

4.2 Melhorar a função imunológica

4.2.1 Macronutrientes e função imunológica

Carboidratos

É inquestionável a importância da disponibilidade adequada de carboidratos para a manutenção de calendários pesados de treinamento e desempenho atlético bem-sucedido. Durante períodos de treinamento pesado, os atletas devem consumir carboidratos em quantidade suficiente. No futebol: 5-8 g/kg de peso corporal de carboidratos por dia. Essas recomendações são principalmente voltadas à recuperação do músculo e do estoque de glicogênio no fígado para garantir a disponibilidade de carboidrato para a contração dos músculos esqueléticos para treinamento e dias sucessivos (Gleeson, 2006b, p. 165).

A glicose também é um combustível importante para células do sistema imunológico, incluindo linfócitos, neutrófilos e macrófagos. Os fagócitos utilizam glicose a um ritmo 10 vezes maior do que a glutamina quando esses substratos estão presentes no meio de cultura em concentrações fisiológicas normais. A importância da glicose para o funcionamento dos linfócitos e macrófagos é ainda mais destacada em um estudo que mostra que a proliferação in vitro dessas células (estimulada por mitógenos) depende da concentração de glicose no intervalo fisiológico (Gleeson, 2006b, p. 165).

As células do sistema imunológico têm taxas de metabolismo extremamente altas, e esse resultado enfatiza a importância da nutrição adequada para a manutenção da imunocompetência.

Devido às elevadas taxas de hormônios de estresse aparentemente causarem muitos aspectos da deficiência da função imunológica induzida por exercícios,

espera-se que estratégias nutricionais que reduzam efetivamente a resposta hormonal de estresse aos exercícios limitem o grau de disfunção imunológica causada por exercícios. O tamanho das reservas de glicogênio no músculo e no fígado durante o início do exercício influencia as respostas imunológicas e hormonais ao exercício. A quantidade de glicogênio em estoque no corpo é limitada (geralmente menor que 500 g) e é afetada por atividade física recente e pela quantidade de consumo de carboidratos na dieta (Calder e Yaqoob, 2013, p. 662).

Quando se têm exercícios prolongados durante vários dias em uma dieta muito pobre em carboidratos (geralmente <50 g de carboidratos por dia), “a magnitude

dos hormônios de estresse (p.ex., adrenalina e cortisol) e citocinas (p.ex., IL-6, interleucina-1, receptor antagonista [IL-1 ra] e IL-10), a resposta é notavelmente maior do que em dietas normais ou ricas em carboidratos” (Gleeson, Blannin, Walsh, Bishop, & Clark, 1998, as cited in Gleeson, Nieman & Pedersen, 2004, p. 119). “Além disso, a queda na concentração de glutamina no plasma após exercícios é maior do que em dietas normais e ricas em carboidratos” (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Especula-se que atletas com deficiência de carboidratos se expõem ao risco dos efeitos imunossupressores do cortisol e da redução na disponibilidade de glutamina, incluindo a supressão da produção de anticorpos, a proliferação de linfócitos e atividade citotóxica de células NK. No estudo de Mitchell *et al.* (1998), observou-se que exercícios (por 1 hora a 75% do VO_2 máx.) em um estado pobre em glicogênio (induzido por exercícios anteriores e 2 dias de dieta pobre em carboidratos) resultaram em maior queda nos números dos linfócitos em circulação 2 horas após os exercícios, em comparação com o mesmo exercício feito após 2 dias de dieta rica em carboidratos.

O consumo de carboidrato durante exercícios prolongados atenua o crescimento de epinefrina no plasma, cortisol e citocinas (Nehlsen-Cannarella *et al.*, 1997); atenua o tráfego da maioria dos subconjuntos de linfócitos e leucócitos, incluindo o aumento na taxa neutrófilos:linfócitos; previne a queda da função dos neutrófilos induzida por exercícios e reduz a extensão da diminuição da proliferação de linfócitos-T estimulados por mitógenos (por célula) após exercícios prolongados. Foi demonstrado que o consumo de 30 a 60 g de carboidratos por hora durante 2,5 horas de ciclismo extenuante previne tanto a diminuição no número e porcentagem de linfócitos-T positivos interferon-gama ($\text{IFN-}\gamma$) quanto a supressão da produção de $\text{IFN-}\gamma$ a partir de linfócitos-T estimulados observados no ensaio de controle placebo. A produção de $\text{IFN-}\gamma$ é essencial para a defesa antiviral e sugere-se que a supressão da produção do $\text{IFN-}\gamma$ pode ser um mecanismo importante que leva ao aumento do risco de infecções após períodos prolongados de exercícios.

O consumo de carboidratos em bebidas durante os exercícios pode ter o benefício adicional de auxiliar a manter a taxa de fluxo de saliva durante os exercícios. A saliva consiste de várias proteínas com propriedade antimicrobiais, incluindo imunoglobina A (IgA), lisozima e β -amilase. Durante períodos de treinamento intenso, os atletas têm níveis menores de IgA na saliva, e essa condição pode contribuir para o aumento de incidência de ITRS. A secreção de saliva é controlada neurologicamente. A estimulação do sistema nervoso simpático que ocorre durante exercícios causa a vasoconstrição dos vasos sanguíneos para as glândulas salivares e resulta numa redução da secreção de saliva. O consumo regular de fluídos durante os exercícios previne este efeito, e um estudo (Bishop, Blannin,

Armstrong, Rickman, & Gleeson, 2000) confirmou que o consumo regular de bebidas ricas em carboidrato ajuda a manter a taxa de fluxo de saliva e, portanto, a taxa de secreção de IgA na saliva durante exercícios prolongados (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

É importante frisar que mudanças nesses indicadores de funções imunológicas não significam necessariamente funções imunológicas comprometidas ou aumento nas infecções.

Atualmente, falta evidência de que qualquer efeito benéfico do consumo de carboidrato nas respostas imunológicas a exercícios resulte na redução de ITRS após exercícios prolongados. Embora uma tendência de efeitos benéficos da ingestão de carboidrato nas ITRS após a corrida tenha sido relatada em um estudo com 98 maratonistas [Nieman et al., 2002], esses resultados não atingiram significância estatística. Estudos maiores são necessários para investigar essa possibilidade (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Gordura

O consumo de gordura consiste de 20% a 35% da energia na dieta, mas esta não é uma recomendação. O tipo de gordura, porém, é importante.

Dois grupos de ácidos graxos poli-insaturados são essenciais para o corpo: a série ômega-6 (n-6), derivada do ácido linoleico, e a série ômega-3 (n-3), derivada do ácido linolênico. O consumo adequado desses ácidos graxos em homens adultos e mulheres adultas são 17 e 12 g por dia, respectivamente, para ácidos graxos n-6, e 1,6 e 1,1 g por dia, respectivamente, para ácidos graxos n-3. Esses ácidos graxos não podem ser sintetizados pelo corpo e, portanto, devem vir da alimentação. Dietas ricas em qualquer um desses ácidos graxos poli-insaturados melhoram as condições dos pacientes que sofrem de doenças caracterizadas por um sistema imunológico hiperativo, como artrite reumatoide. Há também evidência de que suplementos de ácidos graxos n-3 feitos com óleo de peixe podem minimizar os sintomas respiratórios em indivíduos suscetíveis a broncoconstrição induzida por exercícios (Mickleborough, Head, & Lindley, 2011). Esses ácidos graxos poli-insaturados, portanto, têm funções imunomoduladoras.

Embora os ácidos graxos sejam utilizados como combustíveis para linfócitos, sua oxidação não parece ser crucial para as funções dos linfócitos, pois a inibição da oxidação dos ácidos graxos não afeta a habilidade dos linfócitos de se proliferarem em resposta aos mitógenos. Os ácidos graxos exercem efeitos diretos (ao alterar a fluidez das membranas celulares) ou indiretos (como precursores de moléculas de sinalização celular chamadas eicosanoides) nas funções imunológicas, geralmente resultando na redução da produção de IL-2 e supressão da proliferação de

linfócitos causada por mitógenos. Porém, a suplementação com vitaminas E ou C aparenta fornecer proteção parcial contra alguns destes efeitos imunossupressores.

Sabe-se relativamente pouco sobre a contribuição dos ácidos graxos para a regulação das modificações da função imunológica induzidas por exercícios. Embora nenhum estudo tenha sido feito com atletas, o consumo excessivo de ácidos graxos poli-insaturados pode potencializar a supressão da produção de IL-2 e a proliferação de linfócitos causadas por exercícios. O alto consumo de ácido araquidônico em relação ao consumo de ácidos graxos no grupo n-3 também pode exercer influência indesejável na inflamação e na função imunológica durante e após os exercícios. A alteração na distribuição de ácidos graxos essenciais através de mudanças alimentares ou suplementação nutricional já está sendo aplicada no tratamento de doenças inflamatórias crônicas. É necessário ainda mais pesquisas sobre os efeitos da alteração no consumo de ácidos graxos essenciais nas funções imunológicas após os exercícios e durante períodos de treino intenso. Um estudo que investigou os efeitos do treino de resistência por 7 semanas em dietas ricas em carboidratos (65% da energia alimentar) ou em gordura (62% da energia alimentar) concluiu que a dieta durante o treino pode influenciar a imunidade natural devido ao aumento na atividade de células NK nas dietas ricas em carboidrato em comparação com as dietas ricas em gordura (Pedersen, Helge, Richter, Rohde, & Kiens, 2000). Os resultados desse estudo sugerem que uma dieta rica em gordura é prejudicial às funções imunológicas em comparação a uma dieta rica em carboidratos, mas não esclarecem se esse efeito é resultado da falta de carboidrato ou do excesso de um componente nutricional de gordura específico (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Proteínas e aminoácidos

“O consumo inadequado de proteína prejudica a imunidade do hospedeiro, com efeitos particularmente prejudiciais para o sistema de células-T, resultando num aumento de infecções oportunistas... Observa-se certo prejuízo aos mecanismos de defesa do hospedeiro até mesmo quando há deficiência moderada de proteínas” (Calder e Yaqoob, 2013, p. 656).

O excesso de proteína alimentar também pode ser prejudicial à função imunológica. Uma dieta rica em proteína (24% de proteína, 72% de gordura e 3% de carboidratos) consumida por 4 dias causou uma redução de 25% dos níveis plasmáticos e musculares de glutamina (D. E. Matthews & Campbell, 1992). Essa redução foi atribuída ao aumento no consumo renal de glutamina para restabelecer o equilíbrio normal ácido-base, pois um alto consumo de proteínas combinado com um baixo consumo de carboidratos induz acidose metabólica crônica. Além disso, quedas na

concentração de glutamina no plasma após exercícios prolongados são maiores quando é consumida uma dieta pobre em carboidrato, em comparação a uma dieta normal. A ingestão de carboidrato durante os exercícios, porém, não previne a queda de glutamina no plasma após o exercício (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

A ingestão de proteínas estimula a síntese proteica, e isso pode ser particularmente importante no período após o exercício para promover a recuperação do músculo e a adaptação ao treino. Também se demonstrou que a ingestão de cerca de 20 g de proteína (0,3 g/kg de peso corporal por dia) pode ajudar a restaurar alguns aspectos da função imunológica durante o período de recuperação (Witard, Jackman, Kies, Jeukendrup, & Tipton, 2011) e reduzir infecções respiratórias em atletas de alto rendimento, enfatizando a importância de incentivar os atletas a desenvolver estratégias alimentares que focam os períodos após os exercícios como parte de seus planos nutricionais.

4.2.2 Vitaminas

Vitaminas são moléculas orgânicas essenciais que não podem ser sintetizadas pelo corpo e, portanto devem ser obtidas com a alimentação. Várias vitaminas são essenciais para as funções imunológicas normais: as vitaminas lipossolúveis A e E, e as vitaminas hidrossolúveis B₁₂ e C. Outras vitaminas (p.ex., B₆ e ácido fólico) também são essenciais nas funções imunológicas, mas deficiências alimentares dessas vitaminas em humanos são extremamente raras (Gleeson, 2006b, p. 184).

“Não existem indicações na literatura que sugiram que o consumo de vitaminas entre atletas em geral seja insuficiente” (Gleeson, 2006b, p. 184), com a exceção da vitamina D. Os atletas tendem a ingerir quantidades maiores que a média da maioria dos micronutrientes, e assim como os requisitos alimentares de proteínas, o aumento no consumo alimentar pode satisfazer qualquer aumento na necessidade, exceto a vitamina D, que é derivada de sínteses endogênicas, exigindo a ação da luz do sol na pele com apenas uma pequena proporção dos requisitos diários vinda de fontes alimentares. Acredita-se que os requisitos da maioria das vitaminas não são maiores para atletas do que para a população em geral. “Por exemplo, a perda de vitaminas através do suor durante os exercícios é desprezível, e o metabolismo das vitaminas é em grande parte inalterado pelos exercícios” (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Vitaminas antioxidantes

Vitaminas com propriedades antioxidantes, incluindo vitaminas C, E e betacaroteno (pró-vitamina A) podem ser necessárias em grandes quantidades nos atletas para desativar os produtos de peroxidação lipídica causada por exercícios. A formação de radicais livres de oxigênio que acompanha o aumento dramático no metabolismo oxidativo durante os exercícios pode inibir as respostas imunológicas (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

As espécies reativas do oxigênio (ERO) inibem a atividade locomotora e bactericida dos neutrófilos, reduzem a proliferação dos linfócitos-T e linfócitos-B e inibem a atividade de células NK. O treinamento de resistência prolongado aparenta estar associado com uma regulação adaptativa do sistema de defesa antioxidante.

A vitamina C (ácido ascórbico) é encontrada em altas concentrações nos leucócitos e está envolvida em uma variedade de funções anti-infecciosas, incluindo a promoção da proliferação do linfócito-T, a prevenção da supressão da atividade dos neutrófilos induzida por corticosteroides, a produção de interferon e a inibição da replicação viral (Gleeson *et al.*, 2004, p. 117-118).

Estudos relatam que a suplementação diária de grandes doses de vitamina C reduz a incidência dos sintomas de ITRS em atletas após eles participarem em exercícios extremos (maratonas). Os resultados de um destes estudos também mostram que a suplementação de antioxidantes alimentares adicionais (vitamina E e β -caroteno) não confere nenhum efeito benéfico adicional.

As doses de vitamina C usadas nesses estudos (600 a 1.000 mg por dia) foram muito altas.

Em um estudo mais recente, aleatorizado, duplo-cego, controlado por placebo, o consumo de 1.500 mg por dia de vitamina C por 7 dias antes de uma ultramaratona e o consumo de vitamina C em bebidas com carboidrato durante a corrida (os sujeitos no grupo placebo consumiram a mesma bebida com carboidrato sem a vitamina C adicional) não afetou o estresse oxidativo, a citocina ou as medidas de funções imunológicas durante e após a corrida (Nieman *et al.*, 2002, citado por Gleeson, Bishop e Walsh, 2013, p. 227).

A meta-análise Cochrane mais recente examinou as evidências de que doses diárias superiores a 200 mg de vitamina C foram mais eficazes que o placebo na prevenção ou tratamento do resfriado (Douglas *et al.*, 2007). Vinte e nove comparações de ensaios envolvendo 11.077 participantes contribuíram para essa meta-análise sobre o risco relativo (RR) de desenvolver um resfriado enquanto se toma vitamina C profilática. O RR isolado foi de 0,96 (95%, IC 0,92 a 1,00). Um subgrupo de seis tentativas envolvendo sujeitos fisicamente ativos (um total de 642 maratonistas, esquiadores e soldados em exercícios subárticos) relatou um RR isolado de 0,50 (95%, IC 0,38 a 0,66). Trinta comparações envolvendo 9.676 episódios respiratórios contribuíram para a meta-análise da duração do resfriado durante a suplementação de vitamina C ou placebo. Um benefício consistente da vitamina C foi observado, representando uma redução na duração do resfriado

de 8% (95%, IC 3% a 13%) para participantes adultos e 13,5% (95%, IC 5% a 21%) para participantes crianças. Quinze comparações de ensaios envolvendo 7.045 episódios respiratórios contribuíram para a meta-análise da gravidade dos episódios ocorridos durante consumo de profilaxia, e os resultados revelaram um benefício da vitamina C quando os dias de confinamento em casa e fora do trabalho ou da escola foram tomados como medida de gravidade. Um número limitado de ensaios examinou a duração do resfriado e a gravidade durante a terapia com vitamina C iniciada após o início dos sintomas de resfriado, e não foi encontrada nenhuma diferença significativa em relação ao placebo. Os autores concluíram que o fracasso da suplementação da vitamina C em reduzir a incidência de resfriados na população normal indica que a profilaxia rotineira com megadoses não é justificada, mas que indivíduos sujeitos a breves períodos de exercício físico pesado ou a ambientes frios podem ter certos benefícios. (Gleeson *et al.*, 2013, p. 228-229).

“Portanto, embora algumas inconsistências sejam vistas na literatura em relação a suplementação de antioxidantes e respostas imunológicas a exercícios, há alguma base para acreditar que tal suplementação pode ter efeitos benéficos no alívio da imunodepressão causada por exercícios” (Gleeson, 2006a, p. 125). Mas mesmo se a suplementação com antioxidantes em altas doses oferecer algum efeito protetor em relação ao risco de infecção, os “atletas precisam considerar os riscos, o que pode incluir aliviar algumas adaptações ao treinamento” (Gleeson *et al.*, 2013, p. 229).

Para a vitamina A, β -caroteno e vitamina E existem ainda menos evidências, mas os potenciais efeitos negativos ainda se fazem presentes.

Como há pouca evidência de qualquer benefício imunológico da suplementação excessiva com vitaminas antioxidantes (com a possível exceção da vitamina C), essa prática não pode ser recomendada. “A suplementação excessiva pode diminuir o sistema natural antioxidante do corpo e pode atenuar algumas adaptações de treinos de resistência, como biogênese mitocondrial” (Gomez-Cabrera, Ristow, & Vina, 2012; Merry & Ristow, 2016; Ristow *et al.*, 2009; as cited in Jeunkendrup & Gleeson, 2018, p. 396). Portanto, a opção mais inteligente é se assegurar que a dieta contenha muitas frutas frescas e vegetais.

Vitamina B₁₂ e ácido fólico

As deficiências de vitamina B₁₂ e de ácido fólico têm efeitos profundos nas funções imunológicas. Ambas as vitaminas são essenciais para a síntese de ácidos nucleicos e, portanto, são necessárias para a produção normal de glóbulos brancos e vermelhos na medula óssea. A vitamina B₁₂ pode ser absorvida do intestino apenas na presença da glicoproteína fator intrínseco. A falta desse fator ou a deficiência da vitamina B₁₂ causa anemia perniciosa, que tem efeitos prejudiciais nas funções imunológicas. Por exemplo, foi relatada menor resposta de proliferação de linfócitos a mitógenos, e uma pequena redução da capacidade fagocítica e bactericida dos neutrófilos, em pessoas com anemia perniciosa primária. As únicas fontes naturais de vitamina B₁₂ são de origem animal. Assim,

atletas vegetarianos procurando evitar laticínios para minimizar o consumo de gordura saturada têm alto risco de deficiência dessa vitamina. Se o consumo de gordura é uma preocupação, os atletas devem selecionar laticínios desnatados ou semidesnatados com nível igual (ou mais alto) de B₁₂ em comparação a laticínios integrais (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Vitamina D

Enquanto a maioria dos atletas que consomem uma dieta variada suficiente para satisfazer suas necessidades de energia deve atender a seus requisitos de micronutrientes, uma exceção pode ser a incapacidade de alcançar o status adequado de vitamina D (He et al., 2013). Nos últimos anos, foi estabelecido que a vitamina D não é importante apenas para a homeostase do cálcio e a saúde óssea, mas também para a função ideal dos músculos esqueléticos e da função imunológica, bem como para alguns outros desfechos de saúde.

“A vitamina D não é realmente uma vitamina, mas um hormônio secosteroide [que é principalmente] produzido na pele a partir do 7-desidrocolesterol após a exposição à radiação ultravioleta-B do sol” (Gleeson *et al.*, 2013, p. 229). Duas formas de vitamina D podem ser obtidas a partir de fontes alimentares: vitamina D3 (colecalciferol) e vitamina D2 (ergocalciferol). A vitamina D3, sintetizada endogenamente, e as vitaminas D2 e D3, derivadas da dieta, devem primeiro ser hidroxiladas no fígado em 25-hidroxivitamina D (25(OH)D), a principal forma de armazenamento (Jeukendrup e Gleeson, 2018). Na segunda hidroxilação, 25(OH)D é convertida na forma biologicamente ativa, 1,25-di-hidroxivitamina D (1,25(OH)₂D), pela 1- α -hidroxilase no rim ou em algumas células em compartimentos não renais, incluindo várias células do sistema imunológico, como células-T, células-B, macrófagos e células dendríticas (Aranow, 2011).

O nível da vitamina D é determinado medindo a concentração sérica da forma circulante principal do pró-hormônio, 25-hidroxivitamina D (25(OH)D) que é formado no fígado. A deficiência de vitamina D (25(OH)D sérica <40 nmol/L) não é incomum, e atinge níveis epidêmicos entre adultos com exposição solar limitada (Calder e Yaqoob, 2013, p. 668).

“Um estudo recente em atletas universitários relatou um nível mais elevado de catelicidina plasmática e secreção de imunoglobulina A secretada por saliva em indivíduos com 25(OH)D plasmática maior que 120 nmol/L em comparação com aqueles que tinham menor nível de vitamina D” (He et al., 2013).

Além disso, o baixo nível de vitamina D (25(OH)D < 30 nmol/L) foi associado com uma produção *in vitro* muito menor de citocinas pró-inflamatórias estimuladas por antígenos (IL-6, IFN- γ e TNF- α) em hemocultura do que em atletas com alto nível de vitamina D (25(OH)D > 90 nmol/L). (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 398).

“Uma maior produção de citocinas pró-inflamatórias em resposta a um desafio antigênico com melhor nível de vitamina D pode ser vista como benéfica para a defesa contra micro-organismos patogênicos” (He et al., 2013) e, de fato, no estudo de He et al. (2013), os atletas com nível relativamente alto de vitamina D tiveram menos episódios de doença do trato respiratório superior durante 4 meses de

inverno do que aqueles com níveis inadequados de vitamina D. Além disso, naqueles que tiveram pelo menos um episódio de DRS, tanto a gravidade quanto a duração de sintomas foram negativamente associados com o nível de vitamina D.

Na maioria das circunstâncias, a principal fonte de vitamina D (~80-90%) vem da exposição da pele à luz solar; assim, a vitamina D dietética normalmente representa um pequeno componente (~10-20%). “As principais fontes alimentares de vitamina D são encontradas em alimentos de origem animal, como gema de ovo, óleo de fígado de bacalhau e salmão (a maioria é vitamina D3), e a vitamina D2 está presente em algumas plantas e fungos” (Jeukendrup e Gleeson, 2018). Além disso, alguns cereais matinais, produtos lácteos e margarinas podem ser enriquecidos com vitamina D. Dieta e suplementos tornam-se uma fonte muito importante de vitamina D em latitudes do norte durante o inverno, pois a exposição solar limitada e a fraca intensidade da luz do sol nessa época do ano são conhecidamente inadequadas para a indução de produção de vitamina D endógena. A exposição adequada da pele à luz solar para evitar a deficiência de vitamina D é de cerca de 15 minutos no meio do dia várias vezes por semana.

“A insuficiência de vitamina D tem sido relatada como comum em atletas no Reino Unido, especialmente ao treinar nos meses de inverno (Close *et al.*, 2013; He *et al.*, 2013; Morton *et al.*, 2012)” (Jeukendrup e Gleeson, 2018). Um estudo que avaliou o nível de vitamina D de atletas profissionais baseados no Reino Unido (latitude 53°N) relatou que 62% dos atletas (38/61) incluindo “jogadores profissionais de rúgbi, jogadores de futebol e jóqueis tinham concentrações séricas totais inadequadas de 25(OH)D (< 50 nmol/L) nos meses de inverno (Close *et al.*, 2013)” (Jeukendrup e Gleeson, 2018). Em um estudo com jogadores de futebol de elite na primeira divisão inglesa, 65% (13/20) dos jogadores apresentaram concentrações séricas totais de 25(OH)D < 50 nmol/L em dezembro (Morton *et al.*, 2012).

Em resumo, a evidência esmagadora aponta para os benefícios de se evitar a deficiência de vitamina D para manter a imunidade e prevenir infecções respiratórias em atletas e militares (ver análise de He *et al.*, 2016 “Recent work in athletes shows beneficial effects of optimising vitamin D status on innate and mucosal immunity”. Embora o Institute of Medicine descreva a suficiência de vitamina D (para a saúde óssea) como um nível de 25(OH)D circulante > 50 nmol/L, evidências recentes começam a sustentar um nível de 25(OH)D circulante ideal de 75 nmol/L para a prevenção de infecções do trato respiratório superior (He *et al.*, 2016).

Isto é difícil de conseguir no inverno apenas com fontes dietéticas de vitamina D, mas doses muito altas de suplementos orais de vitamina D (por exemplo, → 250 µg ou 10.000 UI por dia) não parecem necessárias para alcançar o status ideal de vitamina D proposto para a saúde imunológica; além disso, consumir doses muito altas de suplementos orais de vitamina D aumenta o risco de toxicidade. As recomendações práticas são, em primeiro lugar, obter uma exposição adequada, mas segura, à luz solar de verão. A latitudes de 30-60°N, a suficiência de vitamina D (nível circulante de 25(OH)D > 50 nmol/L) pode ser alcançada pela maioria das pessoas passando apenas 15 minutos no sol de verão entre as 10h e as 15h, na maioria dos dias da semana, vestindo camiseta e shorts. Em segundo lugar, um suplemento diário de 50-100 µg ou 2.000-4.000 UI de vitamina D3 pode ajudar a manter o nível de vitamina D durante os meses de inverno.

Suplementos vitamínicos e megadoses

“Em geral, não se recomenda a suplementação com vitaminas individuais ou o consumo de grandes doses de misturas antioxidantes simples” (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 290). “Os atletas devem obter misturas complexas de compostos antioxidantes com o aumento do consumo de frutas e vegetais” (Gleeson, 2006b, p. 258).

Consumir megadoses de vitaminas individuais provavelmente causará mais danos do que benefícios. Como a maioria das vitaminas funciona principalmente como coenzimas no organismo, depois os sistemas enzimáticos estão saturados, as vitaminas de forma livre podem ter efeitos tóxicos. Por exemplo, 300 mg de vitamina E (como α -tocoferol acetato), administrados diariamente a 18 homens durante 3 semanas, produziu uma depressão significativa na atividade bactericida dos leucócitos periféricos do sangue e proliferação de linfócitos induzida por mitógenos (Gleeson e Jeukendrup, 2018)

Consumir “megadoses de vitamina A pode prejudicar a resposta inflamatória e complementar a formação, além de ter outros efeitos patológicos, incluindo causar anomalias fetais quando consumidas por gestantes” (Gleeson, 2006b, p. 186) e reduzir a densidade mineral óssea. “Sabe-se que a vitamina D3 em doses de até 100 μ g ou 4.000 UI/dia é segura, mas a toxicidade se torna um risco (p.ex., hipercalcemia, pedras renais) em doses diárias superiores a 250 μ g ou 10.000 UI/dia” (Gleeson e Jeukendrup, 2018).

4.2.3 Minerais

Os minerais são classificados como macrominerais ou microminerais (elementos vestigiais), com base na extensão de sua ocorrência no corpo. De particular importância aqui são os elementos vestigiais que, individualmente, compõem menos de 0,01% da massa corporal total, dos quais 14 foram identificados como essenciais para a manutenção da saúde (Nieman e Pedersen, 2000, p. 150).

Desses 14, “vários são conhecidos por exercer efeitos modulatórios sobre a função imunológica” (Nieman e Pedersen, 2000, p. 150), incluindo zinco, ferro, selênio e cobre.

No entanto, com exceção do zinco e do ferro, deficiências isoladas são raras. De fato, a deficiência de ferro é relatada como a deficiência de nutrientes mais disseminada no mundo, e estudos de campo consistentemente associam a deficiência de ferro com o aumento da morbidade de doenças infecciosas. Além disso, o exercício tem um efeito pronunciado no metabolismo do zinco e

do ferro (Bishop, Blannin, Walsh, Robson e Gleeson, setembro de 1999, p. 169).

Zinco

O papel do zinco na função imunológica tem recebido crescente atenção nos últimos anos. O zinco é essencial para o desenvolvimento do sistema imunológico, e mais de 100 metaloenzimas foram identificadas como dependentes de zinco, incluindo aquelas envolvidas na transcrição [do DNA] e na síntese proteica. Por exemplo, o zinco é um cofator para a enzima terminal desoxinucleotidil transferase, que é necessária para a replicação e o funcionamento de células-T ainda não desenvolvidas. Os efeitos da deficiência de zinco na função imunológica incluem atrofia linfóide, diminuição das respostas cutâneas de hipersensibilidade retardada, diminuição da produção de IL-2, respostas proliferativas de linfócitos estimuladas por mitógenos diminuídas e diminuição de NKCA. Além disso, a disponibilidade de zinco afeta a produção de radicais livres de superóxidos por macrófagos estimulados, embora em laboratório esse efeito pareça depender da forma molecular real do zinco.

Atletas vegetarianos correm o risco de deficiência de zinco porque carne e frutos do mar são as fontes de zinco mais ricas. Embora nozes, legumes e grãos integrais sejam boas fontes de zinco, os altos níveis de fibra nesses alimentos podem diminuir a absorção de zinco. A deficiência de zinco também pode ser um problema para atletas em esportes em que uma baixa massa corporal é considerada uma vantagem de desempenho. Dietas de muito baixa energia ou de inanição podem induzir significativas perdas de zinco. Como o zinco é perdido principalmente no suor e na urina e essas perdas são aumentadas pelo exercício, é possível que uma programação pesada de treinamento físico possa induzir uma deficiência de zinco nos atletas. Certamente, mulheres altamente treinadas têm uma excreção urinária de zinco significativamente maior em comparação com indivíduos controle não treinados (Gleeson *et al.*, 1999, p. 169-170).

Em jogadores masculinos bem treinados, um exercício agudo de alta intensidade aumenta a excreção urinária diária de zinco em 34% em comparação com os valores de repouso (Bishop *et al.*, setembro de 1999).

Atletas masculinos e femininos têm concentrações plasmáticas de zinco mais baixas do que pessoas não treinadas. Há poucos estudos sobre a relação entre função imunológica, exercício e níveis de zinco em atletas.

No entanto, um estudo de corredores do sexo masculino mostrou que 6 dias de suplementação de zinco (25 mg de zinco e 1,5 mg de cobre, duas vezes ao dia) inibiram o aumento da formação de

radicais livres de superóxido por neutrófilos ativados e exageraram a supressão induzida pelo exercício da proliferação de linfócitos-T em resposta a mitógenos. Tais efeitos podem predispor os atletas temporariamente a infecções oportunistas. Megadoses de zinco têm mais efeitos prejudiciais na função imunológica. A administração de zinco (150 mg duas vezes ao dia) a 11 homens saudáveis por um período de 6 semanas foi associada à redução das respostas proliferativas dos linfócitos-T à estimulação mitogênica e ao comprometimento da atividade fagocítica dos neutrófilos. Portanto, megadoses de zinco não são recomendadas. Os atletas devem ser encorajados a enfatizar alimentos ricos em zinco na dieta (por exemplo, aves, carne, peixe e laticínios). Recomenda-se que os vegetarianos tomem um suplemento de 10 a 20 mg de zinco por dia (a RDA é 10 mg e 12 mg para mulheres e homens, respectivamente), mas em vista dos resultados discutidos, os suplementos na extremidade inferior dessa faixa podem ser mais adequados para atletas vegetarianos.

A eficácia da suplementação de zinco como tratamento para o resfriado foi investigada em pelo menos 11 estudos publicados desde 1984. Os resultados foram ambíguos, e análises recentes deste tópico concluíram que são necessárias mais pesquisas antes que se possa recomendar o uso de suplementos de zinco para tratar o resfriado (Macknin, 1999; Marshall, 2000) (Gleeson, 2006b, p. 194-195).

Embora haja apenas evidências limitadas sugerindo que tomar suplementos de zinco reduza a incidência de ITRS (McElroy e Miller, 2002; Veverka *et al.*, 2009), nos estudos que relataram um efeito benéfico do zinco no tratamento do resfriado (isto é, redução da duração dos sintomas, gravidade ou ambos) pastilhas de zinco com alto teor de zinco iônico (> 75 mg/dia) tiveram que ser tomadas dentro de 24 horas do início dos sintomas para proporcionar algum benefício (Hemila, 2011). Problemas potenciais com suplementos de zinco incluem náuseas, reações de gosto ruim, diminuição do colesterol HDL, depressão de algumas funções das células imunes (por exemplo, explosão oxidativa de neutrófilos) e interferência na absorção de cobre (Gleeson, 2000) (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Ferro

“A deficiência de ferro é prevalente em todo o mundo e, segundo algumas estimativas, até 25% da população mundial tem deficiência de ferro” (Bishop *et al.*, setembro de 1999, p. 170). Os competidores de resistência correm risco de deficiência de ferro devido às maiores perdas de ferro no suor, na urina e nas fezes. A incidência de deficiência de ferro entre os atletas, no entanto, “não é maior do que a medida na população em geral. No entanto, o exercício pode contribuir para um estado de deficiência de ferro; a resposta do hospedeiro ao estresse na fase

aguda (incluindo exercícios) envolve a depressão dos níveis de ferro livre circulantes” (Gleeson, 2006b, p. 195).

O aumento de IL-1 induzido pelo estresse causa a liberação de granulócitos da proteína de ligação ao ferro lactoferrina na circulação. Acredita-se, então, que a lactoferrina liga-se (quelato) ao ferro a partir da transferrina e forma complexos lactoferrina-ferro, o que leva a uma depressão da concentração plasmática de ferro que é independente das alterações do volume plasmático (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

O próprio sistema imunológico parece ser particularmente sensível à disponibilidade de ferro. A deficiência de ferro não tem efeitos nem completamente prejudiciais nem benéficos sobre a função imunitária. Por um lado, o ferro livre é necessário para o crescimento bacteriano: a remoção de ferro com a ajuda de agentes quelantes, como a lactoferrina, reduz a multiplicação bacteriana, particularmente na presença de um anticorpo específico (Gleeson, 2006b, p. 195).

“Um estudo relatou que camundongos com deficiência de ferro tiveram uma menor mortalidade após a infecção com *Salmonella* em comparação com camundongos com altos níveis de ferro” (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Assim, a deficiência de ferro pode proteger um indivíduo da infecção, enquanto a suplementação pode predispor o indivíduo a doenças infecciosas, particularmente porque o ferro catalisa a produção de radicais livres de hidroxila, e a alta ingestão de ferro pode prejudicar a absorção do zinco gastrointestinal. Por outro lado, a deficiência de ferro deprime vários aspectos da função imunológica, incluindo a produção de macrófagos IL-1, a resposta proliferativa de linfócitos a mitógenos, NKCA [atividade fagocítica de neutrófilos] e hipersensibilidade cutânea retardada [um índice de função imune mediada por células].

Foram sugeridas diversas causas de deficiência de ferro em atletas de resistência envolvidos em treinamento pesado: o exercício pode causar reduções na absorção de ferro gastrointestinal, e o ferro é perdido no suor, que contém 0,3 mg/L... Isso poderia contribuir para perdas de até 1,0 mg de ferro por dia em atletas que estão treinando intensamente. Como apenas cerca de 10% do ferro da dieta é absorvido, essas perdas aumentam a necessidade dietética em cerca de 10 mg/dia, que é aproximadamente o dobro da necessidade diária de ferro [a RDA é de 15 mg para mulheres e 10 mg para homens] (Gleeson, 2006b, p. 195-196).

Além disso, pode ocorrer dano aos glóbulos vermelhos (hemólise) em corredores e jogadores por causa do impacto do pé, e em nadadores devido à fricção do corpo ao mover-se na água. Posteriormente, ocorrerá a perda de hemoglobina na urina, embora essa perda seja considerada um dreno insignificante nos estoques de ferro. Alguns atletas também são suscetíveis a sangramento gastrointestinal durante o exercício, o que pode aumentar as perdas fecais de ferro.

A biodisponibilidade do ferro é menor nas dietas vegetarianas, devido à falta de ferro heme, que é mais facilmente absorvido. O consenso é que todos os atletas devem estar cientes dos alimentos ricos em ferro heme, como carne vermelha magra, aves e peixes, e incluí-los na dieta diária. As exigências de ferro em atletas de resistência podem dobrar a RDA, embora esses requisitos possam ser atendidos através da dieta sem a necessidade de suplementos artificiais. Atletas vegetarianos devem garantir que as escolhas alimentares vegetais sejam ricas em ferro (por exemplo, vegetais de folhas verdes, legumes, pães e massas integrais e produtos enriquecidos com ferro) (Jeukendrup e Gleeson, 2018). Alguns cereais matinais, barras e pães são enriquecidos com ferro e fornecem uma boa fonte, embora geralmente em quantidades menores que a RDA. “Megadoses de ferro não são recomendadas, e suplementos orais de ferro não devem ser tomados sem orientação médica” (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Selênio

A deficiência de selênio pode afetar todos os componentes do sistema imunológico. O selênio é um cofator da glutathione peroxidase e redutase e, portanto, influencia a extinção de ROS. Como tal, a exigência de selênio pode aumentar em atletas envolvidos em programas regulares de treinamento intensivo. Mas qualquer suplemento de selênio deve ser tomado com cautela (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

“Suplementos com doses até a RDA parecem não tóxicos, mas a segurança de doses maiores não foi confirmada. A ingestão de 25 mg (aproximadamente 40 vezes a RDA) está associada a vômitos, dor abdominal, queda de cabelo e fadiga” (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Cobre

Os efeitos da deficiência de cobre na função imunológica incluem problemas de formação de anticorpos, resposta inflamatória, fagocitose de neutrófilos, NKCA e respostas de estimulação de linfócitos. Os resultados das mudanças nos níveis de cobre devido ao exercício e ao treinamento são controversos, e talvez reflitam a inadequação das técnicas usadas para medir os níveis de cobre (Nieman e Pedersen, 2000, p. 147).

Com exercício

pode ocorrer redistribuição de cobre entre os compartimentos do corpo, e há relatos de perda de cobre pelos atletas no suor coletado após o exercício. Embora a deficiência de cobre seja rara em humanos, atletas que tomam suplementos de zinco podem comprometer a absorção gastrointestinal do cobre devido às propriedades físico-químicas similares desses dois minerais (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Magnésio

O magnésio é um cofator essencial para muitas enzimas envolvidas nos processos biossintéticos e no metabolismo energético, e é necessário para a coordenação neuromuscular normal. O conteúdo total de magnésio no corpo é de cerca de 25 g. A RDA para o magnésio é de 350 mg/dia para homens e 280 mg/dia⁻¹ para mulheres; portanto, o magnésio é classificado como um macromineral, em vez de um elemento vestigial. A maioria dos estudos de hábitos alimentares em atletas sugere que a ingestão de magnésio excede a RDA. Mas os dados usados para determinar os RDAs para os micronutrientes muitas vezes não incluíam atletas, ou os níveis de atividade dos sujeitos não eram relatados. Portanto, embora as RDAs possam se aplicar à população sedentária, elas podem não ser um meio preciso de avaliar as necessidades nutricionais dos atletas. Vários estudos relatam baixas concentrações séricas de magnésio em atletas, e o exercício extenuante prolongado está associado ao aumento das perdas de magnésio na urina e no suor. Tal como acontece com o zinco e o ferro, é improvável que um único exercício cause perdas substanciais de magnésio, mas um estado de deficiência moderada de magnésio pode ser induzido durante um período de treino intenso, particularmente em um ambiente quente onde as perdas pelo suor são elevadas.

A deficiência de magnésio em humanos e animais está associada a anomalias neuromusculares, incluindo fraqueza muscular, câibras e danos estruturais das fibras musculares e organelas. O dano estrutural pode ser causado por um comprometimento da homeostase do cálcio secundário a uma alteração induzida por radicais livres de oxigênio na integridade da membrana do retículo sarcoplasmático. A falta de magnésio também pode estar associada à diminuição de selênio e à redução da atividade da glutathione peroxidase, o que aumenta a suscetibilidade a danos por radicais livres. Assim, a deficiência de magnésio pode potencializar o dano muscular induzido pelo exercício e as respostas ao estresse, mas faltam evidências diretas (Nieman e Pedersen, 2000, p. 146-147).

Manganês

O manganês é um cofator da enzima superóxido dismutase, que auxilia na proteção contra os radicais livres. O RDA para manganês é de 2,0 a 5,0 mg/dia. As fontes são produtos de grãos integrais, ervilhas secas e feijões, vegetais folhosos e bananas. Os efeitos do exercício no status de manganês são atualmente desconhecidos, mas o treinamento está associado a um aumento nos níveis de enzimas antioxidantes, sugerindo um aumento na exigência de manganês durante períodos de treinamento aumentado. Como com outros elementos vestigiais, as perdas de manganês na urina e no suor são provavelmente mais altas em atletas do que em não atletas (Nieman e Pedersen, 2000, p. 148).

Cobalto

O cobalto como componente da vitamina B₁₂ promove o desenvolvimento de glóbulos vermelhos e brancos na medula óssea. As deficiências estão associadas à anemia perniciosa, à redução da contagem de leucócitos no sangue, à menor proliferação de linfócitos e à menor capacidade bactericida dos neutrófilos. As principais fontes alimentares de cobalto são carne, fígado e leite. Portanto, atletas que evitam alimentos de origem animal correm risco de deficiência de cobalto e de vitamina B₁₂ (Gleeson, 2006b, p. 198).

Flúor

Embora não seja diretamente necessário para a função imunológica normal, o flúor é necessário para a formação normal de ossos e dentes saudáveis e protege contra a cárie dentária (cárie dentária por bactérias orais). Dada a ingestão relativamente alta de alimentos açucarados e bebidas esportivas por atletas, uma boa higiene oral é importante para manter os dentes saudáveis. A ingestão frequente de refrigerantes e carboidratos, particularmente açúcares, diminui o pH oral, com a resultante desmineralização dos dentes. Os açúcares são metabolizados em ácidos orgânicos pelas bactérias da placa nos dentes e gengivas. Portanto, todos os esportistas devem manter um bom controle da placa. O RDA para o flúor é de 1,5 a 4,0 mg/dia, e esse elemento vestigial é encontrado no leite, gema de ovo, frutos do mar e água potável. Vários cremes dentais e enxaguatórios bucais contêm

flúor (como fluoreto de sódio), e em alguns países, incluindo os Estados Unidos, o fluoreto é adicionado à água potável (Gleeson, 2006b, p. 198).

4.2.4 Imunoestimulantes dietéticos

Certos suplementos podem aumentar a função imunológica e reduzir o risco de infecção em pessoas imunocomprometidas, incluindo atletas envolvidos em treinamento pesado e competições pesadas. Estão disponíveis no mercado muitos suplementos nutricionais, além dos aminoácidos (por exemplo, glutamina), vitaminas (por exemplo, vitamina C) e minerais (por exemplo, zinco) já mencionados neste capítulo, que supostamente aumentam a imunidade. Estes incluem β -glucanas, colostro bovino, probióticos e ervas como equinácea, kaloba, ginseng e cúrcuma. As alegações de muitos destes suplementos são frequentemente baseadas em evidências seletivas de eficácia em animais, experimentos in vitro, crianças, idosos ou pacientes clínicos em estados catabólicos severos. Provas diretas de sua eficácia na prevenção da depressão imunológica induzida pelo exercício ou na melhora do status do sistema imunológico em atletas geralmente são escassas. Nos últimos anos, no entanto, os efeitos de alguns desses suplementos sobre a função imunológica ou incidência de infecção foram avaliados em populações fisicamente ativas (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 402).

A Tabela 1 apresenta um resumo de alguns dos suplementos mais usados e uma classificação de sua eficácia no aumento da imunidade e/ou na redução do risco de infecção em atletas.

Tabela 1: Suplementos nutricionais (listados em ordem alfabética) que supostamente aumentam a imunidade e reduzem a incidência de DRS em atletas: mecanismos de ação propostos e resumo das evidências de eficácia.

Suplemento	O que é, quais são os efeitos?	Evidências
β -glucanas	Polissacarídeos derivados das paredes celulares de leveduras, fungos e aveia que estimulam a imunidade inata. Eficaz em camundongos inoculados com o vírus influenza, mas resultados mistos em estudos em humanos para modulação imunológica e incidência de DRS.	●●○○○
Colostro bovino	Primeiro leite da vaca, que contém anticorpos, fatores de crescimento e citocinas. Alegadamente melhora a imunidade da mucosa	●●●○○

	e aumenta a resistência à infecção. Vários estudos em atletas que indicam alguns efeitos de reforço imunológico e redução da incidência e duração de DRS.	
Carboidratos	Mantêm a glicose no sangue durante o exercício, reduz as respostas do hormônio do estresse e das citocinas anti-inflamatórias e, assim, neutraliza a disfunção imunológica. A ingestão de carboidratos (30-60 g/h) atenua o hormônio do estresse e algumas (mas não todas) perturbações imunológicas durante o exercício, mas existem apenas evidências muito limitadas de que isso modifica o risco de infecção em atletas humanos.	●●●○○
Equinácea	Extrato de ervas que é um suplemento popular entre os atletas. Alega-se que aumenta a imunidade através de efeitos estimulatórios sobre macrófagos, e há evidências disso in vitro. Estudos iniciais em humanos indicaram possíveis efeitos benéficos; mas estudos mais recentes, de maior escala e melhor controlados, indicam que não há efeito da equinácea sobre a incidência de infecção ou a gravidade dos sintomas do resfriado.	●○○○○
Glutamina	Aminoácido não essencial que é precursor na síntese de ácidos nucleicos e importante para células que se dividem rapidamente. Também é um importante combustível para as células do sistema imunológico. A concentração plasmática de glutamina cai durante o exercício prolongado. A suplementação antes e após o exercício não altera as perturbações imunológicas, apesar da manutenção da glutamina plasmática.	●○○○○
Kaloba	Medicamento fitoterápico que aumenta alguns aspectos da imunidade in vitro através de efeitos de estímulo em macrófagos. Evidências de estudos em humanos para redução da gravidade e duração dos sintomas de sinusite e resfriado, mas usado como tratamento e não como preventivo.	●○○○○
Ácidos graxos poli-insaturados N-3	Exerce efeitos anti-inflamatórios pós-exercício. Nenhuma evidência em humanos que praticam exercícios.	○○○○○
Probióticos	Probióticos são microrganismos vivos que, quando administrados por via oral durante	●●●○○

	várias semanas, podem aumentar o número de bactérias benéficas no intestino. Eles estão associados a uma série de benefícios potenciais à saúde intestinal, bem como à modulação da função imunológica. Estudos em humanos mostram melhorias em alguns aspectos da imunidade adquirida e redução da incidência de DRS e problemas gastrointestinais.	
Quercetina	Um flavonoide vegetal; estudos in vitro mostram fortes efeitos anti-inflamatórios, antioxidantes e antipatogênicos. Dados de animais indicam aumento na biogênese mitocondrial e no desempenho de resistência. Estudos em humanos mostram certa redução na incidência de DRS durante curtos períodos de treinamento intensificado e leve estimulação da biogênese mitocondrial e desempenho de resistência em indivíduos não treinados.	●●●○○
Quercetina com galato de epigallocatequina	A mistura de flavonoides promove efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes e melhora da função imunológica, além da quercetina isolada. Estudos em humanos mostraram forte efeito anti-inflamatório, com baixo efeito antioxidante e melhora na imunidade inata, mas sem dados sobre a incidência de DRS.	●●●○○
Vitamina C	Uma vitamina antioxidante essencial solúvel em água que extingue as espécies reativas de oxigênio e aumenta a imunidade. Reduz as respostas da interleucina-6 e cortisol ao exercício em humanos. Efeitos relativamente pequenos no cortisol em comparação com o carboidrato; medidas imunológicas não diferentes do placebo. Certas evidências de eficácia na redução da incidência de DRS após eventos de ultramaratona.	●●○○○
Vitamina D3	Vitamina lipossolúvel que é produzida principalmente pela ação da luz solar na pele. Induz a produção de proteínas antimicrobianas, aumenta a atividade citolítica das células NK, aumenta a geração de espécies reativas de oxigênio nas células fagocíticas, aumenta a secreção de interleucina-1 β dos macrófagos e regula	●●●●○

	positivamente a expressão de CD14, o receptor lipopolissacarídico. O baixo nível de vitamina D está associado à baixa secreção de imunoglobulina A na saliva, baixa produção de citocinas pró-inflamatórias por células mononucleares estimuladas por antígeno e aumento do risco de infecção respiratória com sintomas mais duradouros da doença. Suplementos orais de vitamina D3 de cerca de 4.000 UI por dia ⁻¹ podem reduzir a incidência de DRS.	
Vitamina E	Uma vitamina antioxidante lipossolúvel essencial que extingue as espécies reativas de oxigênio induzidas pelo exercício e aumenta a imunidade. Boa evidência para alguns efeitos de reforço imunológico em idosos frágeis. Nenhuma evidência de benefício similar para humanos ou atletas saudáveis mais jovens.	●○○○○
Zinco	A deficiência de zinco resulta em imunidade prejudicada, e a deficiência de zinco não é incomum em atletas. Um mineral essencial que, afirma-se, reduz a incidência e a duração de resfriados. Nenhuma evidência de redução da incidência de infecção com suplementação de zinco em humanos adultos. Alguns estudos em humanos (mas não todos) sugerem uma redução na duração dos sintomas de resfriado se pastilhas de gluconato de zinco forem administradas dentro de 24 horas a partir do início dos sintomas de resfriado. É improvável que haja algum benefício real para os atletas, a menos que sejam deficientes em zinco.	●○○○○

Fonte: Gleeson, 2016b, p. 16 (<https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/20675/1/ICB%E2%80%9393%20ACCEPTED%20MS%20%E2%80%9393GLEESON%2004-12-2015.pdf>). A evidência científica é indicada com ●●●● significado evidência muito forte, e ○○○○○ significando evidência limitada ou nenhuma.

Echinacea e outras plantas

Várias preparações de plantas têm a reputação de ter efeitos imunoestimuladores, e o consumo de produtos contendo *Echinacea purpurea* é difundido entre os atletas. Em um estudo duplo-cego controlado por placebo, o efeito de um pré-tratamento oral diário por 28 dias com suco prensado de *Echinacea purpurea* foi investigado em 42 triatletas antes e depois de um triatlo de *sprint* (Berg *et al.*, 1998). Um subgrupo de atletas também foi

tratado com magnésio como referência para suplementação com um micronutriente importante para a função muscular ideal. Durante o período de pré-tratamento de 28 dias, nenhum dos atletas do grupo da equinácea ficou doente, em comparação com 3 indivíduos no grupo do magnésio e 4 indivíduos no grupo placebo. O pré-tratamento com equinácea pareceu reduzir a liberação do receptor IL-2 solúvel antes e depois da corrida e elevou o aumento de IL-6 induzido pelo exercício.

Vários experimentos mostraram que os extratos de *Echinacea purpurea* exercem significativos efeitos imunomoduladores *in vitro*. Esses efeitos incluem a ativação de macrófagos, neutrófilos e células NK, e existem alguns relatos de alterações nos números e atividades de leucócitos de células T e B. No entanto, a evidência de efeitos positivos sobre as atividades de leucócitos *in vitro* não significa que esses efeitos também serão observados *in vivo*. Vários experimentos em humanos, incluindo diversos ensaios aleatórios cegos, relatam modestos benefícios para a saúde, particularmente os que examinaram os efeitos dos extratos de *Echinacea purpurea* no tratamento de ITRS aguda. No entanto, a maioria desses ensaios foi limitada tanto em tamanho quanto em qualidade metodológica. Em um estudo randomizado, duplo-cego, controlado por placebo, a administração de equinácea não refinada no início dos sintomas de ITRS em 148 estudantes universitários não proporcionou qualquer benefício ou dano detectável em comparação com placebo (Barrett et al., 2002).

Em uma meta-análise de ensaios sobre equinácea (Linde, Barrett, Wolkart, Bauer, & Melchart, 2006) que incluiu 22 ensaios bem controlados, três ensaios investigaram a prevenção de resfriados e 19 ensaios testaram o tratamento de resfriados. Foi utilizada uma variedade de diferentes preparações de equinácea. Nenhuma das três comparações nos ensaios de prevenção mostrou qualquer benefício da equinácea em relação ao placebo. Nos ensaios que examinaram a eficácia da equinácea em relação ao placebo no tratamento de resfriados, um efeito benéfico significativo foi relatado em nove comparações, uma tendência em um e nenhuma diferença em seis. As principais conclusões dos autores foram que há algumas evidências de que preparações baseadas nas partes aéreas da equinácea podem ser eficazes para o tratamento precoce de resfriados em adultos, mas que os resultados não foram totalmente consistentes. Nos relativamente poucos ensaios randomizados de larga escala e bem controlados que foram realizados, nenhum efeito benéfico da equinácea foi demonstrado. Portanto, ainda é bastante incerto se a equinácea tem ou não algum valor real na prevenção ou tratamento da ITRS na população em geral e apenas alguns poucos ensaios, com um pequeno número de indivíduos, tentaram examinar sua eficácia para reduzir DRS em atletas (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Acredita-se que os ingredientes ativos dos extratos de equinácea incluam alcamidas, ácido cicórico e polissacarídeos.

Outras plantas também supostamente têm várias propriedades antivirais, antibacterianas, imunomoduladoras e antioxidantes. Exemplos incluem extratos de sabugueiro (*Sambucus nigra*, que contém flavonoides, antocianinas, glicosídeos, ácido vibúrnico e vitaminas A e C), kaloba (o nome comum para um extrato das raízes de *Pelargonium sidoides*, que contém flavan-3-ols, derivados de 7-hidroxicumarina, proteínas e sacarídeos), ginseng (*Panax quinquefolium*, que contém principalmente poli-furanosil-piranosil-sacarídeos), astrágalo (*Astragalus membranaceus*, que contém polissacarídeos, flavonoides, múltiplos minerais vestigiais e aminoácidos) e folhas da oliveira (*Olea europaea*, que contém compostos fenólicos como a oleuropeína e o seu ácido elenoico derivado). Grande parte da base de evidências para essas preparações à base de plantas é baseada em estudos *in vitro* que demonstram efeitos estimuladores das células imunológicas ou ações antivirais diretas (prevenção da entrada viral nas células do hospedeiro ou replicação viral). A maioria das preparações, como a equinácea e outras que são classificadas como “medicamentos fitoterápicos”, é usada para reduzir a gravidade e a duração dos sintomas do resfriado, e não para prevenir infecções (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

É discutível se eles são mais eficazes do que tomar medicamentos antivirais ou remédios para resfriado não sujeitos a receita médica contendo anestésicos locais, anti-inflamatórios, descongestionantes e estimulantes (por exemplo, efedrina, cafeína) para o tratamento de sintomas de ITRS, como dor de garganta, congestão nasal e tosse. (Calder e Yaqoob, 2013)

Curcumina

A curcumina (diferucoilmetano) é um componente amarelo alaranjado da cúrcuma, uma especiaria que é comumente encontrada em curry e molhos.

Tradicionalmente, a curcumina é conhecida por seus efeitos anti-inflamatórios, e vários estudos demonstraram que a curcumina é um potente agente imunomodulador que pode modular a ativação de células-T, células-B, células NK, neutrófilos, macrófagos e dendríticas” (Jagetia, & Aggarwal, 2007, as cited in Jeukendrup e Gleeson, 2018).

“A curcumina também pode diminuir a expressão de várias citocinas pró-inflamatórias, incluindo TNF, IL-1 e IL-2, provavelmente através da inativação do fator de transcrição NF-kappaB. Curiosamente, no entanto, a curcumina em doses baixas também pode melhorar as respostas de anticorpos” (Jagetia, & Aggarwal, 2007).

Polifenóis

“O reino vegetal usa dezenas de milhares de metabólitos secundários (geralmente referidos como fitonutrientes), incluindo terpenos, alcaloides e fenólicos para

defesa” (Jeukendrup e Gleeson, 2018), atração e proteção. Os compostos fenólicos, ou polifenóis são divididos em quatro classes principais: “Flavonoides (~50% de todos os polifenóis), ácidos fenólicos, lignanas e estilbenos” (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Os flavonoides são ainda classificados em seis subgrupos simples (flavan-3-óis, flavanonas, flavonas, isoflavonas, flavonóis, antocianinas) e dois subgrupos complexos (taninos condensados e derivados). Em alimentos, flavonoides, lignanas e estilbenos são geralmente encontrados como glicosídeos e ácidos fenólicos como ésteres com vários polióis, e variações estruturais influenciam sua absorção e biodisponibilidade. Uma recente revisão sistemática e meta-análise mostrou que a suplementação de flavonoides (variação de 0,2 a 1,2 g/dia em 14 estudos selecionados) diminuiu a incidência de episódios agudos de DRS em 33% em comparação com tratamentos controle ou placebo (Somerville, Braakhuis, & Hopkins, 2016). Um flavonoide em particular, a quercetina, tem recebido muita atenção nos últimos anos em relação aos seus possíveis efeitos no desempenho no exercício, na adaptação ao treinamento e na função imunológica (Jeukendrup e Gleeson, 2018, p. 404).

A quercetina é “encontrada em diversas frutas e legumes... [com] as mais ricas fontes alimentares da quercetina sendo maçãs, mirtilos, brócolis, couve, pimenta, cebola e chá” (Calder e Yaqoob, 2013).

A ingestão diária total de flavonol (com quercetina representando cerca de 75%) varia de 13 a 64 mg, dependendo da amostra do estudo e da população estudada. Sujeitos humanos podem absorver quantidades significativas de quercetina de alimentos ou suplementos, e a eliminação é bastante lenta, com uma meia-vida relatada de 11 a 28 horas. Estudos em animais indicam que 7 dias de alimentação com quercetina melhoram a sobrevivência após a inoculação do vírus da gripe. (Davis, Murphy, McClellan, Carmichael, & Gangemi, 2008, as cited in Gleeson, 2013).

Alguns estudos em humanos foram conduzidos, e um estudo duplo-cego controlado por placebo com 40 ciclistas mostrou que 1.000 mg/dia de quercetina por 3 semanas aumentaram significativamente os níveis plasmáticos de quercetina e reduziram a incidência de ITRS durante o período de 2 semanas após 3 dias consecutivos de exercício exaustivo (Nieman et al., 2007). Neste estudo, uma proporção surpreendentemente alta (45%) de indivíduos no grupo placebo relatou sintomas de ITRS no período pós-treinamento de 2 semanas, mas os marcadores de disfunção imune, inflamação e estresse oxidativo não diferiram do grupo tratado com quercetina, sugerindo que a quercetina exerceu efeitos antivirais diretos, pelo menos dentro do contexto do

desenho do estudo. Há crescente defesa da coingestão de quercetina com outros flavonoides e componentes alimentares para melhorar e estender a biodisponibilidade e os efeitos bioativos da quercetina. Eles incluem o flavonoide epigallocatequina 3-galato (EGCG) do chá, isoquercetina, que é a forma glicosilada da quercetina, em cebolas e outros alimentos, ácidos graxos poli-insaturados n-3, tais como ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA), vitamina C e folato.

Outros compostos polifenólicos que ocorrem naturalmente estão presentes em alimentos como vegetais de folhas verdes, cebolas, maçãs, peras, frutas cítricas e uvas vermelhas, bem como algumas bebidas à base de plantas, como sucos cítricos, chá verde, vinho tinto e cerveja. Um estudo em grande escala em indivíduos fisicamente ativos indicou que uma alta ingestão de frutas estava associada a menos episódios de doenças respiratórias (Nieman et al., 2011) (Calder e Yaqoob, 2013).

β -glucanas

As β -glucanas não estão presentes apenas como componentes estruturais principais das paredes celulares de leveduras, fungos e algumas bactérias, mas também estão presentes na dieta como parte da parede celular do endosperma em cereais, como cevada e aveia. As β -glucanas são carboidratos que consistem em moléculas de glicose ligadas e diferem na estrutura macromolecular dependendo da fonte. As β -glucanas das bactérias são resíduos de glicopiranosilo não ramificado ligado a 1,3 β . As β -glucanas da parede celular de leveduras e fungos consistem de resíduos de glicopiranosil ligado a 1,3 β com pequeno número de ramos ligados a 1,6 β , enquanto as paredes celulares de aveia e cevada contêm β -glucanas não ramificadas com resíduos de glicopiranosilo ligados a 1,3 e 1,4 β . As características específicas das várias β -glucanas podem influenciar seus efeitos moduladores imunológicos... Isso implica que a adição de β -glucanas à dieta pode ser usada para modular a função imunológica e, portanto, pode melhorar a resistência contra patógenos invasores em humanos... Portanto, pode ser possível modular a função imunológica aumentando a ingestão de β -glucana na dieta, por exemplo, desenvolvendo alimentos funcionais (Calder e Yaqoob, 2013, p. 652).

Um ensaio em humanos não encontrou nenhum efeito de 3 semanas de suplementação de β -glucana de aveia nas respostas imunes ao exercício ou na incidência de infecção durante o período de 2 semanas após 3 dias consecutivos de exercício exaustivo [Nieman et al., 2008]. Mais recentemente, no entanto, outro estudo em humanos relatou uma redução de 37% no número de dias de DRS após uma maratona com suplementação de levedura β -

glucana em relação ao placebo, o que os autores atribuíram a um aumento pós-exercício de IgA na saliva [McFarlin, Carpenter, Davidson, & McFarlin, 2013] (Gleeson, fevereiro de 2016).

No momento, no entanto, não há evidências suficientes para recomendar suplementos de β -glucana para melhorar a função imunológica.

Probióticos

Os probióticos são suplementos alimentares que contêm microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas, conferem um benefício à saúde do hospedeiro. Existe agora um razoável conjunto de evidências de que o consumo regular de probióticos pode modificar a população de bactérias que habitam o intestino (microbiota) e influenciar a função imunológica, embora seja preciso dizer que tais efeitos são específicos da cepa (Gleeson *et al.*, 2013, p. 234).

Os probióticos sobrevivem ao trânsito através das condições ácidas do estômago até o intestino, onde podem modificar a microbiota intestinal de tal forma que o número de bactérias benéficas aumenta, e geralmente o número de espécies consideradas prejudiciais é diminuído. Esses efeitos foram associados a uma série de potenciais benefícios para a saúde e funcionamento do sistema digestivo, bem como à modulação da função imunológica.

Os probióticos têm muitos mecanismos de ação. Pelo seu crescimento e metabolismo, eles ajudam a inibir o crescimento e reduzem os efeitos nocivos de outras bactérias, antígenos, toxinas e carcinogênicos no intestino, mas, além disso, os probióticos são conhecidos por interagirem com o tecido linfóide associado ao intestino, levando a efeitos positivos no sistema imune inato e até no adquirido. Isso é possível porque o intestino, como a maior área de superfície do corpo, tem um papel significativo a desempenhar na imunidade, pois todos os dias ele tem de lidar com três diferentes desafios imunológicos. Primeiro, deve diferenciar e tolerar a grande microbiota comensal, caso contrário ocorrerá inflamação, e, em segundo lugar, também deve tolerar os antígenos alimentares. Por outro lado, o intestino deve ser capaz de montar uma defesa contra possíveis patógenos quando necessário. Isso explica por que 85% dos gânglios linfáticos do corpo estão localizados no intestino e por que os probióticos, como alimentos funcionais que visam o intestino, são capazes de afetar a saúde de todo o corpo, incluindo partes do corpo distantes do intestino. Embora até hoje existam poucos estudos publicados sobre a eficácia do uso de probióticos em atletas, o interesse está começando a crescer, principalmente ao examinar seu potencial em ajudar a manter a saúde geral, melhorar a função imunológica

ou reduzir a incidência de ITRS e a gravidade ou duração dos sintomas (Gleeson & Walsh, 2012) (Gleeson *et al.*, 2013, p. 234-235).

Em um estudo duplo-cego, controlado por placebo, cruzado, em que 20 corredores de elite saudáveis receberam o probiótico *Lactobacillus* (L.) *fermentum* ou placebo diariamente por 28 dias com um período de 28 dias entre o tratamento inicial e o segundo tratamento, os atletas sofreram menos dias de doença respiratória e menor gravidade dos sintomas da doença respiratória ao tomar o probiótico diário (Cox, Pyne, Saunders, & Fricker, 2010). O tratamento com probiótico provocou uma alteração duas vezes maior na produção de IFN- γ em hemocultura total em comparação com o placebo, o que pode ser um mecanismo subjacente aos resultados clínicos positivos.

Em um estudo de intervenção duplo-cego randomizado e de escala maior, 141 maratonistas receberam *L. rhamnosus* GG (LGG) ou placebo diariamente por um período de treinamento de 3 meses e participaram de uma maratona com um acompanhamento por 2 semanas dos sintomas de doença (Kekkonen *et al.*, 2007).

Embora não houvesse diferenças no número de infecções respiratórias ou episódios de sintoma gastrointestinal (GI), a duração dos episódios de sintomas gastrointestinais no grupo LGG foi menor do que no grupo placebo durante o período de treinamento (2,9 e 4,3 dias) e durante as 2 semanas após a maratona (1,0 e 2,3 dias) (Calder e Yaqoob, 2013).

Um ensaio randomizado e controlado por placebo em 64 atletas universitários relatou uma menor incidência de episódios de ITRS durante um período de 4 meses em indivíduos recebendo um suplemento de *L. casei* duas vezes ao dia comparado ao placebo, e o estudo também relatou melhor manutenção da IgA na saliva no grupo probiótico (Gleeson, Bishop, Oliveira, & Tauler, 2011). Embora a maioria dos estudos até o momento tenha examinado os efeitos probióticos em atletas recreativamente ativos ou atletas de resistência, um estudo recente sobre jogadores de rúgbi de elite fornece evidências de que os efeitos benéficos dos probióticos na redução da incidência de ITRS, mas não da gravidade, podem se estender aos jogadores (Haywood *et al.*, 2014).

A partir da pesquisa disponível, não se pode ter certeza de um benefício à saúde com a ingestão regular de probióticos para atletas, mas agora há uma compreensão suficiente do mecanismo de ação de certas cepas probióticas e evidências suficientes de ensaios com atletas e esportistas para indicar que é uma promissora área de pesquisa, com sinais positivos no momento. Uma meta-análise usando dados de estudos de atletas e não atletas envolvendo 3.451 participantes concluiu que há um benefício provável na redução da incidência de ITRS (Hao, Lu, Dong, Huang, & Wu, 2011).

Até o momento, os estudos que mostraram a redução da incidência de DRS em atletas limitaram-se principalmente às espécies de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* e utilizaram doses diárias de $\sim 10^{10}$ bactérias vivas. “Dado que alguns probióticos parecem fornecer algum benefício, sem evidência de danos e de baixo custo, não há razão para que os atletas não tomem probióticos,

especialmente se viajarem para o exterior ou forem propensos a doença" (Gleeson et al., 2013, p. 236).

Tabela 2: Redução do número de dias de sintomas de DRS e da gravidade dos sintomas com um suplemento probiótico diário em corredores masculinos

Tabela 2 Diferenças no número, duração e intensidade dos sintomas de infecção do trato respiratório superior (ITRS) e doenças respiratórias inferiores (DRI) em corredores de longa distância altamente treinados entre tratamentos com probiótico e placebo

Doença (ITRS e DRI)	L fermentum	Placebo	Valor p
Episódios (n)	4	9	0.24
Sujeitos que relatam (n)	3	7	0.27
Dias de sintoma (dias)	30	72	<0.001
Média de gravidade do episódio (pontuada em uma escala de 1-3)	1.0	1.7	0.06

A gravidade foi avaliada em uma escala Likert de 1 a 3, em que 1 = leve, 2 = moderada e 3 = sintomas graves.

Fonte: Cox et al., 2010, p. 224.

Colostro

O colostro bovino é a primeira coleta de um líquido espesso amarelo cremoso, produzido pela glândula mamária de uma vaca em lactação logo após o nascimento de seu bezerro (geralmente nas primeiras 36 horas). O colostro contém anticorpos, fatores de crescimento, enzimas, gangliosídeos (glicoesfingolipídeos ácidos), vitaminas e minerais, e está comercialmente disponível em formas líquidas e em pó. Existem várias alegações quanto ao efeito do colostro para a saúde, da melhoria de desempenho até a prevenção de infecções, mas estudos bem controlados em atletas são raros. Alguns estudos sugerem que várias semanas de suplementação de colostro bovino podem elevar os níveis de anticorpos na circulação e na saliva. Em um estudo de 35 corredores de meia-idade que consumiram um suplemento de colostro bovino ou placebo por 12 semanas, os níveis médios de IgA na saliva aumentaram em 79% no grupo colostro após a intervenção de 12 semanas, sem mudança no grupo placebo (Crooks et al. [Crooks, Wall, Cross, & Rutherford-Markwick], 2006). Embora esse resultado tenha sido estatisticamente significativo, sua interpretação fisiológica deve ser vista com cautela devido ao pequeno número nesse estudo e à grande variabilidade nos níveis de IgA na saliva. Davison e Diment (2010) relataram que 4 semanas de suplementação de colostro bovino diariamente evitaram quedas induzidas pelo exercício na lisozima da saliva e aceleraram a recuperação da função neutrofílica após 2 h de ciclismo extenuante em homens saudáveis em comparação com o placebo (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Vários estudos também relataram que a suplementação oral diária de colostro bovino reduz o número total de dias com autorrelato de DRS, a incidência de episódios de DRS, o número total de dias com autorrelato de DRS e a duração de episódios autorrelatados de DRS em adultos envolvidos em treinamento físico. (Crooks et al., 2006; Jones et al., 2014). “Mais estudos são necessários para confirmar e ampliar essas observações dos efeitos sobre as respostas imunes ao exercício e para estabelecer se o colostro bovino pode reduzir a incidência de ITRS em atletas” (Calder e Yaqoob, 2013).

4.2.5 Aplicando a ciência para reduzir doenças e infecções

Tanto o exercício pesado quanto a nutrição exercem influências separadas na função imunológica; essas influências parecem ser maiores quando o estresse do exercício e a nutrição deficiente agem sinergicamente. O treinamento físico aumenta a necessidade do corpo para a maioria dos nutrientes e, em muitos casos, essas necessidades aumentadas são combatidas pelo aumento do consumo de alimentos. Mas alguns atletas adotam um regime alimentar desequilibrado, e muitas pesquisas indicam que poucos atletas seguem o melhor padrão dietético para a nutrição esportiva ideal.

Apesar da abundância de estudos que investigam os efeitos da nutrição na função imunológica e os efeitos da nutrição no desempenho físico, relativamente poucos investigaram as relações entre nutrição, desempenho e função imunológica simultaneamente. Portanto, algumas das conclusões tiradas neste capítulo permanecem especulativas, baseando-se em generalizações entre populações sedentárias e atléticas. O mau estado nutricional de alguns atletas, no entanto, provavelmente os predispõe à imunodepressão. Embora seja impossível combater os efeitos de todos os fatores que contribuem para a imunodepressão induzida pelo exercício, é possível minimizar muitos dos efeitos. Os atletas podem se ajudar com dietas balanceadas que incluem carboidratos, proteínas e micronutrientes adequados.

Recomenda-se o consumo de bebidas com carboidratos durante o treinamento e a competição, pois essa prática parece atenuar alguns dos efeitos imunossupressores do exercício prolongado. É improvável que a ingestão de aminoácidos individuais, equinácea, vitamina E e zinco tenha um benefício clínico significativo na prevenção de infecções comuns, como ITRS. Os perigos do excesso de suplementação de vitaminas e minerais devem ser enfatizados, pois muitos micronutrientes administrados em quantidades acima de um certo limite reduzem as respostas imunes e também podem representar um risco para a saúde.

As recomendações atuais para suporte imunológico em atletas (Bermon et al., 2017; Gleeson, [February] 2016) incluem:

- A ingestão diária total de energia deve corresponder às necessidades energéticas, com >50% provenientes de carboidratos
- Ingerir 30-60 g de carboidratos por hora durante sessões de treinamento extenuantes
- Ingerir quantidades adequadas de proteína (1,2-1,6 g/kg de peso corporal por dia), o que deve incluir a ingestão de 0,3 g/kg de peso corporal por dia nas refeições após as sessões de treinamento
- Ingerir quantidades adequadas de micronutrientes (isto pode ser assegurado tomando um comprimido multivitamínico/mineral diário que satisfaça as RDAs
- Tomar um suplemento oral diário de vitamina D3 de 25 µg ou 1.000 UI no início do outono até o início da primavera
- Tomar um suplemento probiótico diário contendo pelo menos 10^{10} bactérias vivas
- Incluir uma variedade de frutas e legumes como parte da dieta normal (pelo menos 5 dias por semana); isto pode ser complementado com suplementos ou bebidas de polifenóis vegetais (por exemplo, chá verde, cerveja não alcoólica) ou extratos concentrados de frutas/vegetais
- Considere tomar um suplemento diário de 10-20 g de colostro bovino em pó
- Considere tomar suplementos de zinco nos dias que antecedem uma competição importante, caso os sintomas do resfriado comecem nesse momento importante (Jeukendrup e Gleeson, 2018).

Essa abordagem provavelmente será extremamente benéfica para indivíduos que são particularmente propensos a doenças.

É importante lembrar que a nutrição é apenas um fator no que diz respeito ao risco de infecção e “existem várias outras estratégias que podem minimizar o risco de desenvolver depressão da função imunológica ou reduzir o grau de exposição a patógenos e, assim, limitar o risco de infecção” (Jeukendrup e Gleeson, 2018):

“Outros fatores que podem reduzir o risco de infecção em atletas incluem reduzir outros estresses da vida, manter uma boa higiene bucal e da pele, obter descanso adequado e espaçar sessões de treinamento prolongadas e competições o máximo possível” (Schwellnus et al., 2016, as cited in Calder & Yaqoob, 2013). As práticas listadas abaixo são recomendadas.

Figura 2: 17 maneiras de reduzir o risco de doença em atletas.

17 maneiras de reduzir o risco de doença em atletas



- 1 Tossir ou espirrar no cotovelo, e não nas mãos
- 2 Minimizar o contato com pessoas infectadas, crianças pequenas, animais e objetos contagiosos
- 3 Evitar apertos de mãos
- 4 Lavar as mãos regularmente e eficazmente com sabão e água
- 5 Sempre limpar as mãos e o nariz após espirrar ou tossir
- 6 Evitar áreas lotadas
- 7 Usar toalhas de papel descartáveis e limitar o contato da mão com a boca/nariz
- 8 Manter a distância pessoas que estão tossindo, espirrando ou com um nariz escorrendo
- 9 Usar calçado aberto ao usar chuveiros públicos
- 10 Praticar sexo seguro
- 11 Adotar estratégias que facilitem um sono de boa qualidade
- 12 Transportar repelente de insetos, espuma/creme antimicrobiano ou gel de lavagem de mãos à base de álcool
- 13 Evitar o consumo excessivo de álcool
- 14 Lavar e descascar as frutas antes de comer
- 15 Escolher bebidas de garrafas seladas
- 16 Não compartilhar garrafas, xícaras, talheres, toalhas etc. com outras pessoas
- 17 Evitar vegetais crus e carne mal cozida quando estiver no exterior

pelo professor
Mike Gleeson



Fonte: Jeukendrup, 2016. <https://bit.ly/2y3xc1x>

Referências

- Aranow, C.** (2011). Vitamin D and the immune system. *J Investig Med*, 59(6), 881-886. doi:10.2310/JIM.0b013e31821b8755
- Barrett, B. P., Brown, R. L., Locken, K., Maberry, R., Bobula, J. A., & D'Alessio, D.** (2002). Treatment of the common cold with unrefined echinacea. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med*, 137(12), 939-946.
- Bermon, S., Castell, L. M., Calder, P. C., Bishop, N. C., Blomstrand, E., Mooren, F. C., ... Nagatomi, R.** (2017). Consensus Statement Immunonutrition and Exercise. *Exerc Immunol Rev*, 23, 8-50.
- Bishop, N. C., Blannin, A. K., Armstrong, E., Rickman, M., & Gleeson, M.** (2000). Carbohydrate and fluid intake affect the saliva flow rate and IgA response to cycling. *Med Sci Sports Exerc*, 32(12), 2046-2051.
- Bishop, N. C., Blannin, A. K., Walsh, N. P., Robson, P. J., & Gleeson, M.** (1999, September). Nutritional Aspects of Immunosuppression in Athletes. *Sports Med*, 28(3), 151-176. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Neil_Walsh/publication/12760156_Nutritional_Aspects_of_Immunosuppression_in_Athletes/links/551316510cf23203199b2ecd/Nutritional-Aspects-of-Immunosuppression-in-Athletes.pdf
- Calder, P. C., & Yaqoob, P. (Eds.).** (2013). *Diet, Immunity and Inflammation*. Cambridge, UK: Woodhead Publishing.
- Cox, A. J., Pyne, D. B., Saunders, P. U., & Fricker, P. A.** (2010). Oral administration of the probiotic *Lactobacillus fermentum* VRI-003 and mucosal immunity in endurance athletes. *Br J Sports Med*, 44(4), 222-226. doi:10.1136/bjsm.2007.044628
- Crooks, C. V., Wall, C. R., Cross, M. L., & Rutherford-Markwick, K. J.** (2006). The effect of bovine colostrum supplementation on salivary IgA in distance runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 16(1), 47-64.
- Davis, J. M., Murphy, E. A., McClellan, J. L., Carmichael, M. D., & Gangemi, J. D.** (2008). Quercetin reduces susceptibility to influenza infection following stressful exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 295(2), R505-509. doi:10.1152/ajpregu.90319.2008
- Davison, G., & Diment, B. C.** (2010). Bovine colostrum supplementation attenuates the decrease of salivary lysozyme and enhances the recovery of neutrophil function after prolonged exercise. *Br J Nutr*, 103(10), 1425-1432. doi:10.1017/S0007114509993503
- Gleeson, M.** (2006a). Can Nutrition Limit Exercise-Induced Immunodepression? *Nutrition Reviews*, 64(3), 119-131. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/7c63/09f2979211b3fabe917830980b569530a4b9.pdf>
- Gleeson, M. (Ed.).** (2006b). *Immune Function in Sport and Exercise*. Amsterdam, NL: Elsevier.
- Gleeson, M.** (2015). Effects of exercise on immune function. *Sports Science Exchange*, 28(151), 1-6. Retrieved from

https://secure.footprint.net/gatorade/prd/gssiweb/sf_libraries/sse-docs/gleeson_sse_151_9-28-15-final.pdf?sfvrsn=2

Gleeson, M. (2016, February). Immunological aspects of sport nutrition. *Immunol Cell Biol*, 94(2), 117-123. doi:10.1038/icb.2015.109

Gleeson, M. (2016, August 19). How common are illnesses amongst athletes? Retrieved from <http://www.mysportscience.com/single-post/2016/08/19/How-common-are-illnesses-amongst-athletes>

Gleeson, M., Bishop, N. C., Oliveira, M., & Tauler, P. (2011). Daily probiotic's (Lactobacillus casei Shirota) reduction of infection incidence in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 21(1), 55-64.

Gleeson, M., Bishop, N. C., & Walsh, N. (Eds.). (2013). *Exercise immunology*. New York, US: Routledge.

Gleeson, M., Blannin, A. K., Walsh, N. P., Bishop, N. C., & Clark, A. M. (1998). Effect of low- and high-carbohydrate diets on the plasma glutamine and circulating leukocyte responses to exercise. *Int J Sport Nutr*, 8(1), 49-59.

Gleeson, M., Nieman, D. C., & Pedersen, B. K. (2004, January). Exercise, nutrition and immune function. *J Sports Sci*, 22(1), 115-125.

Gleeson, M., & Walsh, N. P. (British Association of Sport & Exercise Sciences). (2012). The BASES expert statement on exercise, immunity, and infection. *J Sports Sci*, 30(3), 321-324. doi:10.1080/02640414.2011.627371

Gleeson, M., & Williams, C. (2013). Intense exercise training and immune function. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*, 76, 39-50. doi:10.1159/000350254

Gomez-Cabrera, M. C., Ristow, M., & Vina, J. (2012). Antioxidant supplements in exercise: worse than useless? *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 302(4), E476-477; author reply E478-479. doi:10.1152/ajpendo.00567.2011

Hao, Q., Lu, Z., Dong, B. R., Huang, C. Q., & Wu, T. (2011). Probiotics for preventing acute upper respiratory tract infections. *Cochrane Database Syst Rev*(9), CD006895. doi:10.1002/14651858.CD006895.pub2

Haywood, B. A., Black, K. E., Baker, D., McGarvey, J., Healey, P., & Brown, R. C. (2014). Probiotic supplementation reduces the duration and incidence of infections but not severity in elite rugby union players. *J Sci Med Sport*, 17(4), 356-360. doi:10.1016/j.jsams.2013.08.004

He, C. S., Handzlik, M., Fraser, W. D., Muhamad, A., Preston, H., Richardson, A., & Gleeson, M. (2013). Influence of vitamin D status on respiratory infection incidence and immune function during 4 months of winter training in endurance sport athletes. *Exerc Immunol Rev*, 19, 86-101

He et al, (2016). Is there an optimal vitamin D status for immunity in athletes and military personnel? *Exercise Immunology Review*, 22, pp. 42-64.

Jagetia, G. C., & Aggarwal, B. B. (2007). "Spicing up" of the immune system by curcumin. *J Clin Immunol*, 27(1), 19-35. doi:10.1007/s10875-006-9066-7

Jeukendrup, A. E., & Gleeson, M. (2018). *Sport Nutrition: an introduction to energy production and performance* (3rd ed.). Champaign IL: Human Kinetics.

Jeukendrup, A. (2016, September 26). Effect of exercise on immune function [Image]. Retrieved from <http://www.mysportscience.com/single->

post/2016/09/25/Strategies-to-reduce-illness-risk-in-athletes-Part-1-Behavioural-lifestyle-and-medical-strategies)

Jones, A. W., Cameron, S. J., Thatcher, R., Beecroft, M. S., Mur, L. A., & Davison, G. (2014). Effects of bovine colostrum supplementation on upper respiratory illness in active males. *Brain Behav Immun*, 39, 194-203. doi:10.1016/j.bbi.2013.10.032

Kekkonen, R. A., Vasankari, T. J., Vuorimaa, T., Haahtela, T., Julkunen, I., & Korpela, R. (2007). The effect of probiotics on respiratory infections and gastrointestinal symptoms during training in marathon runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 17(4), 352-363.

Linde, K., Barrett, B., Wolkart, K., Bauer, R., & Melchart, D. (2006). Echinacea for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database Syst Rev*(1), CD000530. doi:10.1002/14651858.CD000530.pub2

Matthews, C. E., Ockene, I. S., Freedson, P. S., Rosal, M. C., Merriam, P. A., & Hebert, J. R. (2002). Moderate to vigorous physical activity and risk of upper-respiratory tract infection. *Med Sci Sports Exerc*, 34(8), 1242-1248.

Matthews, D. E., & Campbell, R. G. (1992). The effect of dietary protein intake on glutamine and glutamate nitrogen metabolism in humans. *Am J Clin Nutr*, 55(5), 963-970. doi:10.1093/ajcn/55.5.963

McFarlin, B. K., Carpenter, K. C., Davidson, T., & McFarlin, M. A. (2013). Baker's yeast beta glucan supplementation increases salivary IgA and decreases cold/flu symptomatic days after intense exercise. *J Diet Suppl*, 10(3), 171-183. doi:10.3109/19390211.2013.820248

Merry, T. L., & Ristow, M. (2016). Do antioxidant supplements interfere with skeletal muscle adaptation to exercise training? *J Physiol*, 594(18), 5135-5147. doi:10.1113/JP270654

Mickleborough, T. D., Head, S. K., & Lindley, M. R. (2011). Exercise-induced asthma: nutritional management. *Curr Sports Med Rep*, 10(4), 197-202. doi:10.1249/JSR.0b013e318223cdb5

Mitchell, J. B., Pizza, F. X., Paquet, A., Davis, B. J., Forrest, M. B., & Braun, W. A. (1998). Influence of carbohydrate status on immune responses before and after endurance exercise. *J Appl Physiol* (1985), 84(6), 1917-1925. doi:10.1152/jappl.1998.84.6.1917

Nehlsen-Cannarella, S. L., Fagoaga, O. R., Nieman, D. C., Henson, D. A., Butterworth, D. E., Schmitt, R. L., ... & Davis, J. M. (1997). Carbohydrate and the cytokine response to 2.5 h of running. *J Appl Physiol* (1985), 82(5), 1662-1667. doi:10.1152/jappl.1997.82.5.1662

Nieman, D. C. (1994). Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Med Sci Sports Exerc*, 26(2), 128-139.

Nieman, D. C., Henson, D. A., Austin, M. D., & Sha, W. (2011). Upper respiratory tract infection is reduced in physically fit and active adults. *Br J Sports Med*, 45(12), 987-992. doi:10.1136/bjsm.2010.077875

Nieman, D. C., Henson, D. A., Fagoaga, O. R., Utter, A. C., Vinci, D. M., Davis, J. M., & Nehlsen-Cannarella, S. L. (2002). Change in salivary IgA following a competitive marathon race. *Int J Sports Med*, 23(1), 69-75. doi:10.1055/s-2002-19375

- Nieman, D. C., Henson, D. A., Gross, S. J., Jenkins, D. P., Davis, J. M., Murphy, E. A., . . . Mayer, E. P.** (2007). Quercetin reduces illness but not immune perturbations after intensive exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 39(9), 1561-1569. doi:10.1249/mss.0b013e318076b566
- Nieman, D. C., Henson, D. A., McMahon, M., Wrieden, J. L., Davis, J. M., Murphy, E. A., . . . Dumke, C. L.** (2008). Beta-glucan, immune function, and upper respiratory tract infections in athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 40(8), 1463-1471. doi:10.1249/MSS.0b013e31817057c2
- Nieman, D. C., & Pedersen, B. K.** (2000). *Nutrition and Exercise Immunology*. Florida, US: CRC Press.
- Pedersen, B. K., Helge, J. W., Richter, E. A., Rohde, T., & Kiens, B.** (2000). Training and natural immunity: effects of diets rich in fat or carbohydrate. *Eur J Appl Physiol*, 82(1-2), 98-102. doi:10.1007/s004210050657
- Ristow, M., Zarse, K., Oberbach, A., Kloting, N., Birringer, M., Kiehntopf, M., . . . & Bluher, M.** (2009). Antioxidants prevent health-promoting effects of physical exercise in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 106(21), 8665-8670. doi:10.1073/pnas.0903485106
- Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., . . . Engebretsen, L.** (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *Br J Sports Med*, 50(17), 1043-1052. doi:10.1136/bjsports-2016-096572
- Soligard, T., Schwellnus, M., Alonso, J.-M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., . . . Engebretsen, L.** (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med*, 50, 1030-1041. doi:10.1136/bjsports-2016-096581
- Somerville, V. S., Braakhuis, A. J., & Hopkins, W. G.** (2016). Effect of Flavonoids on Upper Respiratory Tract Infections and Immune Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr*, 7(3), 488-497. doi:10.3945/an.115.010538
- Svendsen, I. S., Taylor, I. M., Tonnessen, E., Bahr, R., & Gleeson, M.** (2016). Training-related and competition-related risk factors for respiratory tract and gastrointestinal infections in elite cross-country skiers. *Br J Sports Med*, 50(13), 809-815. doi:10.1136/bjsports-2015-095398
- Walsh, N. P., Gleeson, M., Shephard, R. J., Gleeson, M., Woods, J. A., Bishop, N. C., . . . Simon, P.** (2011). Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev*, 17, 6-63.
- Witard, O. C., Jackman, S. R., Kies, A. K., Jeukendrup, A. E., & Tipton, K. D.** (2011). Effect of increased dietary protein on tolerance to intensified training. *Med Sci Sports Exerc*, 43(4), 598-607. doi:10.1249/MSS.0b013e3181f684c9