

**Impacto da imunonutrição nos
atletas de elite**
*The impact of immunonutrition on elite
athletes*

Catarina Maria Fernandes de Oliveira

ORIENTADO POR: Dr.ª Raquel Ferreira Teixeira

REVISÃO TEMÁTICA
I.º CICLO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO | UNIDADE CURRICULAR ESTÁGIO
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO

TC

PORTO, 2022



Resumo e palavras-chave

A imunonutrição é um termo que tem vindo a ser alvo de grande interesse e que se define como a ciência que estuda a relação entre a nutrição e o sistema imunitário. Existe também um desenvolvimento do interesse no suporte da imunonutrição para atletas durante períodos de treino intensos e de competição, tendo esse suporte o potencial de mitigar parcialmente as mudanças induzidas pelo exercício. Níveis mais competitivos requerem mais treinos de maior intensidade. Neste sentido, os atletas devem ser encorajados a realizar esse tipo de treinos. Por outro lado, exercícios de grande intensidade promovem uma resposta inflamatória, aumentando o risco de infeções, sobretudo do Trato Respiratório Superior (TRS). Assim, torna-se também importante destacar o termo imunodepressão, como resposta do sistema imunitário a exercícios de alta intensidade. Uma ingestão insuficiente de energia e nutrientes pode ter consequências negativas sobre o sistema imunitário e a suscetibilidade a patógenos. À luz desta questão, alguns suplementos nutricionais (por exemplo, zinco, ferro, vitamina D, vitaminas antioxidantes, probióticos e prebióticos, polifenóis, suplementos de erva, colostro bovino) têm sido estudados como contramedidas para alterações imunitárias induzidas por exercício e risco de infeção. Outros nutrientes considerados importantes neste aspeto (diminuição das infeções causadas por exercícios intensos) são os hidratos de carbono e os aminoácidos, mais propriamente a glutamina. Esta revisão tem como objetivo analisar o impacto dos nutrientes com o TRS e a forma como estes podem desempenhar um papel importante na imunonutrição.

Palavras-chave: Imunonutrição, Atletas, Rendimento, Exercício, Suplementação

Abstract and key-words

Immunonutrition is a term that has become of great interest and is defined as the science that studies the relationship between nutrition and the immune system. There is also a developing interest in immunonutrition support for athletes during periods of intense training and competition, with such support having the potential to partially mitigate exercise-induced changes. More competitive levels require more intensive training sessions. In this sense, athletes are encouraged to do this type of training. On the other hand, high-intensity exercise promotes an inflammatory response, increasing the risk of infections, especially of the upper respiratory tract (URT). Thus, it also becomes important to highlight the term immunodepression, as a response of the immune system to high-intensity exercise. An insufficient intake of energy and nutrients can have negative consequences on the immune system and susceptibility to pathogens. In light of this issue, some nutritional supplements (for example., zinc, iron, vitamin D, antioxidant vitamins, probiotics and prebiotics, polyphenols, herbal supplements, and bovine colostrum) have been studied as countermeasures to exercise-induced immune changes and infection risk. Other nutrients considered important in this respect (reduction of infections caused by intense exercise) are carbohydrates and amino acids, specifically glutamine. This review aims to analyze the impact of nutrients on URT and how they can play an important role in immunonutrition.

Key-words: Immunonutrition, Athletes, Performance, Exercise, Supplementation

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

CB - Colostro Bovino

HC - Hidratos de Carbono

IgA - Imunoglobulina A

Mn - Manganês

Se - Selênio

TRS - Trato Respiratório Superior

Zn - Zinco

Sumário

Resumo e palavras-chave.....	i
Abstract and key-words.....	ii
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos.....	iii
1. Introdução.....	1
2. Metodologia	2
3. Imunonutrição e imunodepressão: conceitos gerais e enquadramento	3
4. O impacto dos nutrientes na imunonutrição	5
4.1 Hidratos de carbono.....	5
4.2 Aminoácidos	6
4.3 Suplementação.....	7
4.3.1 Zinco	7
4.3.2 Ferro	7
4.3.3 Vitamina D.....	8
4.3.4 Vitaminas antioxidantes.....	9
4.3.5 Prebióticos e probióticos.....	10
4.3.6 Polifenóis	10
4.3.7 Suplementos de ervas	11
4.3.8 Colostro Bovino	12
4.4 Outros suplementos	13
5. Análise crítica e conclusão	14
6. Referências.....	16

1. Introdução

O sistema imunológico, também designado imunitário ou imune, é a linha de defesa contra os agentes patogênicos que existem no meio ambiente, como bactérias, fungos, vírus e parasitas^(1, 2)e, por isso, manter um bom funcionamento do sistema imunitário é a principal forma de defesa contra estes organismos patogênicos⁽²⁾. É um sistema muito complexo, presente em todo o corpo humano e tem a função de identificar e eliminar organismos estranhos^(2, 3). Todas as células imunitárias são afetadas pelo estado de desnutrição.

Neste sentido, surge o conceito de imunonutrição, uma ciência que estuda a ligação entre a nutrição e o sistema imunitário. Este conceito é caracterizado como a sustentação do sistema imunológico, através de suplementos ou outros componentes nutricionais, de maneira que esse mesmo sistema auxilie numa situação de lesão, inflamação ou num estado de doença^(3, 4).

Torna-se também relevante destacar o termo imunodepressão, como resposta do sistema imunitário a exercícios de alta intensidade, onde vários biomarcadores são alterados durante várias horas e até dias, no decorrer da recuperação a exercícios longos ou intensos^(5, 6). A imunodepressão pode levar à diminuição da imunidade e aumentar o risco de infecção, principalmente em atletas de alto rendimento, durante a sua época competitiva, em que estes estão sujeitos a volumes de treino elevados⁽⁵⁻⁷⁾. Estes atletas descrevem, maioritariamente, sintomas associados a infecções do trato respiratório superior (TRS)⁽⁷⁻¹⁰⁾, sendo a doença respiratória a principal forma de apresentação e a infecção o diagnóstico mais comum⁽⁷⁾. Esta situação é frequentemente considerada uma limitação para alcançar o sucesso competitivo⁽¹¹⁾. Sintomas como tosse,

espirros, dor de garganta, produção de muco, broncoconstrição e congestão nasal são outros sintomas também muito associados a infecções do TRS⁽¹²⁾. Existem ainda outros fatores que contribuem em grande medida para o enfraquecimento do sistema imunitário tornando os atletas mais sensíveis a infecções, sendo eles a falta de sono, o stress psicológico, a exposição a patogénicos, viagens, novos ambientes e desnutrição^(7-9, 13, 14). Através de uma ingestão adequada de nutrientes, como, hidratos de carbono, proteína e ácidos gordos ⁽⁵⁾, é possível aumentar a função imunitária e reduzir as taxas de infecções, em atletas de elite⁽¹⁴⁾. Alguns suplementos nutricionais como, polifenóis, vitaminas antioxidantes (vitamina C e E), suplementos de ervas (equinácea), probióticos e prebióticos, zinco, colostro bovino e vitamina D também podem ser suplementos úteis no combate à supressão imunitária durante exercícios intensos.

O objetivo desta revisão é analisar o impacto da imunonutrição nas infecções do trato respiratório superior dos atletas de elite. Será apresentado o impacto de determinados nutrientes com no TRS e a forma como estes podem desempenhar um papel importante na imunonutrição, de maneira a restaurar o sistema imunitário após treinos intensos e diminuir a incidência de infecções em atletas de elite, melhorando o desempenho desportivo dos mesmos.

2. Metodologia

A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados científicas disponíveis, nomeadamente PubMed e Scopus, onde foram selecionados artigos publicados até novembro de 2021, cujo título ou resumo referissem pontos relacionados com o presente tema. As palavras-chave utilizadas foram a combinação dos seguintes termos “immunonutrition”; “performance”; “athletes”; “exercise”; “immune function”, e “supplementation”. Adicionalmente, foram consultadas, sempre que

necessário, as referências disponíveis nos artigos selecionados previamente. As referências obtidas foram exportadas para o programa de gestão bibliográfica *EndNote 20*.

3. Imunonutrição e imunodepressão: conceitos gerais e enquadramento

O primeiro artigo científico publicado sobre o termo imunonutrição surge no ano de 1947, intitulado “Nutrition and allergy”, desenvolvido por *Davidson, H.M.* Com alguma relação a este termo, as diversas modalidades desportivas, sejam elas de endurance ou outras, têm vindo a receber um grande interesse recentemente⁽¹⁵⁾. Nos últimos anos houve um crescente número de artigos publicados, o que demonstra que a imunonutrição e o exercício são uma área de pesquisa em grande desenvolvimento. Isto pode ser clarificado pelo simples facto de haver um aumento crescente do interesse pela nutrição desportiva, e também pelo elevado nível de expectativa que os atletas de elite têm em relação ao avanço da nutrição no exercício⁽¹⁵⁾. A imunonutrição define-se como a ciência que estuda a relação entre a nutrição e o sistema imunitário⁽¹⁾. É caracterizada como a sustentação do sistema imunológico, através de suplementos ou outros componentes nutricionais, de maneira que esse mesmo sistema auxilie numa situação de lesão, inflamação ou num estado de doença^(3, 4). Este conceito surge também no sentido de que o sistema imunológico pode ser afetado pela desnutrição, tendo um conseqüente impacto nas respostas inflamatórias e imunológicas⁽¹⁶⁾. Por fim, há também um interesse crescente no suporte da imunonutrição para atletas durante períodos de treino intensos e de competição, tendo esse suporte o potencial de mitigar parcialmente as mudanças induzidas pelo exercício⁽³⁾.

Relativamente à imunodepressão, há muito que a relação entre o exercício intenso e o risco de infeção se tem vindo a estudar, admitindo que o exercício de alta intensidade aumenta o risco de infeção, sobretudo do trato respiratório superior (7, 10, 13, 17, 18).

Sem dúvida que os atletas devem ser encorajados a realizar treinos intensos para competir nos níveis mais elevados, sabendo que variações no desempenho e fadiga são sintomas a serem esperados e respeitados, e não necessariamente problemas a serem superados⁽¹⁴⁾, e sabe-se também que exercício regular de intensidade moderada é benéfico para o bom funcionamento do sistema imunitário. Por outro lado, exercícios de alta intensidade, particularmente em atletas de alto rendimento, promovem uma resposta inflamatória (5, 7), aumentando o risco de infeções (14, 17, 19). Para dar resposta ao aumento da incidência de infeções nestes atletas, foi proposto um período que se designa de “janela aberta” (6, 14, 17), admitindo que o exercício provoca uma imunodepressão do sistema imunitário e um aumento da suscetibilidade a infeções, principalmente do TRS (11). Durante este período, alguns vírus, como o rinovírus, influenza, parainfluenza e adenovírus⁽¹⁰⁾, podem invadir o hospedeiro, permitindo alterar vários biomarcadores, tais como, o número e a função dos leucócitos, concentração de imunoglobulina A (IgA) salivar, a resposta da hipersensibilidade cutânea do tipo retardado, a expressão do complexo II de histocompatibilidade e a atividade das células natural *killer*, que são alterados durante várias horas ou até dias, durante a recuperação de exercícios físico^(5, 6, 14). Se o exercício for repetido novamente, enquanto o sistema imunitário ainda está deprimido, isto pode levar a um maior grau de imunodepressão e, potencialmente, a uma janela mais longa de oportunidade de infeção⁽⁶⁾.

4. O impacto dos nutrientes na imunonutrição

4.1 Hidratos de carbono

No que se refere às células que compõe o sistema imunitário, os hidratos de carbono (HC) são o substrato energético para a eficácia das suas funções e parecem ser mais eficientes quando ingeridos durante o exercício⁽¹⁵⁾. Deste modo, como a glicose atua como um substrato energético para as células deste sistema, pode-se argumentar que a hipoglicemia pós-exercício compromete a função do sistema imunitário⁽¹⁵⁾. Neste sentido, a ingestão recomendada de HC durante o treino e competição (30-60 g/h)⁽²⁰⁾, pode ajudar a controlar qualquer impacto na função imunitária⁽²¹⁾. Atletas de endurance consomem normalmente dietas ricas em HC para permitir o desempenho ideal durante as competições e treinos intensos⁽²²⁾. Contudo, estudos com exercícios intensos, revelaram que o treino ou a recuperação com baixos níveis de glicogénio muscular estimula fatores importantes para a biogénese mitocondrial, além de adaptações metabólicas favoráveis em atletas treinados⁽²²⁾. Atletas com volumes de treino moderado e, especialmente aqueles que consomem grandes quantidades de HC antes, durante e na recuperação do pós-treino, podem ser mais propensos a beneficiarem-se da periodização de HC⁽²²⁾. Porém, como os períodos de intervenção (1 a 4 semanas) e os testes de performance (< 2h) usados nos estudos existentes foram relativamente curtos, é muito cedo para tirar conclusões definitivas⁽²²⁾. Por outro lado, durante as fases de treino que incluem exercícios de alta intensidade, a restrição de HC deve ser cuidadosamente incorporada para garantir recursos suficientes para realizar o treino de alta intensidade, bem como a recuperação adequada a este⁽²²⁾. Por fim, a baixa disponibilidade de HC pode reduzir a

intensidade do treino, não apenas durante o exercício de alta intensidade, mas também durante o exercício de intensidade moderada, o que pode comprometer importantes adaptações ao treino⁽²²⁾. Relativamente às infeções do TRS, apesar dos resultados dos estudos não serem conclusivos a mostrar os benefícios dos HC neste tipo de infeções, existem fortes evidências de que a sua ingestão é fundamental na dieta de um atleta, tanto na sua capacidade de rendimento físico, como na recuperação após o exercício⁽¹⁸⁾.

4.2 Aminoácidos

Os aminoácidos são os blocos de construção para formar proteínas⁽¹⁵⁾. Também têm outras funções importantes, como por exemplo, servir como substrato na síntese de neurotransmissores, estimular a síntese de proteínas, ou melhorar a função imunitária⁽¹⁵⁾. A glutamina é o aminoácido mais abundante no corpo⁽⁸⁾ e é sintetizada, armazenada e libertada, principalmente, pelo músculo⁽¹⁵⁾. Sabe-se que exercícios de endurance podem reduzir a glutamina plasmática, e considera-se a hipótese de que a suplementação oral de glutamina pode aumentar a imunidade pós-exercício⁽¹⁸⁾. No entanto, a maioria dos estudos revela que a redução da glutamina plasmática não contribui significativamente para o comprometimento imunitário induzido pelo exercício⁽²³⁾. Apesar de existir alguma evidência de que a glutamina pode diminuir a incidência de infeções do TRS induzidas pelo exercício de alta intensidade não existem evidências de que a suplementação de glutamina influencie as respostas imunitárias ao exercício⁽¹⁵⁾. São necessários estudos de maior duração para determinar a dosagem ideal e os potenciais benefícios relacionados com o sistema imunitário e a infeção dos atletas durante treinos intensos⁽³⁾. Até à data, a suplementação de glutamina antes ou depois do treino não altera a função imunitária⁽²⁴⁾, no entanto, podem

existir outros aspectos da função imunitária ainda não estudados que sejam capazes de responder de forma mais eficaz ao fornecimento de glutamina antes ou depois de treinos intensivos⁽¹⁵⁾.

4.3 Suplementação

4.3.1 Zinco

Alguns minerais são conhecidos por exercer efeitos modulatórios sobre a função imunitária, tais como o zinco (Zn), ferro, selênio (Se) e manganês (Mn). As necessidades destes minerais são mais elevadas em atletas do que em pessoas sedentárias, devido às suas perdas através do suor e da urina⁽¹⁵⁾. Embora o exercício tenha um efeito pronunciado no metabolismo dos minerais, o seu excesso, particularmente zinco e ferro, pode prejudicar a função imunitária⁽¹⁵⁾. Em relação à suplementação de zinco, existe pouco suporte de evidências para a prevenção de infecções do TRS⁽²⁴⁾. No entanto, quando se trata de tratar as infecções do TRS, duas meta-análises, realizadas por *Hemila, H.*, mostraram o benefício das pastilhas de zinco (75 mg/dia) na redução, em 33%, da duração das infecções do TRS quando tomadas em menos de 24h após o início da infecção do TRS^(25, 26).

4.3.2 Ferro

O ferro é um mineral importante na dieta do atleta devido aos seus papéis principais no transporte do oxigênio, metabolismo energético e função imunitária. Como resultado de tais processos, o ferro é importante para o desempenho do atleta de elite que sobrecarrega o sistema imunitário com exercícios de alta intensidade⁽⁵⁾. Os sintomas de uma deficiência de ferro incluem sensação de letargia e fadiga e, conseqüentemente, existe uma relevância em garantir as quantidades de ferro adequadas nas populações de atletas para mitigar quaisquer

efeitos negativos dos problemas resultantes de uma concentração séria de ferro comprometida⁽⁵⁾. Atualmente já existem vários meios de corrigir uma deficiência de ferro. A primeira, e mais básica, é aumentar a ingestão de alimentos com alto teor de ferro, como carne vermelha, vegetais com folhas verdes, lentilhas, feijão, nozes, sementes e cereais fortificados⁽⁵⁾. Uma vez que a ingestão de ferro recomendada é de 8mg para homens e até 18mg para mulheres⁽²⁷⁾, os atletas que apresentem uma deficiência de ferro devem garantir que a composição alimentar da dieta contenha quantidades suficientes de ferro para atender às necessidades do treino⁽⁵⁾. A segunda, e mais amplamente usada forma para a suplementação de ferro, envolve o uso de suplementos orais⁽⁵⁾.

Uma pesquisa de *Stoffel et al*, mostrou que a suplementação em dias alternados pode resultar numa maior absorção total de ferro, quando a mesma dose (60 miligramas de ferro por 14 dias consecutivos *em comparação com* 28 dias alternados) é fornecida⁽²⁸⁾. Como resultado, a suplementação de ferro em dias alternados provou ser uma abordagem mais eficaz para a sua suplementação⁽²⁸⁾. O propósito final é atingir as metas de desempenho com poucas interrupções por doença ou fadiga, devido à imunodepressão induzida pelo exercício⁽⁵⁾.

4.3.3 Vitamina D

A vitamina D é sintetizada endogenamente, através da exposição solar ultravioleta-B da pele, com uma pequena quantidade proveniente da alimentação^(18, 29), nomeadamente peixes gordos, fígado bovino, gema de ovo, queijo e leite⁽¹¹⁾. A sua deficiência é comum em atletas em que a exposição solar é limitada, principalmente nos meses de inverno^(13, 15), no entanto, existe falta de literatura para o que se considera deficiência de vitamina D^(13, 15, 18). A função desta vitamina tem vindo a ser reconhecida através das evidências, que descrevem

um papel fundamental, nomeadamente, na função do músculo esquelético, regeneração muscular, inflamação e função imunológica^(3, 15). Um estudo de *He et al*, realizado com atletas de *endurance* (por exemplo, corredores, ciclistas, nadadores de longa distância, triatletas), mostrou que níveis baixos de vitamina D (<30nmol/L) estavam relacionados com o aumento de infeções do TRS, em comparação com os atletas com maiores concentrações de vitamina D em circulação (>120nmol/L)⁽³⁰⁾. Neste estudo em particular, o autor identificou que o grupo que apresentava maior risco de infeção tinha uma concentração de vitamina D inferior, do que aqueles com concentrações mais elevadas⁽³⁰⁾.

4.3.4 Vitaminas antioxidantes

Antioxidantes são compostos químicos e enzimas que existem como um meio natural de extinguir a produção excessiva de radicais livres⁽¹⁵⁾. Uma revisão de *Hemila, H. et al* de 5 estudos, mostrou uma diminuição de cerca de 50% da incidência de infeções do TRS em praticantes de exercícios intensos, como maratonistas, esquiadores e soldados, ao tomar 0,25-1,0 g/dia de vitamina C⁽³¹⁾. Como a suplementação de vitamina C é barata, segura e pode prevenir sintomas de infeções do TRS, os atletas devem considerar a sua suplementação durante períodos de maior risco de infeção, como por exemplo, viagens ao exterior para competições importantes⁽³¹⁾. Outro estudo de *Hemila, H.* verificou que altas doses de vitamina C, cerca de 6-8 g/dia, durante infeções do TRS demonstraram reduzir a duração das mesmas⁽³²⁾. *Hemila et al*, sugere ainda que futuros ensaios devem usar doses que excedam as 8g/dia de vitamina C⁽³¹⁾. A vitamina E, embora também seja uma vitamina antioxidante, neste caso, lipossolúvel, que extingue as espécies

reativas de oxigênio induzidas pelo exercício⁽²⁴⁾, a evidência de suporte é insuficiente para recomendar a sua suplementação a atletas^(33, 34).

4.3.5 Prebióticos e probióticos

Os probióticos são microrganismos vivos que têm vindo a ser promissores sobre o papel relevante que desempenham na defesa da saúde do hospedeiro⁽¹³⁾, podendo aumentar a função imunitária e reduzir o risco de infeções⁽²⁾. Por outro lado, os prebióticos são ingredientes alimentares, principalmente fibras, não digeríveis⁽³⁵⁾, que promovem o crescimento de microrganismos benéficos, melhorando a saúde do hospedeiro^(35, 36). No entanto, ainda não existem estudos publicados que demonstrem que os prebióticos podem ser benéficos na redução de doenças do TRS⁽¹⁸⁾.

No que se refere a estudos que pesquisaram o efeito dos probióticos na infeção do TRS, destaca-se o estudo de *Jager R. et al*, no qual foi demonstrado que o uso de suplementação de probióticos diminui significativamente a duração dos episódios de infeções do TRS e diminui o número de sintomas em relação ao placebo⁽³⁷⁾. Outro estudo ainda mais recente, de *Lagowska et al*, verificou que a suplementação de probióticos diminui de forma eficaz os sintomas de infeções do TRS⁽³⁸⁾. No entanto, o uso de prebióticos e probióticos não deve ser visto de forma isolada, sendo que deve fazer parte de uma estilo de vida saudável⁽³⁶⁾.

4.3.6 Polifenóis

Os polifenóis são compostos das plantas e são considerados xenobióticos porque não são sintetizados pelo corpo humano⁽³⁾. São divididos em quatro classes principais: flavonóides, ácidos fenólicos, lignanas e estilbenos⁽¹⁵⁾, sendo que os flavonóides constituem, aproximadamente, 50% de todos os polifenóis⁽¹¹⁾. Os flavonóides exercem vários efeitos fisiológicos, como, antipatogénicos, anti-

inflamatórios, antioxidantes e anticancerígenos⁽³⁹⁾. Os polifenóis estão presentes em diversos alimentos que consumimos diariamente, como por exemplo, chá, chocolate, café, frutas cítricas, legumes, especiarias (orégãos, salsa) e bagas^(3, 11, 15). Uma revisão sistemática e meta-análise de *Somerville, V. et al* mostrou que a suplementação de polifenóis (0.2-1.2 g/dia) diminuía a incidência de infecções do TRS em 33%⁽³⁹⁾. Outro estudo mais recente de *Esposito, et al* usou extrato de própolis, uma substância resinosa natural, tradicionalmente utilizada para manter a saúde da cavidade oral e do TRS, com teor de polifenóis conhecido para avaliar a eficácia do mesmo na diminuição dos sintomas associados à infecção do TRS⁽⁴⁰⁾. O estudo de *Esposito, C. et al* concluiu que o *spray* oral de extrato de própolis pode ser usado para melhorar os sintomas de infecções do TRS em 83%, sem o uso de tratamento farmacológico⁽⁴⁰⁾. No entanto, a ingestão ideal de polifenóis para atletas não está definida e as recomendações de ingestão para humanos também não foram estabelecidas⁽³⁾. São necessários mais pesquisas para padronizar protocolos e definir regimes de dosagem ideal, bem como para avaliar se o aumento da ingestão de alimentos ricos em polifenóis produz efeitos bioativos significativos, sem a necessidade de altas doses de misturas únicas de flavonoides^(15, 39).

4.3.7 Suplementos de ervas

Suplementos de ervas referem-se a substratos de plantas de um ou vários órgãos, contendo uma variedade diversificada de fitoquímicos⁽¹⁵⁾. A equinácea é, provavelmente, dos melhores suplementos de ervas, pois foi estudada e pesquisada de forma a existirem mais estudos e melhores⁽¹⁵⁾. De forma a prevenir ou tratar as infecções do TRS, os atletas tomam preparações da planta equinácea.

Estudos mostram que, de facto, a suplementação de equinácea pode reduzir os sintomas e a incidência de infecções do TRS ⁽⁴¹⁾. Um outro estudo mais recente, de *David, S. et al*, apresenta evidências de que a equinácea pode ter um efeito preventivo na incidência de infecções do TRS, mas é discutível se esse efeito é clinicamente significativo ⁽⁴²⁾.

4.3.8 Colostro Bovino

O colostro bovino (CB) é o líquido inicial produzido pela glândula mamária da vaca, nos primeiros dias logo após o parto ^(13, 15, 18, 43, 44). Este líquido, para além da sua composição em proteína, gordura, lactose, vitaminas e minerais, é muito rico em fatores de crescimento, antimicrobianos e imunológicos^(13, 18, 43). São vários os estudos que avaliam os efeitos do CB no TRS durante o exercício físico, mostrando que a sua suplementação reduz o número total de dias, como também o número de sintomas do TRS⁽⁴⁴⁻⁴⁹⁾. Uma meta-análise de *Jones et al*, de cinco ensaios clínicos randomizados, concluiu que a suplementação de CB reduz a taxa de incidência de episódios e o número total de dias de sintomas do TRS, durante o treino físico em ciclistas, maratonistas, atletas recreativos e nadadores⁽⁴⁴⁾. A dose mínima ou ótima de suplementação de CB para benefício na incidência de sintomas do TRS ainda não foi confirmada, contudo, existem evidências introdutórias sugerindo que 20g podem resultar em proteção de infecções do TRS durante períodos de maior risco, por exemplo, viagens de longas distâncias, competições e períodos de inverno⁽⁴⁴⁾. Permanece ainda uma falta de evidência para determinar se a suplementação de CB pode reduzir a duração ou a gravidade dos sintomas do TRS, em atletas⁽¹⁸⁾.

4.4 Outros suplementos

Existem outros suplementos que têm vindo a mostrar a sua eficácia no tratamento de infeções do TRS, mas o seu suporte de evidência ainda é fraco para poder suplementar em atletas. Começando pelo β -glucano, este é um polissacarídeo derivado das paredes celulares de leveduras, fungos e aveia que estimula a imunidade inata⁽²⁴⁾. Os estudos indicam que é eficaz em ratos inoculados com o vírus influenza, porém os estudos com atletas não mostram qualquer benefício para o sistema imunitário e os resultados são ambíguos para o risco de infeções do TRS⁽²⁴⁾.

Outro suplemento que tem vindo a ser estudado é o ácido gordo polinsaturado ómega-3 que exerce efeitos anti-inflamatórios e imunorreguladores após o exercício⁽³⁾. Relativamente às infeções do TRS, não existem evidências de que a suplementação de ómega-3 possa reduzir o risco de infeção.

O selénio e o manganês são minerais conhecidos por exercer efeitos modulatórios sobre a função imunitária. Atualmente, as recomendações de para a ingestão adequada de Se ,em adultos, varia entre 25 e 100 $\mu\text{g}/\text{dia}$ ⁽⁵⁰⁾, enquanto para o Mn, a ingestão diária através de fontes alimentares (legumes, nozes, grãos integrais, vegetais de folha verde), fornece a quantidade necessária para vários processos fisiológicos importantes, incluindo defesa antioxidante, metabolismo energético e função imunitária⁽⁵¹⁾. Não existem evidências de deficiência ou suplementação de Se ou Mn em atletas, portanto, ambos os minerais não podem ser classificados como imunonutrientes durante o exercício⁽⁵¹⁾.

5. Análise crítica e conclusão

Sabe-se com certeza que uma nutrição adequada é um fator importante que confere o desenvolvimento normal do nosso sistema imunitário, bem como o seu correto funcionamento ao longo da vida. Uma dieta inadequada faz com o que o sistema imunitário reaja com uma resposta inflamatória, mesmo a longo prazo⁽¹¹⁾.

O objetivo desta revisão foi ir de encontro à evidência mais atual e procurar aspectos nutricionais que podem melhorar a resposta imune em atletas de elite, seja através de alimentos ou suplementação. Desta forma, o conceito de imunonutrição, um termo ainda recente no que toca à evidência atual, tem o objetivo de relacionar o sistema imunitário com a nutrição, com o propósito de contrariar algumas respostas inflamatórias causadas pelo exercício de alta intensidade, frequentemente realizado por atletas de alto rendimento, nomeadamente infeções do Trato Respiratório Superior.

É importante não esquecer que, para melhorar o potencial da função imunitária através da nutrição, é relevante fazer adaptações alimentares de acordo com as necessidades individuais, o contexto de cada atleta⁽¹¹⁾ e a condição em que ele se encontra⁽¹⁵⁾. Do mesmo modo, é indispensável colocar a prevenção como primeira linha de atuação porque, tendo em conta os fatores de risco associados às infeções, as ações preventivas devem ser abrangentes e extensas, de forma a diminuir substancialmente esse mesmo risco de infeções⁽¹¹⁾. As orientações preventivas incluem outros fatores como hábitos de vida, planeamento e carga de treino, fatores psicológicos, higiene do sono e recomendações nutricionais⁽¹³⁾.

Na sua essência, uma boa nutrição cria um ambiente no qual o sistema imunitário é capaz de responder apropriadamente a um estímulo,

independentemente da sua natureza. Muitos dos estudos em imunonutrição centram-se na análise de nutrientes ou compostos específicos e torna-se desafiante extrapolar as evidências em recomendações alimentares individuais e práticas para atletas de elite. Contudo, o protagonismo no campo prático não deve açambarcar em suplementos nutricionais, mas sim na alimentação⁽¹¹⁾. No que toca aos HC, uma estratégia de implementação deliberada é importante para evitar as potenciais consequências do treino com baixa disponibilidade de HC⁽²²⁾. Assim, comprometer a intensidade do treino pela restrição de HC pode ser prejudicial em desportos de endurance, que são caracterizados por períodos decisivos de alta intensidade de exercício, e realçar a importância de priorizar a qualidade do treino, a fim de adquirir adaptações de treino que promovam a capacidade de realizar tais exercícios⁽²²⁾. Quanto aos aminoácidos, mais propriamente à glutamina, e aos polifenóis, são necessários estudos de maior duração para determinar a dosagem ideal e os potenciais benefícios relacionados com o sistema imunitário e a infeção dos atletas durante treinos intensos⁽³⁾. O mesmo se passa para o Zn, que tanto o seu excesso quanto a deficiência afetam a função imunitária e, portanto, mais estudos são necessários para determinar uma ingestão ideal de Zn que leve em consideração o estado nutricional e de saúde⁽¹¹⁾. Por fim, é necessário investigar mais sobre os possíveis benefícios do equilíbrio imunitário para melhorar o desempenho físico e analisar os fatores nutricionais que contribuem para o equilíbrio da resposta imune, extrapolando as evidências atuais em recomendações práticas de suplementação e alimentação para melhorar a resposta imune dos atletas de elite. Por outras palavras, como é que a imunonutrição pode ajudar a combater a imunodepressão induzida por exercícios.

6. Referências

1. Zapatera B, Prados A, Gómez-Martínez S, Marcos A. Immunonutrition: methodology and applications. *Nutr Hosp*. 2015; 31 Suppl 3:145-54.
2. Calder PC. Feeding the immune system. *Proc Nutr Soc*. 2013; 72(3):299-309.
3. Nieman DC, Mitmesser SH. Potential Impact of Nutrition on Immune System Recovery from Heavy Exertion: A Metabolomics Perspective. *Nutrients*. 2017; 9(5)
4. Chow O, Barbul A. Immunonutrition: Role in Wound Healing and Tissue Regeneration. *Adv Wound Care (New Rochelle)*. 2014; 3(1):46-53.
5. Castell LMN, D.; Bermon, S.; Peeling, P. Exercise-Induced Illness and Inflammation: Can Immunonutrition and Iron Help? *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2019; 29:181-88.
6. Peake JM, Neubauer O, Walsh NP, Simpson RJ. Recovery of the immune system after exercise. *J Appl Physiol (1985)*. 2017; 122(5):1077-87.
7. Simpson RJ, Campbell JP, Gleeson M, Krüger K, Nieman DC, Pyne DB, et al. Can exercise affect immune function to increase susceptibility to infection? *Exerc Immunol Rev*. 2020; 26:8-22.
8. Gleeson M. Can nutrition limit exercise-induced immunodepression? *Nutr Rev*. 2006; 64(3):119-31.
9. Nieman DC, Bishop NC. Nutritional strategies to counter stress to the immune system in athletes, with special reference to football. *J Sports Sci*. 2006; 24(7):763-72.
10. Walsh NP, Gleeson M, Shephard RJ, Gleeson M, Woods JA, Bishop NC, et al. Position statement. Part one: Immune function and exercise. *Exerc Immunol Rev*. 2011; 17:6-63.
11. Díaz MA, Giménez-Blasi N, Latorre JA, Martínez-Bebia M, Bach-Faig A, Mariscal-Arcas M. Role of nutrition in the response to upper respiratory infections in elite athletes [Article]. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*. 2021; 71(1):61-78.
12. Colbey C, Cox AJ, Pyne DB, Zhang P, Cripps AW, West NP. Upper Respiratory Symptoms, Gut Health and Mucosal Immunity in Athletes. *Sports Med*. 2018; 48(Suppl 1):65-77.
13. Gleeson M. Immunological aspects of sport nutrition. *Immunol Cell Biol*. 2016; 94(2):117-23.
14. Walsh NP, Gleeson M, Pyne DB, Nieman DC, Dhabhar FS, Shephard RJ, et al. Position statement. Part two: Maintaining immune health. *Exerc Immunol Rev*. 2011; 17:64-103.
15. Bermon S, Castell LM, Calder PC, Bishop NC, Blomstrand E, Mooren FC, et al. Consensus Statement Immunonutrition and Exercise. *Exerc Immunol Rev*. 2017; 23:8-50.
16. Di Renzo L, Gualtieri P, Pivari F, Soldati L, Attinà A, Leggeri C, et al. COVID-19: Is there a role for immunonutrition in obese patient? *J Transl Med*. 2020; 18(1):415.
17. Nieman DC. Immunonutrition support for athletes. *Nutr Rev*. 2008; 66(6):310-20.
18. Williams NC, Killer SC, Svendsen IS, Jones AW. Immune nutrition and exercise: Narrative review and practical recommendations. *Eur J Sport Sci*. 2019; 19(1):49-61.

19. Simpson RJ, Kunz H, Agha N, Graff R. Exercise and the Regulation of Immune Functions. *Prog Mol Biol Transl Sci.* 2015; 135:355-80.
20. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *J Acad Nutr Diet.* 2016; 116(3):501-28.
21. Bartlett JD, Hawley JA, Morton JP. Carbohydrate availability and exercise training adaptation: too much of a good thing? *Eur J Sport Sci.* 2015; 15(1):3-12.
22. Gejl KD, Nybo L. Performance effects of periodized carbohydrate restriction in endurance trained athletes - a systematic review and meta-analysis [Review]. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2021; 18(1)
23. Gleeson M. Dosing and efficacy of glutamine supplementation in human exercise and sport training. *J Nutr.* 2008; 138(10):2045s-49s.
24. Walsh NP. Nutrition and Athlete Immune Health: New Perspectives on an Old Paradigm. *Sports Med.* 2019; 49(Suppl 2):153-68.
25. Hemilä H. Zinc lozenges and the common cold: a meta-analysis comparing zinc acetate and zinc gluconate, and the role of zinc dosage. *JRSM Open.* 2017; 8(5):2054270417694291.
26. Hemilä H, Petrus EJ, Fitzgerald JT, Prasad A. Zinc acetate lozenges for treating the common cold: an individual patient data meta-analysis. *British Journal of Clinical Pharmacology.* 2016; 82(5):1393-98.
27. Institute of Medicine Panel on M. In: *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc.* Washington (DC): National Academies Press (US) Copyright 2001 by the National Academy of Sciences. All rights reserved.; 2001.
28. Stoffel NU, Cercamondi CI, Brittenham G, Zeder C, Geurts-Moespot AJ, Swinkels DW, et al. Iron absorption from oral iron supplements given on consecutive versus alternate days and as single morning doses versus twice-daily split dosing in iron-depleted women: two open-label, randomised controlled trials. *Lancet Haematol.* 2017; 4(11):e524-e33.
29. He CS, Aw Yong XH, Walsh NP, Gleeson M. Is there an optimal vitamin D status for immunity in athletes and military personnel? *Exerc Immunol Rev.* 2016; 22:42-64.
30. He CS, Handzlik M, Fraser WD, Muhamad A, Preston H, Richardson A, et al. 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.* 2013; 19:86-101.
31. Hemilä H, Chalker E. Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013; 2013(1):Cd000980.
32. Hemilä H. Vitamin C and Infections. *Nutrients.* 2017; 9(4)
33. Mason SA, Trewin AJ, Parker L, Wadley GD. Antioxidant supplements and endurance exercise: Current evidence and mechanistic insights. *Redox Biology.* 2020; 35:101471.
34. Beck KL, von Hurst PR, O'Brien WJ, Badenhorst CE. Micronutrients and athletic performance: A review [Review]. *Food and Chemical Toxicology.* 2021; 158

35. Delcour JA, Aman P, Courtin CM, Hamaker BR, Verbeke K. Prebiotics, fermentable dietary fiber, and health claims. *Advances in Nutrition*. 2016; 7(1):1-4.
36. Gibson GR, Hutkins R, Sanders ME, Prescott SL, Reimer RA, Salminen SJ, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*. 2017; 14(8):491-502.
37. Jäger R, Mohr AE, Carpenter KC, Kerksick CM, Purpura M, Moussa A, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Probiotics. *J Int Soc Sports Nutr*. 2019; 16(1):62.
38. Łagowska K, Bajerska J. Probiotic supplementation and respiratory infection and immune function in athletes: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [Review]. *Journal of Athletic Training*. 2021; 56(11):1213-23.
39. Somerville VS, Braakhuis AJ, Hopkins WG. Effect of Flavonoids on Upper Respiratory Tract Infections and Immune Function: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Nutr*. 2016; 7(3):488-97.
40. Esposito C, Garzarella EU, Bocchino B, D'Avino M, Caruso G, Buonomo AR, et al. A standardized polyphenol mixture extracted from poplar-type propolis for remission of symptoms of uncomplicated upper respiratory tract infection (URTI): A monocentric, randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial [Article]. *Phytomedicine*. 2021; 80
41. Karsch-Völk M, Barrett B, Kiefer D, Bauer R, Ardjomand-Woelkart K, Linde K. Echinacea for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014; 2(2):Cd000530.
42. David S, Cunningham R. Echinacea for the prevention and treatment of upper respiratory tract infections: A systematic review and meta-analysis [Review]. *Complementary Therapies in Medicine*. 2019; 44:18-26.
43. Altomare A, Fasoli E, Colzani M, Paredes Parra XM, Ferrari M, Cilurzo F, et al. An in depth proteomic analysis based on ProteoMiner, affinity chromatography and nano-HPLC-MS/MS to explain the potential health benefits of bovine colostrum. *J Pharm Biomed Anal*. 2016; 121:297-306.
44. Jones AW, March DS, Curtis F, Bridle C. Bovine colostrum supplementation and upper respiratory symptoms during exercise training: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2016; 8(1):21.
45. Crooks C, Cross ML, Wall C, Ali A. Effect of bovine colostrum supplementation on respiratory tract mucosal defenses in swimmers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2010; 20(3):224-35.
46. Crooks CV, Wall CR, Cross ML, Rutherford-Markwick KJ. The effect of bovine colostrum supplementation on salivary IgA in distance runners. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2006; 16(1):47-64.
47. Jones AW, Cameron SJ, Thatcher R, Beecroft MS, Mur LA, Davison G. Effects of bovine colostrum supplementation on upper respiratory illness in active males. *Brain Behav Immun*. 2014; 39:194-203.
48. Shing C, Peake J, Suzuki K, Jenkins D, Coombes J. A pilot study: bovine colostrum supplementation and hormonal and autonomic responses to competitive cycling. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013; 53(5):490-501.

49. Shing CM, Peake J, Suzuki K, Okutsu M, Pereira R, Stevenson L, et al. Effects of bovine colostrum supplementation on immune variables in highly trained cyclists. *J Appl Physiol* (1985). 2007; 102(3):1113-22.
50. Stoffaneller R, Morse NL. A review of dietary selenium intake and selenium status in Europe and the Middle East. *Nutrients*. 2015; 7(3):1494-537.
51. Chen P, Chakraborty S, Mukhopadhyay S, Lee E, Paoliello MM, Bowman AB, et al. Manganese homeostasis in the nervous system. *J Neurochem*. 2015; 134(4):601-10.

