2), o que por sua vez pode prejudicar as defesas contra patógenos infecciosos, como vírus e bactérias. Foi sugerido que “tais mudanças criam uma ‘janela aberta’ na diminuição da proteção do hospedeiro” (Gleeson, 2015, p. 2), durante a qual os patógenos “podem ganhar território, aumentando o risco de desenvolver infecções” (Walsh *et al.*, 2011, citado por Gleeson, 2015, p. 2). Outros fatores como “estresse psicológico, falta de sono e nutrição inadequada (particularmente deficiências de proteínas e micronutrientes essenciais) também podem suprimir a imunidade” (Walsh *et al.*, 2011, citado por Gleeson, 2015, p. 2) e levar a um risco maior de infecções.

Em certas situações, como proximidade a grandes multidões, contato próximo com pessoas sofrendo de infecções e exposição a ambientes com pouca higiene, os atletas podem ser mais expostos a agentes infecciosos. Portanto, o grau de exposição a patógenos no ambiente de um atleta e o status de seu sistema imunológico são dois determinantes importantes no risco de infecção. Várias estratégias, incluindo comportamentais e nutricionais, podem ser aplicadas para reduzir esses fatores de risco. Obviamente, em muitos esportes profissionais de apelo popular, não se pode evitar a exposição dos atletas a grandes multidões. Viagens aéreas para outros países também podem aumentar o risco de adquirir infecções. Recentemente, foi demonstrado que viagens internacionais estão associadas a maiores sintomas de doenças respiratórias superiores (DRS) em jogadores de rúgbi que viajam em fusos horários diferentes (Fowler, Duffield e Lu 2016; Schwellnus *et al.*, 2012). Em outro estudo prospectivo, viagens internacionais eram um fator de risco independente em esquiadores *cross-country* de elite (Svendsen *et al.* [Svendsen, Taylor, Tonnessen, Bahr, & Gleeson] 2016).

Durante exercícios dinâmicos, a exposição dos pulmões a bactérias e vírus transmitidos pelo ar aumenta devido à maior

velocidade e profundidade da respiração. No entanto, DRS também podem surgir devido a alergias e inflamações das vias respiratórias causadas pelo ar frio, seco ou poluído; as DRS resultantes disto são indistinguíveis de outras DRS resultantes de infecções respiratórias. Portanto, a causa para o aumento da incidência de sintomas de doenças respiratórias em atletas é provavelmente multifatorial (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Doenças agudas podem causar a redução na execução de exercícios, a interrupção do treinamento e até mesmo a ausência de competições importantes. Doenças infecciosas agudas podem afetar vários sistemas do corpo, reduzindo a execução de exercícios através de vários mecanismos como: coordenação motora debilitada, menor força e energia muscular, menor capacidade aeróbica e funcionalidades metabólicas alteradas. Além disso, a presença de febre reduz a capacidade do corpo de regular sua temperatura e aumenta a perda de fluidos através do suor, prejudicando, portanto, o desempenho de resistência. Também foi relatado que uma redução no desempenho em exercícios após a recuperação de doenças respiratórias pode durar de 2 a 4 dias, com um estudo indicando que velocistas que começam uma corrida de resistência com sintomas sistemáticos de uma doença aguda têm 2 a 3 vezes menos chances de completar a corrida. Outro relatório indica que, em 33% dos casos, uma infecção (comumente do trato respiratório) foi o motivo pelo qual atletas britânicos de 30 diferentes modalidades olímpicas faltaram a sessões de treinamento. Talvez ainda mais importante, doenças infecciosas agudas podem aumentar o risco de complicações sérias e até mesmo de morte súbita durante exercícios extenuantes (Gleeson, 19 de agosto de 2016, <https://goo.gl/BGyJik>).

Outras doenças comuns em atletas são aquelas envolvendo a pele, o trato digestivo e o sistema geniturinário. Otites são mais comuns em esportes aquáticos. Em esportes de contato, podem ocorrer abrasões na pele, aumentando o risco de infecções transdérmicas. Em certas situações, a higiene alimentar pode ser um problema, o que aumenta o risco de infecções gastrointestinais.

Formas de doenças que são comuns em atletas, mas não são infecciosas, incluem desidratação e doenças causadas pelo calor. Um aumento na permeabilidade do intestino pode permitir a entrada de endotoxinas bacterianas na circulação, especialmente durante exercícios prolongados em altas temperaturas, o que também aumenta o risco de doenças causadas pelo calor. Outras formas de doenças não infecciosas incluem alergias envolvendo o trato respiratório, pele ou sistema digestivo e são causadas por uma hipersensibilidade do sistema imunológico a certas moléculas (no geral proteínas) que são inaladas (pólen), entram em contato com a pele (látex) ou são ingeridas (glúten). Todas elas

envolvem a ativação inadequada do sistema imunológico contra um composto normalmente tolerado pela maioria das pessoas. A inflamação causada por essa hipersensibilidade é a maior causa para os sintomas dessas doenças. Sintomas parecidos podem surgir com a intolerância a certos alimentos, embora isso não envolva diretamente a ativação do sistema imunológico (como detalhado abaixo) (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 377).

4.1.4 Nutrição para minimizar a imunodepressão nos jogadores

Más práticas nutricionais podem contribuir para prejudicar a imunidade dos atletas. Alguns atletas adotam dietas extremamente ricas em carboidratos em detrimento de proteínas e gorduras. Ao evitar alimentos ricos em gordura animal, os atletas reduzem o consumo de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Por outro lado, dietas extremamente pobres em carboidrato aumentam a resposta de estresse aos exercícios, o que também pode aumentar a imunossupressão.

Relatos anedóticos e jornalísticos promovem os supostos benefícios de certas vitaminas e minerais para o desempenho, mas a maioria dos atletas não percebe que suplementos de micronutrientes só são benéficos quando corrigem uma deficiência, e que o consumo excessivo de micronutrientes individuais pode ser tóxico ou limitar a absorção de outros elementos vestigiais essenciais. Deficiências ou excessos de vários componentes nutritivos têm um efeito substancial nas funções imunológicas e podem exacerbar a imunodepressão associada a altas cargas de treinamento (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Como a nutrição influencia a função imunológica?

A disponibilidade de nutrientes pode afetar quase todos os aspectos do sistema imunológico devido ao fato de que muitos nutrientes estão envolvidos no metabolismo energético e na síntese proteica. A maioria das respostas imunológicas envolvem replicações de células e a produção de proteínas com funções específicas (p.ex., citocinas, anticorpos e proteínas de fase aguda). As funções do sistema imunológico que podem ser comprometidas incluem a produção humoral e secretora de anticorpos, imunidade mediada por células, capacidade bactericida de fagócitos, formação de complementos e respostas a mitógenos com proliferação de linfócitos-T.

Uma deficiência nutricional tem efeito direto quando o fator nutricional tem atividades primárias dentro do sistema linfático, e efeito indireto quando a atividade primária afeta todo o material celular ou órgãos que funcionam como reguladores imunológicos (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Por exemplo, a disponibilidade de carboidrato afeta diretamente várias funções dos leucócitos, mas também afeta indiretamente o sistema linfático através da influência nos níveis de circulação de catecolaminas, hormônios adrenocorticotróficos (ACTH) e cortisol. Mudanças nos níveis de plasma desses

hormônios de estresse são provavelmente as mais responsáveis pelas mudanças observadas nas funções imunológicas após períodos agudos de exercícios.

O efeito da deficiência de nutrientes no sistema imunológico depende da duração da deficiência, assim como do status nutricional do atleta como um todo. A gravidade da deficiência também é um fator, embora mesmo uma pequena deficiência de um só nutriente possa alterar a resposta imunológica. Como a disponibilidade de um nutriente pode melhorar ou prejudicar a ação de um outro, e como deficiências nutricionais geralmente surgem ao mesmo tempo, também é importante considerar as interações entre nutrientes nas funções imunológicas. Atletas que treinam muito comem para satisfazer as demandas de energia, consumindo mais macronutrientes (carboidrato, proteína e gordura) e micronutrientes (vitaminas e minerais) do que os sedentários. Portanto, eles podem ingerir quantidades excessivas de alguns nutrientes. Quantidades excessivas de nutrientes específicos (ácidos graxos poli-insaturados ômega-3, ferro e zinco) podem ter efeitos prejudiciais nas funções imunológicas.

Os atletas geralmente são aconselhados a consumir uma dieta balanceada que consista de uma variedade de alimentos em quantidade suficiente para suprir seus gastos energéticos. Mas muitos atletas alteram suas dietas. Eles podem usar dietas ricas em proteínas, carboidratos ou gordura, dietas muito pobres em energia, jejum, ou megadoses de vitaminas e minerais. Tais extremos alimentares podem comprometer as funções imunológicas. Por exemplo, dietas excessivamente ricas em carboidratos, preferidas por muitos atletas para manter altas reservas de glicogênio, são pobres em carne e, portanto, em proteínas (importante nutriente para as funções imunológicas) e vitamina B₁₂ (essencial para a síntese do DNA). Muitos atletas evitam laticínios para minimizar a ingestão de gorduras saturadas, mas ao fazer isso, eles omitem de suas dietas fontes ricas em vitamina D, vitaminas do complexo B e cálcio, todos com papéis de importância variada na manutenção das funções imunológicas. “Se o consumo de gordura é uma preocupação, os atletas devem selecionar laticínios desnatados ou semidesnatados com nível igual (ou mais alto) de cálcio, vitamina D e vitamina B₁₂ em comparação a laticínios integrais” (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 396). Apenas o leite (independentemente da quantidade de gordura) tem probabilidade de ser enriquecido com vitamina D.