O Papel da Nutrição na Reabilitação de Lesões em Jovens Atletas: Uma Revisão Narrativa

The Role of Nutrition in the Rehabilitation of Injuries in Young Athletes: A Narrative Review

Waleska Martins Silva Rocha

ORIENTADO POR: Doutora Catarina Rocha Leite

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

TC

Porto, 2026

Resumo

As lesões desportivas (LD) são frequentes em jovens atletas (JA) e têm impacto significativo no rendimento, no treino e no retorno à competição. Durante o crescimento e a maturação e, em particular, no pico de velocidade de crescimento (PVC), esta população apresenta maior vulnerabilidade a lesões, sobretudo por sobrecarga. A Nutrição assume um papel central na reabilitação, ao influenciar a reparação tecidular (RT), a manutenção da massa muscular (MM), a resposta inflamatória e a recuperação funcional. Esta revisão narrativa teve como objetivo sintetizar a evidência sobre o papel da nutrição na reabilitação de lesões em JA. A literatura analisada sugere que uma disponibilidade energética adequada, bem como ingestões apropriadas de proteína, hidratos de carbono e lípidos, são essenciais durante a recuperação. Ingestões proteicas entre 1,4–2,0 g/kg/dia, distribuídas ao longo do dia, parecem otimizar a síntese proteica. Hidratos de carbono complexos (3–5 g/kg/dia) e lípidos com ênfase em ómega-3 contribuem para reduzir o catabolismo e modular a inflamação. Micronutrientes como vitamina D, vitamina C, ferro e cálcio podem apoiar a saúde óssea, regeneração muscular e cicatrização, sobretudo em caso de défice. A hidratação adequada também é relevante para a perfusão tecidular e recuperação muscular (RM). Em síntese, a nutrição adequada desempenha um papel fundamental na reabilitação de lesões em JA, podendo contribuir para uma recuperação mais eficiente e para um retorno mais seguro à prática desportiva.

Palavras-chave: adolescentes; atletas; lesões desportivas; nutrição; reabilitação.

Abstract

Sports injuries (SI) are common among young athletes (YA) and have a significant impact on performance, training and return to competition. During growth and maturation, and in particular during the peak growth spurt (PGS), this population is more vulnerable to injuries, particularly those caused by overload. Nutrition plays a central role in rehabilitation by influencing tissue repair (TR), the maintenance of muscle mass (MM), the inflammatory response and functional recovery. The aim of this narrative review was to synthesise the evidence on the role of nutrition in the rehabilitation of injuries in YA. The literature reviewed suggests that adequate energy availability, as well as appropriate intakes of protein, carbohydrates and lipids, are essential during recovery. Protein intakes of 1.4–2.0 g/kg/day, distributed throughout the day, appear to optimise protein synthesis. Complex carbohydrates (3–5 g/kg/day) and fats, with an emphasis on omega-3, help to reduce catabolism and modulate inflammation. Micronutrients such as vitamin D, vitamin C, iron and calcium can support bone health, muscle regeneration and wound healing, particularly in cases of deficiency. Adequate hydration is also important for tissue perfusion and muscle recovery (MR). In summary, adequate nutrition plays a key role in the rehabilitation of injuries in juvenile arthritis, and can contribute to a more efficient recovery and a swifter return to sport.

Keywords: adolescent; athletes; athletic injuries; nutrition; rehabilitation.

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos (conforme aplicável)

DHA – Ácido Docosahexaenoico

EPA - Ácido Eicosapentaenoico

HC – Hidratos de Carbono

IE – Ingestão Energética

JA – Jovens Atletas

LD – Lesões Desportivas

MM – Massa Muscular

PI – Período de Imobilização

PVC – Pico de Velocidade de Crescimento

RED-S – Relative Energy Deficiency in Sport

RM- Recuperação Muscular

RT – Recuperação Tecidular

SPM – Síntese Proteica Muscular

Sumário

Introdução 1

Metodologia 2

1- O que sabemos sobre lesões em jovens atletas? 2

1.1 Lesões mais comuns 2

1.2. Fatores que aumentam o risco de lesões em jovens atletas 3

2 - Processo fisiológico da recuperação após lesão 4

3- O papel da Nutrição na recuperação da lesão 5

3.1 - Disponibilidade energética 5

3.2 – Macronutrientes 6

3.2.1- Proteína 6

3.2.2 – Hidratos de Carbono 8

3.2.3 – Lípidos 9

3.3 – Micronutrientes 10

3.3.1- Vitamina D 10

3.3.2 – Vitamina C 11

3.3.3 – Ferro 12

3.3.4 -Cálcio 13

4 - Hidratação 13

Análise Crítica 14

Conclusão 15

Referências 16

Introdução

As LD constituem um problema frequente no contexto desportivo, afetando atletas de diferentes faixas etárias e níveis de competição, com impacto significativo no rendimento e na continuidade da prática desportiva.[1] Num estudo prospetivo realizado em atletas adolescentes de elite, verificou-se que 57,4% dos participantes sofreram, pelo menos, uma nova lesão durante o período de seguimento de um ano. Adicionalmente, os resultados reportam incidências globais de 4,1 a 4,4 lesões por 1000 horas de exposição desportiva (treino e competição), em JA masculinos e femininas, respetivamente.[2] Em conjunto, estes dados sugerem que as lesões, particularmente em JA, podem comprometer de forma prolongada a disponibilidade para treinar e competir, com consequências diretas no rendimento e na evolução desportiva.

Na verdade, a suscetibilidade dos JA para o desenvolvimento de lesões encontra-se frequentemente associada aos processos de crescimento e maturação, particularmente durante a puberdade, onde ocorre o PVC.[3, 4] Este período caracteriza-se por uma aceleração do crescimento dos diferentes tecidos, associando-se a alterações musculoesqueléticas transitórias, que aumentam a vulnerabilidade ao esforço físico e às cargas intensas de treino e competição.[5, 6]

De facto, a Nutrição parece desempenhar um papel fundamental não só na modulação do risco de lesão, mas também na recuperação, sobretudo em situações de défice energético e ingestão inadequada de proteína e micronutrientes.[7] Uma ingestão nutricional adequada contribui para a recuperação tecidular, atenua a perda de MM e reduz o risco de recidiva, ao

promover a manutenção da densidade óssea, da função muscular e da integridade do sistema musculoesquelético.[7-9]

Assim, esta revisão narrativa tem como objetivo compreender o papel da nutrição na reabilitação de lesões em JA, destacando a sua importância na recuperação funcional, na redução do risco de recidiva e na otimização do regresso ao treino e à competição.

Metodologia

A pesquisa bibliográfica para esta revisão narrativa foi conduzida nas bases de dados *PubMed* e *Scopus*. As palavras-chave utilizadas, isoladas ou combinadas com os operadores booleanos "AND" ou "OR", foram: "adolescent", "injury", "sports", "athletic", "energy intake", "youth athletes", "micronutrientes", "nutrition", "hydration", "rehabilitation", "supplements", "peak heigh velocity", "recovery timing", "macronutrients". Foram considerados artigos publicados em inglês ou português, sem restrição quanto ao ano de publicação, incluindo revisões narrativas e sistemáticas, meta-análises e estudos com diferentes desenhos metodológicos, nomeadamente observacionais (incluindo prospetivos e longitudinais) e experimentais. Adicionalmente, foram consultadas as referências bibliográficas dos artigos inicialmente selecionados, de forma a identificar estudos relevantes adicionais. A gestão das referências bibliográficas foi efetuada com recurso ao software EndNote 25.

1- O que sabemos sobre lesões em jovens atletas?

1.1 Lesões mais comuns

As LD constituem um problema frequente para o JA, particularmente em contextos de prática competitiva e de elevada carga de treino, sendo

frequentemente associadas à exposição repetida a cargas mecânicas elevadas, sem recuperação adequada.[1, 10] Os membros inferiores representam a região anatómica mais afetada, com especial incidência ao nível do joelho e tornozelo, sendo as entorses ligamentares, as lesões musculares, as tendinopatias e as lesões por sobrecarga, as manifestações clínicas mais frequentemente.[1, 11] Estas últimas, assumem particular relevância em JA, uma vez que resultam dos microtraumas cumulativos decorrentes de sobreutilização, associados a períodos insuficientes de recuperação [12]. De facto, os JA podem apresentar maior suscetibilidade a este tipo de lesão durante fases de crescimento acelerado, como o PVC, devido ao desfasamento temporário entre a velocidade de crescimento ósseo e a capacidade de adaptação muscular e tendinosa, o que pode comprometer a flexibilidade, alterar os padrões de movimento e aumentar a carga mecânica sobre os tecidos musculoesqueléticos.[1, 4, 10, 11] Durante a adolescência, o aumento da força muscular pode não ser acompanhado por adaptações proporcionais das propriedades mecânicas dos tendões, aumentando assim a carga exercida sobre estas estruturas e o risco de lesões por sobrecarga. [13]

1.2. Fatores que aumentam o risco de lesões em jovens atletas

O desenvolvimento de lesões em JA resulta da interação entre fatores de risco intrínsecos e extrínsecos. Entre fatores extrínsecos incluem o volume e a intensidade dos treinos e competições, os períodos de recuperação insuficientes, a exposição a modalidades caracterizadas por esforços explosivos, mudanças rápidas de direção e saltos repetidos, e os próprios hábitos alimentares. Já os fatores intrínsecos, destacam-se a fase de maturação em que o atleta se encontra, o sexo, a composição corporal e o PVC.[1, 11, 14] Um JA que apresente uma ingestão

nutricional inadequada pode ver comprometida a sua capacidade de suportar o *stress* físico, particularmente por se encontrar num período crucial de crescimento e desenvolvimento.[7] Adicionalmente, as deficiências de determinados nutrientes, bem como uma baixa disponibilidade energética, podem comprometer a recuperação pós-exercício, a síntese proteica muscular (SPM), a remodelação dos tecidos e as adaptações induzidas pelo treino. Consequentemente, o sistema musculoesquelético torna-se menos resiliente às cargas impostas pela prática desportiva, aumentando a suscetibilidade da ocorrência de uma LD. [7, 15, 16]

2 - Processo fisiológico da recuperação após lesão

A recuperação após uma LD envolve um conjunto de respostas fisiológicas organizadas em três fases distintas: inflamatória, proliferativa e de remodelação (Apêndice A).[17] A fase inflamatória, desencadeada imediatamente após a lesão, caracteriza-se pela libertação de mediadores inflamatórios, a vasodilatação local, o recrutamento de células imunitárias e a remoção de tecido danificado, preparando o ambiente tecidular para a reparação subsequente.[18] Segue-se a fase proliferativa, marcada pela regeneração tecidular, através da proliferação celular, aumento da SPM e angiogénese. Por fim, a fase de remodelação corresponde à reorganização estrutural das fibras musculares, permitindo a recuperação progressiva da funcionalidade do tecido.[17, 19]

Paralelamente, as exigências metabólicas aumentam em resposta aos processos de reparação e regeneração tecidular. Mais ainda, a redução da prática desportiva e o período de imobilização (PI) frequente em atletas lesionados, favorecem a perda de MM, a diminuição da SPM e alterações na função imunitária.[8, 20] Neste sentido, a Nutrição assume um papel determinante no

suporte a cada uma destas fases, influenciando diretamente a velocidade e a qualidade da recuperação.[9, 21]

3- O papel da Nutrição na recuperação da lesão

3.1 - Disponibilidade energética

Durante o período de recuperação de uma lesão, verifica-se frequentemente uma redução do volume de treino e, consequentemente do gasto energético associado ao exercício.[9] No entanto, os processos de RT mantêm elevadas exigências metabólicas, pelo que a disponibilidade energética adequada é essencial para uma recuperação eficaz. Assim, apesar da redução do volume de treino, o gasto energético total pode não diminuir proporcionalmente, e uma restrição acentuada pode comprometer a cicatrização, favorecer a perda de MM e atrasar a recuperação.[22, 23]

Em JA, a disponibilidade energética assume particular relevância devido às exigências do crescimento, desenvolvimento e treino.[7] Neste contexto, a ingestão energética (IE) deve assegurar não só o gasto associado ao exercício, mas também os processos de manutenção, recuperação e maturação, podendo as necessidades aumentar durante a reabilitação.[24] Quando essa ingestão é insuficiente, instala-se uma situação de baixa disponibilidade energética, associada ao *Relative Energy Deficiency in Sport* (RED-S), que resulta em alterações em diferentes sistemas fisiológicos, incluindo a função endócrina, óssea, imunitária e metabólica, aumentando a vulnerabilidade a lesões por sobrecarga e atrasando a recuperação tecidular (Apêndice B).[25, 26] Contudo, não existem valores exatos definidos para a IE neste período, devido à influência de

múltiplos fatores como idade, sexo e gravidade da lesão, reforçando a necessidade de individualização.[7, 20, 27]

Importa ainda salientar que, embora as evidencias encontradas, se tenha centrado predominantemente nos efeitos da baixa disponibilidade energética, uma IE cronicamente superior às necessidades também pode ser prejudicial, promovendo aumento de massa gorda com potenciais repercussões negativas no desempenho, saúde metabólica e recuperação.[24, 28]

3.2 – Macronutrientes

Durante o processo de recuperação de LD, os macronutrientes constituem componentes essenciais do suporte nutricional, favorecendo a RT, a manutenção da MM e o fornecimento de energia.[7, 20]

3.2.1- Proteína

A evidência científica analisada destaca a proteína como um dos macronutrientes com maior relevância no processo de reabilitação nas LD, devido o seu papel na SPM, RT e manutenção da MM durante os PI ou redução da prática desportiva.[29] A ingestão insuficiente deste macronutriente pode comprometer o processo de cicatrização, acentuar a perda de MM e favorecer um aumento da inflamação.[28] Além disso, a evidência sugere que os PI podem reduzir significativamente a resposta da SPM à ingestão proteica, efeito associado à resistência anabólica, isto é, uma redução da sensibilidade do músculo esquelético aos estímulos provenientes da ingestão proteica e da contração muscular. Este efeito, pode comprometer a recuperação e justificar a necessidade de um maior aporte proteico durante a reabilitação.[20, 28]

Neste sentido, a evidência aponta para que a otimização da ingestão proteica durante a reabilitação de LD não dependa apenas da quantidade total ingerida, mas também da qualidade da proteína (valor biológico) e da distribuição e frequência ao longo do dia. [28] Embora as recomendações variem devido ao grau de lesão, PI e necessidades metabólicas do atleta, alguns dos estudos disponíveis apontam para consumos superiores às recomendações tradicionais, variando entre 1,4 a 2,0 g/kg/dia.[24, 27, 30]

No que diz respeito à qualidade da proteína, as fontes de elevado valor biológico - caracterizadas por um perfil completo de aminoácidos essenciais e elevada digestibilidade - assumem particular importância durante o período de recuperação.[27] Dentro destas, destacam-se as fontes com elevado teor de leucina (como produtos lácteos, carnes magras e pescado), uma vez que este aminoácido atua como regulador chave da SPM através da ativação da via mTOR, podendo contribuir para atenuar os efeitos da resistência anabólica associada aos PI.[9] Em JA, a adequada ingestão de proteína de elevada qualidade reveste-se de importância acrescida, tendo em conta as exigências fisiológicas associadas ao crescimento.[27] Para além da RM, uma ingestão de proteína de elevado valor biológico contribui igualmente para o fornecimento de aminoácidos necessários à síntese de colagénio (glicina, prolina e hidroxiprolina), que desempenha um papel relevante na manutenção da integridade de tecidos conjuntivos, como tendões e ligamentos.[31]

Adicionalmente, a distribuição da proteína ao longo do dia parece ser determinante para otimizar a SPM, sendo geralmente sugerido o consumo de 20 a 40 g de proteína a cada 3 a 4 horas.[24, 27] Alguns estudos realizados em indivíduos

jovens saudáveis sugerem ainda que a ingestão de 20 a 40 g de caseína antes de dormir poderá constituir uma estratégia adicional para estimular a SPM durante a recuperação noturna.[32] Em suma, assegurar um aporte proteico adequado, com atenção à qualidade das fontes proteicas e à sua distribuição ao longo do dia, parece ser uma estratégia essencial para otimizar a recuperação de lesões.

3.2.2 – Hidratos de Carbono

No que diz respeito aos hidratos de carbono (HC), estes desempenham um papel importante na reabilitação de lesões em JA, uma vez que, para além da sua função energética, contribuem para a preservação da MM e para os processos de RT.[7] Durante a recuperação, um aporte adequado de HC reduz a utilização de proteína como fonte de energia, limitando assim a degradação proteica e o catabolismo.[7, 24] Adicionalmente, este macronutriente participa na regulação de processos metabólicos, hormonais e imunitários envolvidos na cicatrização, embora os mecanismos subjacentes não se encontrem ainda totalmente esclarecidos.[9, 24]

Relativamente à qualidade dos HC, recomenda-se a priorização de fontes complexas e de baixo índice glicémico - como cereais integrais, frutas e vegetais - pelo seu contributo para uma libertação mais sustentada de energia e melhor controlo glicémico durante a recuperação.[7] Em JA em fase de reabilitação, as recomendações de ingestão situam-se entre 3-5g/kg/dia, podendo variar de acordo com a intensidade do treino e da fase de reabilitação.[7] Comparativamente ao atleta adulto, os JA apresentam menor capacidade de armazenamento de glicogénio e maior dependência de HC exógenos, tornando particularmente importante assegurar um aporte adequado de HC para responder às suas necessidades energéticas.[27] Estas características fisiológicas, devem ser

consideradas no contexto da reabilitação, de forma a assegurar o aporte energético e a otimização da recuperação. [27]

Nas fases da reabilitação que incluem exercício terapêutico e a reintrodução progressiva ao treino, o momento da ingestão de HC pode ser relevante, sobretudo quando existem sessões repetidas ao longo do dia. Tal verifica-se, pois a ingestão deste macronutriente no período pós-exercício estimula a resposta insulínica e promove a ressíntese de glicogénio muscular, favorecendo a recuperação entre sessões e a disponibilidade energética.[33, 34] Assim, uma ingestão adequada e individualizada de HC parece desempenhar um papel importante enquanto estratégia nutricional na recuperação e reabilitação de LD.[7, 24, 33]

3.2.3 – Lípidos

Tal como observado com os HC e as proteínas, os lípidos também assumem um papel relevante na fase de reabilitação de lesões, contribuindo para funções essenciais como a produção hormonal e a absorção de vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K).[7] Para além disso, uma ingestão adequada de lípidos contribui para a modulação de processos inflamatórios, importantes no contexto de cicatrização e regeneração tecidular.[9, 28] Durante o período de recuperação, recomenda-se que a ingestão de lípidos represente aproximadamente 20–35% do valor energético total diário, em linha com as recomendações gerais para atletas.[24] Contudo, a evidência disponível sugere que a qualidade da gordura ingerida é mais importante do que a sua quantidade absoluta.[7] Neste sentido, o consumo excessivo de gorduras saturadas e tran-saturadadas - frequentes em alimentos processados e ultraprocessados - deve ser evitado, pois pode agravar a inflamação sistémica e comprometer a RT.[7, 35]

Entre os lípidos de maior interesse, destacam-se os ácidos gordos ómega-3, particularmente o ácido eicosapentaenoico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA), devido ao seu potencial efeito anti-inflamatório e ao possível efeito benéfico na RM. [9, 20, 27] Em atletas adultos, doses na ordem dos 2–4 g/dia de EPA e DHA têm sido associadas a efeitos anti-inflamatórios e potenciais benefícios na recuperação.[36] Não obstante, embora exista evidência do papel anti-inflamatório do EPA e do DHA em crianças e adolescentes noutros contextos clínicos,[37] a evidência específica sobre o seu papel na recuperação de lesões em JA é ainda limitada, sendo necessários mais estudos neste contexto. Ainda assim, uma ingestão alimentar adequada de ácidos gordos ómega-3 pode contribuir para a modulação da resposta inflamatória, podendo apoiar os processos de recuperação.[7]

3.3 – Micronutrientes

Os micronutrientes desempenham um papel fundamental na recuperação de LD, uma vez que intervêm em processos essenciais como o combate ao stress oxidativo, a resposta imunitária, a síntese de colagénio e o metabolismo ósseo e muscular.[20, 38]

3.3.1- Vitamina D

A vitamina D é um dos micronutrientes mais investigados, devido ao seu papel na saúde óssea, função muscular e modulação imunitária.[24, 29] Para além do seu papel no metabolismo do cálcio e na mineralização óssea, a evidência atual sugere que a vitamina D desempenha um papel relevante na regeneração muscular após lesão, nomeadamente através da sua ação sobre as células satélite musculares, que expressam recetores de vitamina D e são fundamentais no processo de RT.[38-

[40] Adicionalmente, estudos indicam que a suplementação desta vitamina pode promover a proliferação celular, a diferenciação muscular e a recuperação da força, particularmente em indivíduos com défice deste micronutriente.[38, 41]

Em JA, a deficiência de vitamina D (definida por uma concentração sérica inferior a 20 ng/mL)[42] é relativamente frequente, sobretudo em praticantes de modalidades *indoor*, durante os meses de inverno e em indivíduos com reduzida exposição solar.[43] Neste contexto, a correção do défice poderá ter um impacto relevante na recuperação e na saúde musculoesquelética.[43] Importa ainda salientar que os efeitos da vitamina D na saúde óssea dependem de uma ingestão adequada de cálcio, sendo ambos nutrientes fundamentais durante o crescimento e desenvolvimento dos JA.[29] Contudo, quando os níveis séricos se encontram dentro de valores adequados, a suplementação não parece traduzir-se em benefícios consistentes na RM ou na RT,[41, 44] reforçando a importância de uma abordagem individualizada baseada na avaliação do estado nutricional antes de qualquer intervenção.

3.3.2 – Vitamina C

A vitamina C desempenha um papel fundamental na síntese de colagénio e na defesa antioxidante, sendo especialmente relevante no contexto de lesões dos tecidos conjuntivos.[7, 29] Este micronutriente, atua como cofator indispensável na formação e estabilização das fibras de colagénio, contribuindo assim para os processos de cicatrização e RT.[23] A sua deficiência encontra-se associada a maior fragilidade tecidual, bem como a um atraso nos processos de cicatrização.[7] Para além do seu papel estrutural, a vitamina C exerce uma importante função

antioxidante, neutralizando espécies reativas de oxigénio geradas em resposta ao dano tecidual e ao exercício físico intenso.[45, 46]

Apesar da sua relevância fisiológica, a suplementação com vitamina C em doses elevadas não é consensualmente recomendada, uma vez que que pode interferir negativamente com a sinalização celular dependente do stress oxidativo, comprometendo potencialmente adaptações fisiológicas desejáveis para a recuperação.[7, 23, 29, 46] Assim, a ingestão adequada de vitamina C para suporte da recuperação de lesões deve ser assegurada preferencialmente através de uma alimentação variada e rica em hortofrutícolas - como citrinos, kiwis, morangos, pimentos e brócolos. [7] Apesar da sua importância, a literatura não estabelece recomendações específicas para JA em reabilitação.[7, 20, 23]

3.3.3 – Ferro

O ferro é um micronutriente essencial envolvido em processos como o transporte de oxigénio e o metabolismo energético, desempenhando um papel relevante na RM.[7, 29, 47] A sua deficiência é particularmente prevalente em mulheres, atletas de endurance e adolescentes em fase de crescimento.[29, 47] Em JA, os principais fatores de risco incluem perdas associadas ao exercício, como hemólise por impacto, aumento das perdas por suor e maiores exigências metabólicas.[47] Adicionalmente, a regulação do metabolismo do ferro nesta população é influenciada pela hepcidina, que aumenta em resposta ao processo inflamatório associado à lesão e pode também ser estimulada pelo exercício físico através de mediadores inflamatórios como a interleucina-6. Este aumento resulta numa redução da absorção intestinal de ferro e da libertação dos seus depósitos, diminuindo a sua biodisponibilidade num período em que as necessidades podem estar aumentadas.[47] Níveis inadequados de ferro podem comprometer a RM,

reduzindo a capacidade aeróbia, aumentando a fadiga e prejudicando processos como a síntese de colagénio e a cicatrização tecidual.[38]

As necessidades em adolescentes variam entre 8 a 11 mg/dia, podendo ser superiores em JA, sobretudo em contextos de recuperação de lesão.[48] Quanto às fontes alimentares, o ferro heme apresenta maior biodisponibilidade, enquanto o ferro não-heme, de origem vegetal, tem absorção inferior, embora seja potenciada pela ingestão de vitamina C.[29]

3.3.4 -Cálcio

O cálcio desempenha um papel fundamental na mineralização óssea, na contração muscular e na manutenção da saúde musculoesquelética.[29] A sua ingestão adequada é particularmente relevante em JA, sendo recomendado cerca de 1300 mg/dia em adolescentes, de forma a suportar o pico de massa óssea e o crescimento esquelético.[49] Este mineral encontra-se predominantemente em laticínios, como leite, iogurte e queijo, bem como em alguns alimentos de origem vegetal, como couve, brócolos e em alimentos fortificados. [49] A literatura sugere que a suplementação combinada de vitamina D e cálcio pode diminuir a incidência de fraturas por stress em populações fisicamente ativas.[43] Contudo, em JA sem défices nutricionais identificados, a suplementação não parece conferir benefícios adicionais na recuperação, sendo preferível a sua obtenção através de uma alimentação equilibrada e adequada.[23]

4 - Hidratação

A manutenção de um estado adequado de hidratação é um fator determinante na otimização da recuperação, contribuindo para processos fisiológicos envolvidos

na RT, RM e no restabelecimento do equilíbrio hidroeletrolítico.[29, 50] Durante a recuperação, uma hidratação adequada favorece a perfusão tecidular, essencial para os mecanismos de cicatrização e reparação.[51, 52] Adicionalmente, a evidência científica sugere que o estado de desidratação pode comprometer a ressíntese de glicogénio muscular, mesmo quando a ingestão de HC é suficiente, podendo prolongar os processos de RM.[53] Paralelamente, a redução do volume plasmático pode ainda limitar o transporte de nutrientes e aumentar a fadiga, dificultando a recuperação e o retorno à prática desportiva.[29]

Em JA, a hidratação é particularmente relevante devido a particularidades na termorregulação, incluindo maior dependência da redistribuição do fluxo sanguíneo periférico e menor eficiência da sudorese. Apesar de apresentarem tolerância ao calor semelhante à dos adultos, a maturação pubertária pode influenciar os mecanismos termorregulatórios, com possível impacto na manutenção da euhidratação durante o processo de recuperação.[27, 54] Neste contexto, a manutenção de um estado de euhidratação deve ser considerada uma componente relevante na otimização da recuperação em JA lesionados.[55]

Análise Crítica

A presente revisão narrativa teve como objetivo identificar a associação entre a nutrição e a reabilitação de LD em JA. Não obstante, importa reconhecer algumas limitações.

Por se tratar de uma revisão narrativa, não foi realizada avaliação de risco de viés, o que pode comprometer a reprodutibilidade dos resultados, devendo estes ser interpretados com cautela. Para além disto, a escassez de estudos em JA, com predominância de evidência científica em populações adultas, limita a extrapolação dos resultados. Além disso, fatores específicos desta população,

como o estádio maturacional, influenciam as necessidades nutricionais e a resposta à reabilitação, mas permanecem pouco considerados. A heterogeneidade dos métodos de avaliação da ingestão alimentar e a dificuldade em isolar o efeito de nutrientes específicos também dificultam a comparação entre estudos.

Apesar destas limitações, esta revisão sugere que a nutrição desempenha um papel relevante na otimização da reabilitação de LD, sendo o Nutricionista fundamental para a reintegração nos treinos e na competição.

Conclusão

Em suma, a evidência disponível sugere que a Nutrição desempenha um papel relevante na reabilitação de LD em JA, embora com diferentes níveis de robustez entre os vários macro e micronutrientes. A evidência destaca a relevância de uma adequada disponibilidade energética, ingestão de proteínas e de HC, bem como um adequado estado de hidratação, como as estratégias fundamentais para apoiar os processos de RT, preservar a MM e otimizar a recuperação funcional. No que diz respeito aos micronutrientes, a vitamina D, ferro e cálcio podem ser relevantes sobretudo na presença de défices, uma vez que a sua ação na reabilitação de lesões em JA permanece limitada.

Embora a literatura disponível se concentre maioritariamente na população adulta, os dados atuais sugerem que a Nutrição poderá desempenhar um papel relevante na recuperação de lesões em JA. Contudo, são necessários mais estudos direcionados para esta população específica, de forma a colmatar as lacunas de conhecimento e estabelecer recomendações nutricionais baseadas em evidência.

Referências

1. Al-Qahtani MA, Allajhar MA, Alzahrani AA, Asiri MA, Alsalem AF, Alshahrani SA, et al. Sports-Related Injuries in Adolescent Athletes: A Systematic Review. Cureus. 2023; 15(11):e49392.
2. von Rosen P, Heijne A, Frohm A, Fridén C, Kottorp A. High Injury Burden in Elite Adolescent Athletes: A 52-Week Prospective Study. J Athl Train. 2018; 53(3):262–70.
3. van der Sluis A, Elferink-Gemser MT, Coelho-e-Silva MJ, Nijboer JA, Brink MS, Visscher C. Sport Injuries Aligned to Peak Height Velocity in Talented Pubertal Soccer Players. Int J Sports Med. 2014; 35(04):351–55.
4. Parry GN, Williams S, McKay CD, Johnson DJ, Bergeron MF, Cumming SP. Associations between growth, maturation and injury in youth athletes engaged in elite pathways: a scoping review. Br J Sports Med. 2024; 58(17):1001–10.
5. Retzepis N-O, Avloniti A, Kokkotis C, Stampoulis T, Balampanos D, Gkachtsou A, et al. The Effect of Peak Height Velocity on Strength and Power Development of Young Athletes: A Scoping Review. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2025; 10(2):168.
6. Tsutsui T, Iizuka S, Sakamaki W, Maemichi T, Torii S. Growth until Peak Height Velocity Occurs Rapidly in Early Maturing Adolescent Boys. Children. 2022; 9(10):1570.
7. Alcock R, Hislop M, Vidgen HA, Desbrow B. Youth and Adolescent Athlete Musculoskeletal Health: Dietary and Nutritional Strategies to Optimise Injury Prevention and Support Recovery. J Funct Morphol Kinesiol. 2024; 9(4)
8. Kozjek NR, Tonin G, Gleeson M. Nutrition for optimising immune function and recovery from injury in sports. Clinical Nutrition ESPEN. 2025; 66:101–14.
9. Papadopoulou SK. Rehabilitation Nutrition for Injury Recovery of Athletes: The Role of Macronutrient Intake. Nutrients. 2020; 12(8):2449.
10. Patel DR, Yamasaki A, Brown K. Epidemiology of sports-related musculoskeletal injuries in young athletes in United States. Transl Pediatr. 2017; 6(3):160–66.
11. Habelt S, Hasler CC, Steinbrück K, Majewski M. Sport injuries in adolescents. Orthop Rev (Pavia). 2011; 3(2):e18.
12. Brenner JS, Watson A, MEDICINE COS, FITNESS. Overuse Injuries, Overtraining, and Burnout in Young Athletes. Pediatrics. 2024; 153(2)
13. Mersmann F, Bohm S, Arampatzis A. Imbalances in the Development of Muscle and Tendon as Risk Factor for Tendinopathies in Youth Athletes: A Review of Current Evidence and Concepts of Prevention. Front Physiol. 2017; 8:987.
14. Prieto-González P, Martínez-Castillo JL, Fernández-Galván LM, Casado A, Soporki S, Sánchez-Infante J. Epidemiology of Sports-Related Injuries and Associated Risk Factors in Adolescent Athletes: An Injury Surveillance. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021; 18(9):4857.
15. Mason L, Connolly J, Devenney LE, Lacey K, O'Donovan J, Doherty R. Sleep, Nutrition, and Injury Risk in Adolescent Athletes: A Narrative Review. Nutrients. 2023; 15(24):5101.
16. Close GL, Sale C, Baar K, Bermon S. Nutrition for the Prevention and Treatment of Injuries in Track and Field Athletes. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2019; 29(2):189–97.

17. Rand E, Gellhorn AC. The Healing Cascade: Facilitating and Optimizing the System. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America. 2016; 27(4):765–81.
18. Eming SA, Wynn TA, Martin P. Inflammation and metabolism in tissue repair and regeneration. Science. 2017; 356(6342):1026–30.
19. Choi B, Lee C, Yu JW. Distinctive role of inflammation in tissue repair and regeneration. Arch Pharm Res. 2023; 46(2):78–89.
20. Quintero KJ, Resende AdS, Leite GSF, Lancha Junior AH. An overview of nutritional strategies for recovery process in sports-related muscle injuries. Nutrire. 2018; 43(1):27.
21. Ju M, Kim Y, Seo KW. Role of nutrition in wound healing and nutritional recommendations for promotion of wound healing: a narrative review. Ann Clin Nutr Metab. 2023; 15(3):67–71.
22. Frankenfield D. Energy Expenditure and Protein Requirements After Traumatic Injury. Nutrition in Clinical Practice. 2006; 21(5):430–37.
23. Tipton KD. Nutritional Support for Exercise-Induced Injuries. Sports Medicine. 2015; 45(1):93–104.
24. Smith-Ryan AE, Hirsch KR, Saylor HE, Gould LM, Blue MNM. Nutritional Considerations and Strategies to Facilitate Injury Recovery and Rehabilitation. J Athl Train. 2020; 55(9):918–30.
25. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. International Olympic Committee (IOC) Consensus Statement on Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S): 2018 Update. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2018; 28(4):316–31.
26. Gallant TL, Ong LF, Wong L, Sparks M, Wilson E, Puglisi JL, et al. Low Energy Availability and Relative Energy Deficiency in Sport: A Systematic Review and Meta-analysis. Sports Medicine. 2025; 55(2):325–39.
27. Everett S. Optimizing Performance Nutrition for Adolescent Athletes: A Review of Dietary Needs, Risks, and Practical Strategies. Nutrients. 2025; 17(17)
28. Giraldo-Vallejo JE, Cardona-Guzmán M, Rodríguez-Alcivar EJ, Kočí J, Petro JL, Kreider RB, et al. Nutritional Strategies in the Rehabilitation of Musculoskeletal Injuries in Athletes: A Systematic Integrative Review. Nutrients. 2023; 15(4)
29. Chodkowski J. The Role of Nutrition and Hydration in Injury Prevention and Recovery: A Review. Journal of Education, Health and Sport. 2024; 71:56117.
30. Yavari AU, Javadi MU, Mirmiran PU, Bahadoran ZU.e24898.
31. Khatri M, Naughton RJ, Clifford T, Harper LD, Corr L. The effects of collagen peptide supplementation on body composition, collagen synthesis, and recovery from joint injury and exercise: a systematic review. Amino Acids. 2021; 53(10):1493–506.
32. Reis CEG, Loureiro LMR, Roschel H, da Costa THM. Effects of pre-sleep protein consumption on muscle-related outcomes — A systematic review. Journal of Science and Medicine in Sport. 2021; 24(2):177–82.
33. Smith JW, Holmes ME, McAllister MJ. Nutritional Considerations for Performance in Young Athletes. J Sports Med (Hindawi Publ Corp). 2015; 2015:734649.
34. Burke LM, van Loon LJC, Hawley JA. Postexercise muscle glycogen resynthesis in humans. Journal of Applied Physiology. 2017; 122(5):1055–67.

35. Tristan Asensi M, Napoletano A, Sofi F, Dinu M. Low-Grade Inflammation and Ultra-Processed Foods Consumption: A Review. Nutrients. 2023; 15(6):1546.
36. Jäger R, Heileson JL, Abou Sawan S, Dickerson BL, Leonard M, Kreider RB, et al. International Society of Sports Nutrition Position Stand: Long-Chain Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids. J Int Soc Sports Nutr. 2025; 22(1):2441775.
37. Niseteo T, Hojsak I, Ožanić Bulić S, Pustišek N. Effect of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acid Supplementation on Clinical Outcome of Atopic Dermatitis in Children. Nutrients. 2024; 16(17):2829.
38. Papadopoulou SK, Mantzorou M, Kondyli-Sarika F, Alexandropoulou I, Papathanasiou J, Voulgaridou G, et al. The Key Role of Nutritional Elements on Sport Rehabilitation and the Effects of Nutrients Intake. Sports. 2022; 10(6):84.
39. Braga M, Simmons Z, Norris KC, Ferrini MG, Artaza JN. Vitamin D induces myogenic differentiation in skeletal muscle derived stem cells. Endocrine Connections. 2017; 6(3):139–50.
40. Karpouzos A, Diamantis E, Farmaki P, Savvanis S, Troupis T. Nutritional Aspects of Bone Health and Fracture Healing. Journal of Osteoporosis. 2017; 2017(1):4218472.
41. Heaton LE, Davis JK, Rawson ES, Nuccio RP, Witard OC, Stein KW, et al. Selected In-Season Nutritional Strategies to Enhance Recovery for Team Sport Athletes: A Practical Overview. Sports Medicine. 2017; 47(11):2201–18.
42. Ip TS, Fu SC, Ong MT, Yung PS. Vitamin D deficiency in athletes: Laboratory, clinical and field integration. Asia Pac J Sports Med Arthrosc Rehabil Technol. 2022; 29:22–29.
43. De Zan D, Eletti F, Fiore G, Di Girolamo E, Bozzini GGM, Perico V, et al. Use of Nutritional Strategies, Bioactive Compounds, and Dietary Supplements in Young Athletes: From Evidence to Potential Risks—A Narrative Review. Nutrients. 2025; 17(13):2194.
44. Byers AW, Connolly G, Campbell WW. Vitamin D status and supplementation impacts on skeletal muscle function: comparisons between young athletes and older adults. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2020; 23(6):421–27.
45. Yavari AU, Javadi MU, Mirmiran PU, Bahadoran ZU. Exercise-Induced Oxidative Stress and Dietary Antioxidants [Review Article]. Asian Journal of Sports Medicine. 2015;
Vol. 6, issue 1:e24898.
46. Powers SK, Deruisseau KC, Quindry J, Hamilton KL. Dietary antioxidants and exercise. Journal of Sports Sciences. 2004; 22(1):81–94.
47. Solberg A, Reikvam H. Iron Status and Physical Performance in Athletes. Life. 2023; 13(10):2007.
48. 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.
49. Medicine Io. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press; 2011.
50. Barley OR, Chapman DW, Abbiss CR. Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2020; 17(1):52.

51. Ousey K, Cutting KF, Rogers AA, Rippon MG. The importance of hydration in wound healing: reinvigorating the clinical perspective. J Wound Care. 2016; 25(3):122, 24–30.
52. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. Med Sci Sports Exerc. 2007; 39(2):377–90.
53. López-Torres O, Rodríguez-Longobardo C, Escribano-Tabernero R, Fernández-Elías VE. Hydration, Hyperthermia, Glycogen, and Recovery: Crucial Factors in Exercise Performance—A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2023; 15(20):4442.
54. Desbrow B. Youth Athlete Development and Nutrition. Sports Medicine. 2021; 51(1):3–12.
55. Suppiah HT, Ng EL, Wee J, Taim BC, Huynh M, Gastin PB, et al. Hydration Status and Fluid Replacement Strategies of High-Performance Adolescent Athletes: An Application of Machine Learning to Distinguish Hydration Characteristics. Nutrients. 2021; 13(11)

Apêndices

Apêndice A: Fases do processo de recuperação após lesão..... 21

Apêndice B: O impacto da disponibilidade energética na recuperação..... 22

Apêndice C: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Disponibilidade energética..... 23

Apêndice D: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Proteína..... 24

Apêndice E: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Hidratos de Carbono 25

Apêndice F: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Lípidos 26

Apêndice G: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Vitamina D..... 27

Apêndice H: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Vitamina C..... 28

Apêndice I: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Ferro..... 28

Apêndice J: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Cálcio..... 29

Apêndice K: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Hidratação..... 29

Apêndice A: Fases do processo de recuperação após lesão

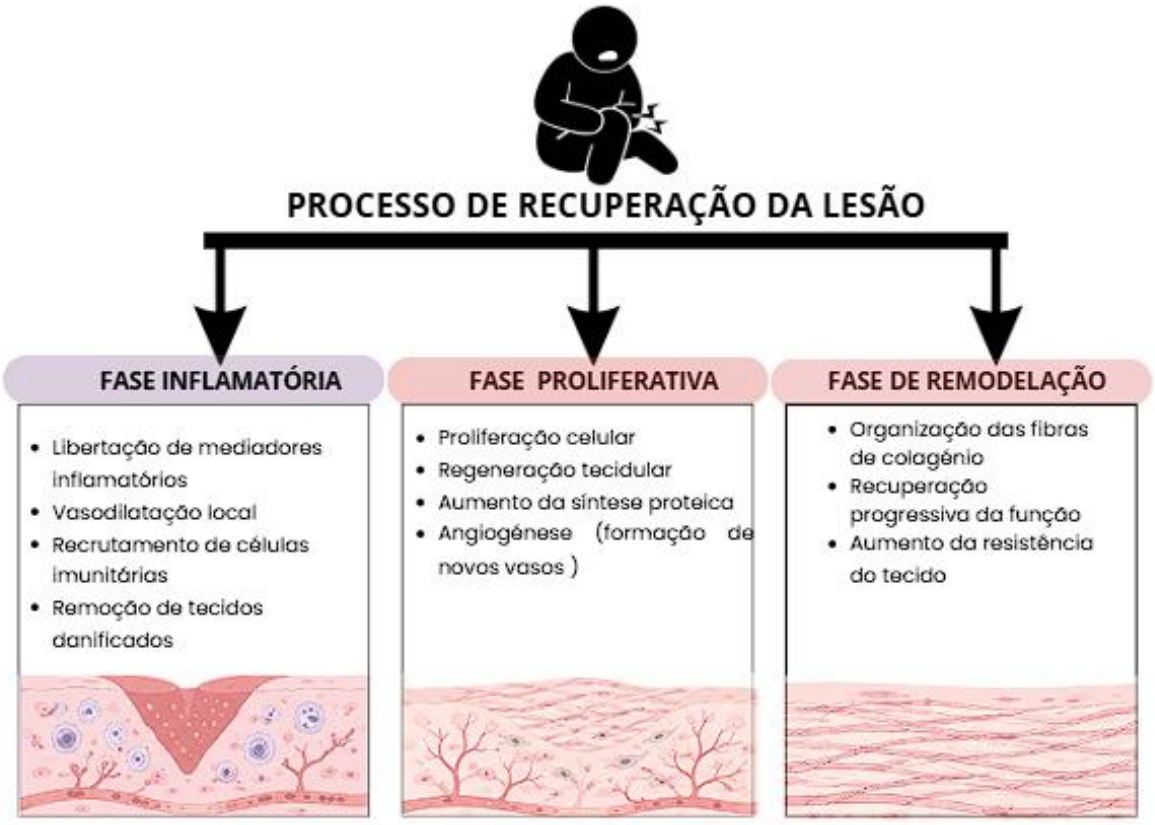


Figura 1. Fases do processo de recuperação da lesão.

Apêndice B: O impacto da disponibilidade energética na recuperação

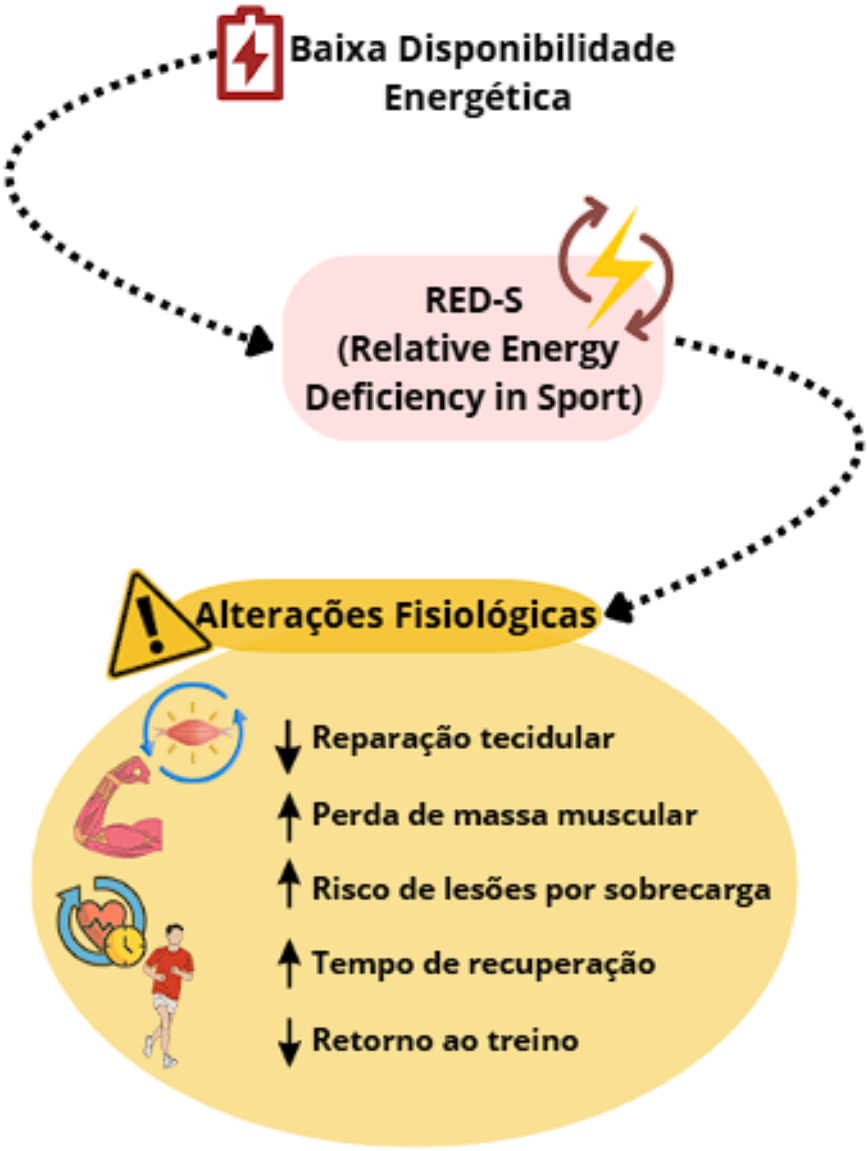


Figura 2. A baixa disponibilidade energética e o seu impacto na recuperação de lesões.

Apêndice C: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Disponibilidade energética

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Papadoupoulou SK. (2020)[9]	Revisão narrativa	-	A manutenção de uma disponibilidade energética adequada é essencial para preservar a massa muscular e otimizar a recuperação de lesões.
Frankenfield D. (2006)[22]	Revisão narrativa	-	A lesão aumenta o gasto energético de forma variável, dependendo do tipo e gravidade da mesma, mas também da composição corporal e idade do indivíduo lesionado.
Tipton KD. (2015)[23]	Revisão narrativa	-	A manutenção de uma disponibilidade energética adequada é essencial para preservar a massa muscular e promover a recuperação após lesão.
Alcock et al. (2024)[7]	Revisão narrativa	-	A Nutrição adequada é uma componente essencial da prevenção de lesões musculoesqueléticas e da reabilitação eficaz em jovens atletas; A baixa disponibilidade energética pode aumentar o risco de lesão e prolongar o tempo de recuperação.
Smith-Ryan et al. (2020)[24]	Revisão narrativa	-	O défice de disponibilidade energética compromete a cicatrização, aumenta a perda de massa muscular e atrasa a recuperação.
Mountjoy et al. (2018)[25]	Consenso científico	-	A baixa disponibilidade energética pode comprometer múltiplos sistemas fisiológicos, incluindo a saúde óssea, função endócrina, metabolismo, imunidade e desempenho desportivo. O RED-S pode afetar atletas de ambos os sexos e de diferentes modalidades, sendo fundamental a sua identificação precoce e uma abordagem multidisciplinar para prevenção e tratamento.
Gallant et al. (2025)[26]	Revisão sistemática e meta-análise	59 estudos incluídos, envolvendo atletas de diferentes modalidades desportivas.	A baixa disponibilidade energética é frequente em atletas de diferentes modalidades e está associada a alterações da saúde óssea, função hormonal, composição corporal e desempenho desportivo. A revisão evidencia um maior risco de lesão em atletas com baixa disponibilidade energética, sendo que um dos estudos incluídos demonstrou uma maior probabilidade de interrupção do treino por lesão (OR = 9.69; IC95%: 7.90–11.9; $p < 0.001$). A identificação precoce e estratégias nutricionais adequadas são fundamentais para prevenir o *Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S)*.
Everett (2025)[27]	Revisão narrativa	-	Em atletas adolescentes, uma disponibilidade energética adequada é fundamental para suportar o crescimento, a recuperação e reduzir o risco de lesão.
Giraldo-Vallejo et al. (2023)[28]	Revisão integrativa sistemática	Atletas em processo de reabilitação de lesões musculoesqueléticas.	A evidência recomenda assegurar uma disponibilidade energética adequada durante toda a reabilitação para otimizar a recuperação funcional.
Quintero et al. (2018)[20]	Revisão narrativa	-	Evitar o défice energético é determinante para preservar a massa muscular e favorecer a regeneração do tecido lesionado.

Apêndice D: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Proteína

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Chodkowski J. (2024)[29]	Revisão narrativa	-	O consumo de proteína pós-exercício favorece a reparação tecidular, reduz a inflamação e melhor a recuperação.
Giraldo-Vallejo et al. (2023)[28]	Revisão integrativa sistemática	46 estudos envolvendo atletas com lesões musculoesqueléticas de diferentes modalidades desportivas.	Uma ingestão adequada e distribuída de proteína ao longo do dia contribui para preservar a massa muscular, estimular a síntese proteica e otimizar a recuperação de lesões musculoesqueléticas.
Quintero et al. (2018)[20]	Revisão narrativa	-	Durante a fase de reparação, o consumo ideal de proteínas (1,6–2,5 g/kg/dia, divididos em várias refeições com 20–35 g de proteína por refeição) é crucial para a manutenção da massa muscular e para reduzir a resistência anabólica do músculo esquelético.
Papadoupoulou SK. (2020)[9]	Revisão narrativa	-	A ingestão simultânea de hidratos de carbono e proteína contribui para a inibição da degradação muscular e atrofia do músculo.
Tipton KD. (2015)[23]	Revisão narrativa	-	O aumento da ingestão proteica durante a recuperação ajuda a minimizar a perda de massa muscular e promove a reparação e regeneração dos tecidos lesionados.
Smith-Ryan et al. (2020)[24]	Revisão narrativa	-	Uma ingestão proteica adequada às necessidades da recuperação, distribuída uniformemente ao longo do dia, ajuda a minimizar a perda de massa muscular e de força durante períodos de imobilização.
Everett (2025)[27]	Revisão narrativa	-	Em atletas adolescentes, uma ingestão proteica adequada é essencial para suportar o crescimento, a recuperação muscular e a adaptação ao treino, devendo ser distribuída ao longo do dia.
Khatri et al. (2021)[31]	Revisão narrativa	-	Os resultados indicaram que o colágeno é mais benéfico para melhorar a funcionalidade das articulações e reduzir a dor nas articulações.

Apêndice E: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Hidratos de Carbono

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Alcock et al. (2024)[7]	Revisão narrativa	-	Uma ingestão adequada de hidratos de carbono é essencial para satisfazer as necessidades energéticas dos atletas jovens, apoiar a recuperação e preservar a massa magra durante a reabilitação.
Papadoupoulou SK. (2020)[9]	Revisão narrativa	-	A ingestão simultânea de hidratos de carbono e proteína contribui para a inibição da degradação muscular e atrofia do músculo.
Smith-Ryan et al. (2020)[24]	Revisão narrativa	-	Os hidratos de carbono devem ser ajustados ao nível de atividade durante a recuperação, contribuindo para a manutenção das reservas de glicogénio e para a preservação da massa muscular.
Burke et al. (2017)[34]	Revisão narrativa	-	A ingestão precoce e adequada de hidratos de carbono após o exercício otimiza a ressíntese de glicogénio muscular, sendo mais eficaz quando iniciada nas primeiras horas da recuperação.
Smith et al. (2015)[33]	Revisão narrativa	-	A ingestão adequada de HC é essencial para manter os níveis de glicogénio muscular e hepático adequados, prevenindo a fadiga precoce e a diminuição da performance; Por norma, os jovens atletas não atingem as recomendações de ingestão de hidratos de carbono, o que pode comprometer a performance, a recuperação e até o crescimento, devido a uma possível baixa disponibilidade energética.

Apêndice F: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Lípidos

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Alcock et al. (2024)[7]	Revisão narrativa	-	A ingestão de gorduras saudáveis, particularmente de ácidos gordos ómega-3, pode contribuir para a modulação da inflamação e favorecer a recuperação musculoesquelética.
Papadopoulou SK. (2020)[9]	Revisão narrativa	-	Os lípidos, sobretudo o ómega-3, contribuem para a modulação da inflamação e podem favorecer a recuperação tecidular.
Giraldo-Vallejo et al. (2023)[28]	Revisão integrativa sistemática	46 estudos envolvendo atletas com lesões musculoesqueléticas de diferentes modalidades desportivas.	Os lípidos, especialmente o ómega-3, assumem um papel importante na modulação da inflamação e na otimização do processo de recuperação de lesões musculoesqueléticas em atletas.
Smith-Ryan et al. (2020)[24]	Revisão narrativa	-	A ingestão de lípidos deve ser adequada, privilegiando fontes de gordura insaturada e evitando restrições excessivas durante a recuperação de lesões.
Tristan et al. (2023)[35]	Revisão narrativa	-	Um elevado consumo de alimentos ultraprocessados, ricos em gorduras saturadas e trans, está associado a inflamação crónica de baixo grau, podendo comprometer a saúde e a recuperação.
Quintero et al. (2018)[20]	Revisão narrativa	-	Os antioxidantes e os ácidos gordos ómega-3, obtidos através da alimentação, podem reduzir o stress oxidativo e modular a resposta inflamatória, favorecendo a recuperação muscular.
Everett (2025)[27]	Revisão narrativa	-	Os lípidos são essenciais para o crescimento, a produção hormonal e a absorção de vitaminas lipossolúveis, devendo privilegiar-se fontes de gordura insaturada.
Jäger et al. (2025)[36]	Revisão baseada em evidência	-	Os ácidos gordos ómega-3 (EPA e DHA) exercem um efeito anti-inflamatório relevante, podendo contribuir para a recuperação muscular, redução da dor e suporte da saúde em geral, quando em contextos de stress fisiológico.
Niseteo et al. (2024)[37]	Revisão sistemática	52 crianças (1–8 anos) com dermatite atópica moderada a grave	A suplementação com ácidos gordos ómega-3 pode melhorar a inflamação cutânea e alguns sintomas clínicos da dermatite atópica, embora os resultados entre estudos sejam heterogéneos e ainda não totalmente conclusivos.

Apêndice G: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Vitamina D

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Chodkowski J. (2024)[29]	Revisão narrativa	-	A manutenção de níveis adequados de vitamina D contribui para a saúde músculo-esquelética, podendo favorecer a prevenção de lesões e a recuperação.
Braga et al. (2017)[39]	Estudo experimental *in vitro*	Células satélite do músculo esquelético de ratos C57BL/6 machos.	A vitamina D promove a diferenciação de células estaminais musculares, sugerindo um papel na regeneração e reparação do tecido muscular.
Karpouzos et al. (2017)[40]	Revisão narrativa	-	A vitamina D é essencial para a saúde óssea e para o processo de consolidação das fraturas, sobretudo quando existe défice.
Heaton et al. (2017)[41]	Overview prático	-	A correção de défices de vitamina D pode favorecer a recuperação, embora a suplementação apenas seja recomendada quando existe insuficiência ou défice.
Ip et al. (2022)[42]	Revisão narrativa	-	O défice de vitamina D é frequente em atletas e pode afetar a função muscular, imunidade e risco de lesões, sendo recomendada a monitorização regular e a intervenção nutricional quando necessário.
De Zan et al. (2025)[43]	Revisão narrativa	-	A suplementação com vitamina D deve ser individualizada e baseada na avaliação do estado nutricional, evitando a utilização indiscriminada em jovens atletas.
Byers et al. (2020)[44]	Revisão narrativa	-	A vitamina D desempenha um papel importante na função muscular, sendo que a deficiência neste micronutriente pode comprometer a força e o desempenho desportivo. A suplementação pode ser benéfica em indivíduos com deficiência nesta vitamina.

Apêndice H: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Vitamina C

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Chodkowski J. (2024)[29]	Revisão narrativa	-	Uma ingestão adequada de vitamina C favorece a cicatrização dos tecidos e a recuperação, devido ao seu papel na síntese de colagénio e na ação antioxidante.
Alcock et al. (2024)[7]	Revisão narrativa	-	A vitamina C contribui para a síntese de colagénio e pode apoiar a reparação dos tecidos e a recuperação de lesões musculoesqueléticas.
Tipton KD. (2015[23])	Revisão narrativa	-	A vitamina C pode apoiar a reparação dos tecidos, embora a evidência sobre a suplementação seja limitada e a prioridade deva ser uma alimentação equilibrada.
Yavari et al. (2015)[45]	Revisão narrativa	-	A vitamina C, enquanto antioxidante, pode contribuir para reduzir o stress oxidativo induzido pelo exercício e apoiar a recuperação.
Quintero et al. (2018)[20]	Revisão narrativa	-	A vitamina C pode contribuir para reduzir o stress oxidativo e favorecer a reparação dos tecidos, sendo preferível a sua obtenção através da alimentação.

Apêndice I: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Ferro

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Chodkowski J. (2024)[29]	Revisão narrativa	-	A deficiência de ferro pode comprometer a recuperação e o desempenho físico, sendo importante garantir uma ingestão adequada através da alimentação.
Alcock et al. (2024)[7]	Revisão narrativa	-	A manutenção de um adequado estado de ferro é fundamental para o transporte de oxigénio, a produção de energia e a recuperação em atletas jovens.
Solberg et al. (2023)[47]	Revisão narrativa	-	A deficiência de ferro reduz a capacidade aeróbia e o desempenho físico; a suplementação é benéfica apenas quando existe deficiência ou insuficiência documentada.
IOM (2001)[48]	Relatório técnico	-	O ferro é um micronutriente essencial para a formação de hemoglobina, transporte de oxigénio e metabolismo energético, sendo necessário assegurar uma ingestão adequada para prevenir deficiências. Com recomendações: 11mg/dia (rapazes 14-18 anos) e 15mg/dia (raparigas 14 aos 18 anos).
Papadopoulou et al. (2022)	Revisão narrativa	-	A manutenção de níveis adequados de ferro favorece o transporte de oxigénio e pode contribuir para otimizar a recuperação e o desempenho após lesão.

Apêndice J: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Cálcio

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Chodkowski J. (2024)[29]	Revisão narrativa	-	Uma ingestão adequada de cálcio é fundamental para a saúde óssea, a função muscular e a recuperação após lesão.
De Zan et al. (2025)[43]	Revisão narrativa	-	Em atletas jovens, deve ser assegurada uma ingestão adequada de cálcio para suportar o crescimento, a saúde óssea e a prevenção de lesões, reservando a suplementação para situações justificadas.
Tipton KD. (2015[23])	Revisão narrativa	-	A manutenção de um adequado estado nutricional, incluindo uma ingestão suficiente de cálcio, pode favorecer a recuperação de lesões ósseas, embora a evidência sobre a suplementação isolada seja limitada.
IOM (2011)[49]	Relatório técnico	-	O cálcio é essencial para a mineralização óssea e para a manutenção da saúde do esqueleto, sendo importante garantir uma ingestão adequada ao longo de todas as fases da vida. A ingestão recomendada de cálcio em adolescentes é de 1300 mg/dia.

Apêndice K: Caracterização dos estudos incluídos sobre o papel da nutrição na recuperação da lesão: Hidratação

Estudo	Tipo de estudo	População	Principais conclusões
Chodkowski J. (2024)[29]	Revisão narrativa	-	A manutenção de um adequado estado de hidratação é fundamental para promover a recuperação dos tecidos, apoiar a função muscular e otimizar o desempenho físico.
Ousey et al. (2016)[51]	Revisão narrativa	-	Uma hidratação adequada influência positivamente a função celular, o transporte de nutrientes e regeneração tecidular, sendo um fator crítico durante a recuperação.
Sawka et al. (2007)[52]	Consenso científico	-	A reposição adequada de fluídos antes, durante e após o exercício é essencial para manter a performance desportiva, prevenir a desidratação e otimizar a termorregulação e recuperação fisiológica.
López-Torres et al. (2023)[53]	Revisão sistemática e meta-análise	31 estudos envolvendo atletas e adultos fisicamente ativos.	A desidratação compromete o desempenho desportivo e a recuperação; Estratégias adequadas de hidratação melhoram a função fisiológica e a recuperação pós-exercício. A desidratação e, sobretudo, a hipertermia comprometem a recuperação do glicogénio muscular, sendo o efeito da hipertermia estatisticamente significativo ($p = 0.003$).
Desbrow (2021)[54]	Revisão narrativa	-	A nutrição adequada, incluindo a hidratação, é essencial para o crescimento, desenvolvimento e desempenho de jovens atletas, devendo ser adaptada às necessidades individuais.
Suppiah et al. (2021)[55]	Análise observacional	101 atletas adolescentes de alto rendimento (12 aos 18 anos)	As necessidades de hidratação e de reposição de fluidos variam entre jovens atletas, sendo necessária uma estratégia individualizada para otimizar o desempenho e a recuperação.

