4.2 Estratégias

4.2.1 Diferentes fases da recuperação de lesões

"As intervenções nutricionais devem ser adequadas às diferentes fases do processo de recuperação para otimizar o processo curativo" (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey).

Os estágios no processo de recuperação são:

Fase de lesão
Fase aguda/inflamatória
Fase de reparação/regeneração
Fase de remodelagem

(Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey) *(Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey)*

A fase da lesão é quando a lesão acabou de ocorrer e os músculos ou ligamentos estão danificados. Isso faz com que os capilares sanguíneos que passam por eles também sejam quebrados e danificados, e que o sangue seja liberado para dentro e ao redor da área danificada. A primeira ação de reflexo, que dura de alguns segundos até 10 minutos, devido aos danos e à dor na área danificada, envolve a vasoconstrição, ou seja, estreitando os vasos sanguíneos para ajudar a reduzir a perda de tempo dos vasos danificados. Os danos aos vasos sanguíneos impedem que o sangue novo chegue aos tecidos musculares, evitando, assim, que o oxigênio e os nutrientes cheguem aos músculos e células. O resultado disso é que as células começam a morrer pela privação de oxigênio. Se a pessoa continuar se exercitando, a taxa de morte do tecido vai aumentar, porque a demanda por oxigênio será alta. ("The 4 Stages of Injury Management & Treatment" n.d., https://bit.ly/2BmkPzG).

Após a fase de lesão, começam os processos de recuperação. A partir desta perspectiva, a recuperação das lesões pode ser dividida em duas fases: a fase aguda ou de imobilização e a fase de recuperação funcional (reabilitação e retreinamento/recondicionamento). Durante as fases iniciais,

perda muscular e atrofia são comumente observadas, e existe o risco de aumento de massa da gordura corporal como resultado da ingestão excessiva de energia. A recuperação também pode ser prejudicada pela ingestão insuficiente de energia.

Fase aguda da lesão

Lesões musculares implicam

> ruptura e necrose das miofibras. Forma-se um hematoma e células inflamatórias invadem sem barreiras o local da lesão, visto que os vasos sanguíneos estão rompidos. As células inflamatórias mais abundantes são os leucócitos polimorfonucleares, que são substituídos por monócitos logo após algumas horas da lesão. Ao final, tais células se transformam em macrófagos, que removem as miofibras necrosadas via fagocitose, mas que também produzem, além de fibroblastos, sinais quimiotáticos como citocinas, quimiocinas e fatores do crescimento. A matriz extracelular (ECM) também contém fatores de crescimento que se tornam ativos quando algum tecido é danificado. (Baoge et al., 2012, https://bit.ly/2BHGwdA).

A fase aguda da lesão é caracterizada pela presença da inflamação, que age como sinal para iniciar o reparo. Todavia, acredita-se que inflamação excessiva causa mais prejuízos do que benefícios, então é normalmente sugerido que esta seja gerenciada como parte do tratamento na fase inicial.

Reparação/Regeneração

Regenerar e curar um machucado leva tempo, e alguns levam significativamente mais tempo do que outros. Geralmente, uma parte do corpo (normalmente um membro) precisa ser imobilizado e não pode ser submetido a cargas. Por outro lado, isso costuma significar que o gasto energético diário é radicalmente reduzido. Exercícios se concentram em grupos musculares sadios.

O risco dessa fase, em que o gasto energético é geralmente menor e há inevitavelmente alguma perda de massa muscular, é gerenciar a ingestão de energia e minimizar a perda de músculos. É importante notar que as duas primeiras semanas após uma imobilização geram uma maior perda relativa de massa muscular (Wall e van Loon, 2013)

"A ingestão energética diária precisa ser ajustada às necessidades atuais. É importante notar que algumas lesões relacionadas a estresse metabólico

requerem um aumento nos requisitos energéticos, como fraturas ósseas ou andar com muletas" (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey). Recomenda-se, então, monitorar cuidadosamente o gasto e a ingestão energética a fim de manter o equilíbrio. Um desequilíbrio negativo causa uma recuperação inadequada (principalmente por reduzir a síntese de proteína); já um desequilíbrio positivo gera depósitos de gordura desnecessários e ganho de peso.

Fase de remodelagem e recuperação funcional

"A fase de remodelagem, a última no processo de cura, ocorre aproximadamente de 3 semanas a 1 ano após a lesão" ("The 4 Stages of Injury Management & Treatment", n.d., https://bit.ly/2DR5j0i). Durante a fase de imobilização ou uso reduzido, a perda muscular causa força e função reduzidas, além de diferenciações entre membro esquerdo e direito. Na fase de recuperação funcional, é preciso recuperar músculos e função. Esta fase é então caracterizada por uma hipertrofia progressiva e pela recuperação funcional, envolvendo um retorno progressivo ao antigo nível do atleta. O maior gasto de energia, à medida em que volume e intensidade do treino aumento, requer um acréscimo na ingestão diária de carboidratos para cerca de 3 a 5 g de carboidrato/kg MC. O foco deve permanecer a ingestão de proteína.

4.2.2 Gerenciar o equilíbrio energético e o peso corporal

A ingestão energética do jogador deve ser compatível com os requisitos diários e com a fase da recuperação. O gasto energético no futebol é de cerca de 1.000 a 1.500 Kcal para uma partida de 90 minutos, dependendo da posição, tática, além da massa e composição corporal do jogador. O gasto energético diário médio de um jogador de futebol de elite é cerca de 3.500 Kcal (Anderson et al., 2017). As demandas energéticas do treino variam segundo tipo, duração e intensidade; mas o gasto de uma sessão de treno típica é menor do que o de uma partida. A quantidade de energia necessária também depende da massa magra corporal (em kg) do jogador específico, pois jogadores mais musculosos usam mais energia. Obviamente, os gastos energéticos mudam também durante lesões e inatividade relativa.

Durante tais períodos relativos de inatividade, é importante evitar ganhos significativos de peso, mas, ao mesmo tempo, é necessário evitar o desequilíbrio energético negativo a fim de prevenir a desaceleração do processo de cura do ferimento e a perda muscular em decorrência de exacerbações (Biolo et al., 2007). É importante monitorar o peso e a composição corporal. Recomenda-se medir regularmente o peso corporal a fim de registrar alterações ao longo do tempo, pois observar as medidas regulares e as tendências, em vez de valores individuais, ajuda a ver quando o peso começa a subir. Obviamente, alterações no nível de água pode causar alterações rápidas no peso corporal. Caso se use medidas individuais, é impossível tirar conclusões significativas. A mudança observada pode ser o resultado de uma alteração na composição e gordura corporal, mas também pode ser simplesmente retenção de água.

Para gerenciar o equilíbrio energético, especialmente para jogadores com tendência de ganho de peso, recomenda-se medi-lo o mais precisamente possível. Medir a ingestão de alimentos, bem como as atividades diárias, além de estimar a taxa metabólica em repouso, pode ser feito com equações existentes ou calorimetria indireta (ventilação encoberta).

Existem muitas equações que podem ser usadas para estimar a taxa metabólica durante o repouso, sendo a equação de Harris e Benedict provavelmente a usada com mais frequência. Essa equação foi desenvolvida em 1918 e foi modificada desde então por vários autores:

As equações de Harris-Benedict revisadas por Roza e Shizgal em 1984.

Tabela 2: Equações de Harris-Benedict

Homens	TMB = 88,362 + (13,397 × peso em kg) + (4,799 × altura em cm) - (5,677 × idade em anos)
Mulheres	TMB = 447,593 + (9,247 × peso em kg) + (3,098 × altura em cm) - (4,330 × idade em anos)

Fonte: revisado por Rosa e Shizgal, 1984.

O intervalo de confiança de 95% para homens é ± 213,0 Kcal/dia, ± 201,0 Kcal/dia para mulheres, o que significa a possibilidade de erros nas medidas está na faixa de 200 Kcal/dia.

Ao usar tais equações, é importante notar que, após lesões, o gasto energético pode aumentar de 15% a 50%, dependendo da gravidade (Frankenfield, 2006). Se a taxa metabólica em repouso (RMR, em inglês) for indicada via calorimetria indireta, obviamente, qualquer acréscimo nos gastos energéticos em decorrência da lesão estará incluído na medida.

O efeito térmico do exercício (aumento no gasto energético decorrente de atividade física) deve ser acrescido ao RMR a fim de obter uma quantia mais precisa do gasto total, o que pode ser estimado via rastreadores de atividade ou registro manual e usando tabelas de gasto energético de diferentes atividades. Tais medidas ou estimativas incluem mais um erro no gasto energético calculado.

A ingestão energética deve ser registrada com um diário da alimentação ou diretamente em um aplicativo de nutrição. Alguns aplicativos podem ser de fácil uso para jogadores, mas devem ser alvo de cautela, pois alguns contam com informações nutricionais imprecisas ou incompletas sobre alguns alimentos. Mesmo se for usada uma ferramenta precisa, sabe-se que os atletas costumam relatar ingestão energética menor do que a realidade, o que gera um erro na faixa de 10% a 15%. Ao interpretar os dados, é importante entender as limitações e erros das medidas. Se usados com cautela, tais métodos podem ajudar a orientar a ingestão de alimentos durante períodos de menor atividade ou inatividade, e evitar ganhos excessivos de peso ou perda de massa muscular.

Da mesma forma, é também importante notar que baixas ingestões energéticas diárias, quando as calorias não são consumidas via múltiplos tipos de alimentos, geralmente são pobres em termos nutritivos. Energia insuficiente combinada com escolhas alimentares ruins aumenta o risco do desenvolvimento de deficiências em uma variedade de micronutrientes (vitamina C e D, ferro, cálcio, magnésio, zinco etc.). Como será demonstrado, a concentração de vitamina D já costuma ser baixa para a maioria dos jogadores de futebol de elite durante os meses de inverno (<30 ng/ml) (Morton et al., 2012), o que pode ser ainda pior se o consumo de vitamina D foi baixo, pois baixos níveis dessa vitamina afetam especialmente o metabolismo ósseo, mas também estão associadas a alterações na força e

na composição muscular. Assim, o nível de vitamina D deve ser considerado durante o processo de recuperação (Owens et al., 2017). Suplementos multivitamínicos/minerais podem ser uma boa ideia durante períodos de consumo limitado de energia.

4.2.3 Gerenciar inflamações e a síntese de proteínas via nutrição

> O processo de síntese proteica como resposta a carga de exercícios dos tecidos inclui três etapas principais: destruição/inflamação, reparação e remodelagem. Durante a primeira etapa após uma lesão, origina-se uma resposta inflamatória que dá início à ativação de vários processos essenciais à cura completa. Essa inflamação pode durar algumas horas ou até vários dias, segundo o tipo e a gravidade da lesão (Lin, Kotani, e Lowry, 1998). Embora inflamação em excesso possa ser contraproducente à cura, a resposta inflamatória é importante (Lin et al., 1998). Lesões induzidas por exercícios físicos, especialmente em atletas em geral sadios, não costumam ser graves o suficiente para que deles se origine um problema de inflamação descontrolada (Lin et al., 1998). Assim, intervenções nutricionais direcionadas a reduzir inflamações nem sempre são uma boa ideia. É importante, então, considerar cuidadosamente a abordagem adequada de gerenciamento de inflamação para possibilitar uma recuperação ideal. (Tipton, 2015, https://bit.ly/2QqmuMZ).

Perfis de lipídios desfavoráveis (pró-inflamatórios) devido a excesso de gordura trans, gordura saturada e omega-6 de óleos vegetais devem ser evitados. Na verdade, encoraja-se que os jogadores consumam óleo de peixe como fonte de omega-3. Recentemente, estudos intrigantes forneceram evidências de que a suplementação prolongada com ácidos graxos ômega 3 derivados de óleo de peixe pode aprimorar a resposta da síntese de proteínas musculares na gestão de aminoácidos em jovens saudáveis (McGlory et al., 2016; Smith et al., 2011). Nessas pesquisas, os participantes receberam suplementos de 4 g de omega 3 de óleo de peixe por dia, durante 8 semanas. O resultado foi um aumento substancial da síntese de proteínas musculares para a gestão de aminoácidos. O mecanismo responsável por tal efeito ainda precisa ser esclarecido, pois não parece estar relacionado às propriedades anti-inflamatórias de ácidos graxos do tipo omega 3. Na verdade, os autores sugerem que suplementações com tais ácidos graxos podem sensibilizar o mTOR/P70S6K, sinalizando um caminho para o estímulo por aminoácidos. Dessa forma, a ingestão de omega 3, combinada com a de proteínas e talvez HMB, pode ser eficiente para manter a massa muscular (McGlory et al., 2016; Smith et al., 2011).

Durante a fase aguda, recomenda-se o consumo de até 2 g/kg MC de proteína (Tipton, 2010). "Os requisitos de proteína podem ser cumpridos seja ingerindo alimentos, seja suplementos ricos em proteína de alto valor

biológico, em intervalos regulares ao longo do dia (dose fracionada de 25 a 30 g). Nossa estratégia é a ingestão" (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey) de fontes de proteína de alta qualidade, ricas em leucina, entre refeições no meio da manhã e da tarde.

Além da proteína do soro de leite, também é possível a ingestão de várias fontes proteicas, como bacalhau e proteínas vegetais.

> Embora não se acredite que aminoácidos não essenciais sejam importantes para a regulação da síntese proteica, estudos indicam que alguns deles podem manipular o metabolismo proteico muscular durante condições (crônica e leve) de inflamação ou estresse oxidativo (Domingues-Faria, Vasson, Goncalves-Mendes, Boirie, e Walrand, 2016). Por exemplo, acredita-se que a glicina module a produção de citocinas inflamatórias, reduzindo assim o impacto negativo de tais moléculas no metabolismo proteico (Roth et al., 2003; Wheeler et al., 1999). (Jeukendrup & Gleeson, 2018, https://bit.ly/2Dw94bn).

Recomenda-se também consumir proteínas antes de dormir, caso em que 30g a 40 g de caseína, que libera proteína lentamente, é uma boa escolha (Trommelen et al., 2016; Trommelen e van Loon, 2016). A recomendação de ingestão de gorduras deve se concentrar em alimentos ricos em ômega 3, como peixes oleosos, frutos de casca dura secos, azeite de oliva e abacate, e a ingestão excessiva de ômega 6 deve ser controlada, sempre que possível, bem como outras fontes de gordura saturada. Como comentado acima, a suplementação com ômega 3 em doses de 4 a 5 gramas por dia pode ser útil, ainda que existam provas relativamente limitadas a respeito.

"Na perspectiva da nutrição, o uso de suplementos como leucina podem atenuar parcialmente a redução da síntese de proteínas musculares por meio da ativação de mTOR (Jeukendrup, A., & Gleeson, 2018. https://bit.ly/2Dw94bn).

> Os alimentos também oferecem uma boa fonte de leucina. Por exemplo, 3 g de leucina podem ser encontrados em 25 a 30 g de proteína do soro de leite, em 140 g de frango ou em 170 g de peixe. Também relata-se que a ingestão de 3 g de catabólito da leucina, o beta-hidróxi beta-metilbutirato (HMB, em inglês), é um suplemento eficiente na ativação da síntese de proteínas musculares (Molfino, Gioia, Rossi Fanelli, e Muscaritoli, 2013), embora uma meta-análise recente tenha encontrado nenhum efeito da suplementação com HMB na

força e composição corporal em atletas treinados e competitivos (Sanchez-Martinez, Santos-Lozano, Garcia-Hermoso, Sadarangani, e Cristi-Montero, 2018). (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey).

Gelatina e colágeno hidrolisado

Pesquisas *in vitro* demonstram que fornecer vitamina C ao aminoácido prolina incrementa a síntese de colágeno (Paxton, Grover, e Baar, 2010). Um estudo "mostrou que aumentar a ingestão de glicina melhorou a mecânica do tendão de Aquiles após uma lesão" (Vieira et al., 2015, https://bit.ly/2E4TaWE).

Outro estudo conduzido pelos mesmos autores (Vieira et al., 2018) "indicou que as moléculas envolvidas no processo de remodelagem da matriz extracelular são moduladas tanto por TNF-α quanto pela disponibilidade de precursores de colágeno". Os autores sugerem que a glicina pode ser útil no tratamento de inflamações e para modular o metabolismo de células dos tendões. (Vieira et al., 2018, https://bit.ly/2E4TaWE).

Usando um modelo de ligamentos feitos com tecido, Baar e seus colaboradores demonstraram que os aminoácidos que podem ser encontrados em maiores quantidades de colágeno (prolina, hidroxiprolina e hidroxilisina) combinado à vitamina C podem melhorar a síntese de colágeno (Paxton et al., 2010). O efeito da vitamina C não é surpreendente, considerando que sua deficiência resulta em escorbuto, uma doença caracterizada pela perda de colágeno. A vitamina C age em tecidos conjuntivos como um cofator essencial para a prolil 4-hidroxilase, uma enzima necessária para a hidroxilação da prolina e para a síntese e secreção de pró-colágeno (Peterkofsky, 1991). No modelo criado por Baar e outros, mostra-se que os aminoácidos glicina, prolina, lisina, hidroxilisina e hidroxiprolina têm um efeito positivo na síntese de colágeno. Curiosamente, os mesmos aminoácidos são usados para enriquecer gelatina, que geralmente é feita da pele, tendões e ligamentos de vacas ou porcos. Assim, os autores ofereceram gelatina como alimento para participantes de modo a estudar a reposta da produção de colágeno e o retorno às atividades esportivas após lesões. Os resultados considerados em conjunto sugerem que uma intervenção nutricional que aumente os componentes aminoácidos do colágeno e o cofator vitamina C podem

aprimorar a síntese de colágeno, mas um estudo com atletas foi feito apenas recentemente. (Baar, 2017, https://bit.ly/2JJimUV).

Nesse estudo, exercícios intermitentes foram combinados com o consumo de gelatina: uma fonte alimentícia de aminoácidos enriquecida com colágeno (Shaw, Lee-Barthel, Ross, Wang, e Baar, 2017). Nesse estudo aleatório elaborado com estratégia dupla cega e cruzada, os participantes consumiram ou placebo, 5 ou 15 gramas de gelatina em suco enriquecido com ~500 ml de vitamina C (~50 mg) e foi determinada a taxa de surgimento de aminoácidos e a produção de colágeno ao longo das primeiras 4 horas posteriores à intervenção. A fim de incrementar a síntese de colágeno, os participantes pularam corda por 6 minutos uma hora depois de tomar o suplemento, exercício que, de maneira consistente com a importância de períodos curtos de carga na síntese de colágeno, dobrou a síntese no grupo que ingeriu o placebo e no que ingeriu a gelatina com 5 g. (Jeukendrup, 2017, https://bit.ly/2JJimUV).

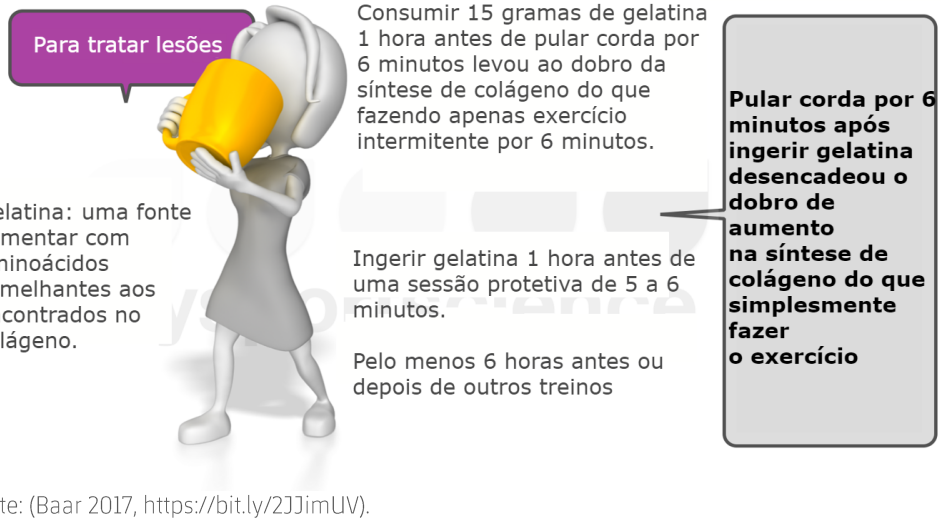
Entretanto, quanto os participantes consumiram a carga maior de gelatina (15 g), quadruplicou-se a síntese de colágeno com a mesma carga de exercício.

Isso significa que os jogadores podem acrescentar uma sessão protetiva de 5 minutos uma hora após consumir a gelatina e pelo menos 6 horas após outros treinos com o objetivo de aprimorar a saúde de ossos, cartilagens, tendões e ligamentos, bem como evitar lesões ou acelerar o retorno à atividade esportiva. Essa área de pesquisa é instigante e tem se expandido rapidamente, prometendo melhorar o desempenho e minimizar lesões à medida que sabemos mais sobre a ECM. (Baar 2017, https://bit.ly/2JJimUV).

Essa intervenção pode ter grande relevância para as populações que contam com alto nível de incidência de lesões nos ligamentos, como jogadoras do sexo feminino.

Figura 1: Como usar gelatinas para promover a síntese de colágeno

Como usar gelatinas para promover a síntese de colágeno



Fonte: (Baar 2017, https://bit.ly/2JJimUV).

4.2.4 Outros suplementos, estudo de caso e resumo

Concussão

Até hoje, há poucas evidências sobre intervenções nutricionais e concussões. Não é surpresa, entretanto, de que com a atenção crescente em relação à concussão, um novo setor esteja se desenvolvendo com uma gama de suplementos voltados a prevenir os efeitos negativos dessa patologia. Intervenções nutricionais em resposta a concussões têm por base resultados de estudos com roedores, que forneceram compostos anti-inflamatórios e antioxidantes (Tipton, 2015), além de pesquisas mais recentes que se debruçaram sobre os processos de remodelagem e restauração de funções cognitivas de longo prazo (Pu et al., 2017).

> Com base na literatura disponível, não é possível chegar a conclusões para sugerir diretrizes nutricionais firmes. Embora vários suplementos tenham sido analisados, os principais componentes atualmente investigados e de interesse são ácidos graxos ômega 3 e a creatina (Ashbaugh & McGrew, 2016), visto que a ingestão de altas doses de ômega 3 pode melhorar os resultados de curto prazo após concussões. (Lewis, 2016, https://bit.ly/2KlT5hg).

É possível consegui-lo via crescimento e ramificação incrementada de neurites, além da subsequente sinaptogênese que leva a uma função sináptica aprimorada, e melhorado reparo neuronal após lesões na cabeça (Kim e Spector, 2013). Ademais, a suplementação com ácidos graxos do tipo ômega 3 antes prévia à incidência de concussão pode servir de proteção contra a plasticidade reduzida dos neurônios a limitação do aprendizado (Wu, Ying, e Gomez-Pinilla, 2011). "Observou-se que o consumo de ácidos graxos ômega 3 normaliza os níveis de proteínas associadas à função do circuito neuronal e controle de locomoção após a ocorrência de concussões" (Wu et al., 2011, https://bit.ly/2S2oCI0).

Suplementos com creatina podem melhorar a energética cerebral (Pan e Takahashi, 2007). Isso pode levar a uma melhora na cognição, comunicação, autocuidado, personalidade e no comportamento; além de redução significativa de sintomas como dores de cabeça, tonteira e fadiga (Sakellaris et al., 2008). No entanto, a pesquisa é limitada e mais estudos são necessários em populações relevantes a fim de se propor recomendações concretas.

Creatina

A suplementação com creatina é muitas vezes sugerida como algo que poderia ajudar na recuperação de lesões, especialmente musculares (Tipton, 2010). Um dos principais benefícios sugeridos é que isso pode auxiliar na manutenção da massa muscular.

No entanto, foi descoberto recentemente que a carga de creatina não é eficaz na preservação da massa muscular durante a imobilização (Backx et al., 2017). Após um período de imobilização, a creatina pode melhorar a recuperação da massa muscular (Hespel et al., 2001; Op 't Eijnde, Urso, Richter, Greenhaff, e Hespel, 2001). Este teste de metodologia dupla cega foi executado com voluntários sadios e jovens (n = 22). "Foi usado um gesso para imobilizar a perna direita por 2 semanas. Após esse período, o participante executou um programa de reabilitação de extensão do joelho (3 sessões por semana, por 10 semanas)" (Hespel et al., 2001, https://bit.ly/2PboVhI).

> O grupo foi dividido em dois: uma metade dos participantes recebeu creatina mono-hidratada (CR; com carga de 20 g por dia, seguida de uma dose de manutenção de 5 g diária); a outra ingeriu placebos (P; maltodextrina). Antes e depois da imobilização, bem como após 3 e 10 semanas de reabilitação, a seção transversal do músculo do quadríceps foi analisada por ressonância magnética e um dinamômetro isocinético foi usado para medir a potência de extensão máxima do joelho]. A imobilização reduziu a musculatura da seção transversal do quadríceps em 10% e a potência em 25% em ambos os grupos. Durante a reabilitação, a seção transversal e a potência se recuperaram em ritmo mais intenso com a creatina do que com o placebo. (Hespel et al., 2001, https://bit.ly/2PboVhI).

Os autores "concluíram que o suplemento oral de creatina estimula a hipertrofia muscular durante treinos de reabilitação de força. Esse efeito pode ser mediado por alterações induzidas pela creatina na MRF4 e na expressão da miogenina" (Hespel et al., 2001, https://bit.ly/2PboVhI). Uma maneira fácil de obter esse efeito é incorporal a creatina a vitaminas ou bebidas proteicas ingeridas pelos jogadores.

A creatina não é capaz de manter a massa muscular durante a imobilização, mas ajuda em uma recuperação mais rápida durante a reabilitação.

Muitos aspectos desempenham papéis na recuperação de lesões: o processo de cura precisa ser verificado, é preciso decidir obre tratamentos, as cargas devem ser adequadas, a nutrição precisa ser otimizada etc. Assim, lesões requerem uma abordagem interdisciplinar a fim de garantir que quaisquer modificações à dieta sejam adequadas para a classificação do ferimento (Valle et al., 2017) de que metas e intervenções estejam bem alinhadas. A comunicação frequente entre membros das várias disciplinas lidando com o tratamento de um jogador lesionado é essencial.

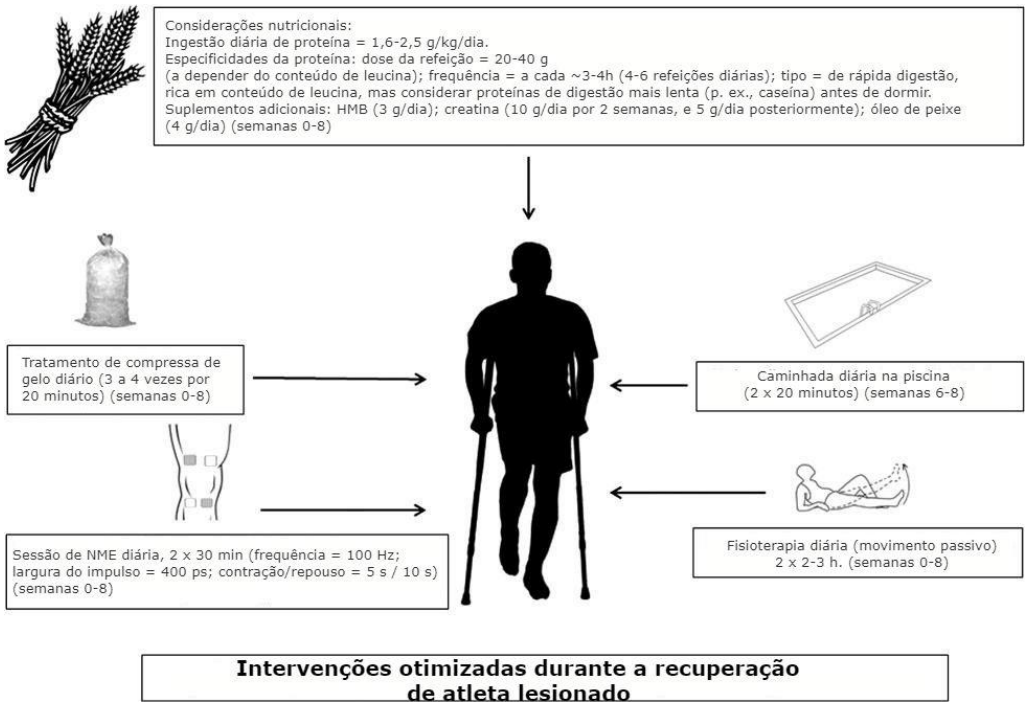
Um estudo de caso publicado em 2014 analisou a perda e o ganho muscular de um jogador profissional de elite em resposta a uma lesão do ligamento cruzado anterior. Importante é dizer que o estudo de caso descreve as práticas nutritivas que complementarem as fases apropriadas de retorno às atividades esportivas (Milsom, Barreira, Burgess, Iqbal, e Morton, 2014).

> O estudo de caso se debruçou sobre um jogador de futebol profissional da Premier League inglesa e descreve atrofia e hipertrofia musculares (como avaliadas pelo DXA) durante a imobilização e reabilitação após a lesão no LCA (Milsom, Barreira, Burgess, Iqbal, & Morton, 2014). Durante 8 semanas de inatividade e imobilização, o atleta cumpriu a dieta pobre em carboidrato e rica em proteína. A massa corporal total diminui em 5 kg, atribuíveis a 5,8 kg de perda e 0,8 kg de ganho de massa magra e gordura, respectivamente. Alterações na massa magra do corpo totalmente considerado foram atribuídas à redução relativa e comparável no troco (12%, 3,8 kg) e membro imobilizado (13%, 1,4 kg), ao passo que o membro não imobilizado exibiu declínio menor (7%, 0,8 kg). Entre as semanas 8 e 24, os atletas cumpriram uma dieta de ingestão moderada de carboidrato e rica em proteína combinada com treinos estruturados de resistência e de campo direcionados a ambas as extremidades do corpo, o que levou à hipertrofia muscular em todo o corpo (variando de 0,5 a 1 kg por semana). A hipertrofia local foi especialmente acentuada no tronco e no membro não imobilizado durante as semanas 8 a 12 (2,6 kg) e de 13 a 16 (1,3 kg), respectivamente, ao passo que o membro anteriormente imobilizado exibiu aumentos mais lentos embora progressivos na massa magra da semana 12 a 24 (1,2 kg). O atleta exibiu, após a totalidade do período de lesão, um perfil antropométrico e físico aprimorado. (Milsom et al., 2014, https://bit.ly/2qWZ0R5).

Em análise mais recente, uma estratégia similar foi usada, mas em combinação com outras técnicas como estímulo elétrico neuromuscular

(NME em inglês) para atenuar a atrofia muscular. Os autores perceberam que, embora as recomendações proteicas estejam especificadas, é mais provável que os requisitos de carboidrato e gordura sejam únicos para cada cenário, a depender da taxa metabólica em repouso e o nível diário de atividade do indivíduo, além do desejo deste de minimizar ganhos de gordura.

Figura 2: Possíveis abordagens para limitar a perda muscular de um atleta lesionado



Fonte: Wall, 2015, https://bit.ly/2pL7Ory

Um esquema de representação das possíveis abordagens para limitar a perda muscular em um atleta lesionado com base em iniciativas atuais e evidências recentes, as quais desenvolveram a compreensão de como a nutrição e estímulos elétricos neuromusculares podem ser aplicados para atenuar a atrofia. (Wall, 2015).

Resumo

Resumidamente, "as demandas direcionadas a jogadores profissionais têm crescido em decorrência de cronogramas cada vez mais movimentados e períodos mais curtos de recuperação entre treinos e partidas competitivas" (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey), do que resulta um aumento no risco de lesões. Uma alimentação apropriada deve ser adotada na vida diária e durante exercícios para evitar a ocorrência de fadiga. Estratégias de recuperação geralmente são usadas para recupera desempenho mais

rápido e reduzir o risco de lesões. A avaliação da composição corporal "é importante para jogadores de elite. A gordura abdominal é um bom preditor de lesões musculoesqueletais e pode ser usada como ferramenta de monitoramento durante a recuperação após lesões". (Medina et al., 2014, https://goo.gl/o9oaey).

A nutrição está entre as estratégias mais importantes em esportes profissionais. Intervenções para recuperação devem focar ingestão energética adequada que atenda às necessidades de macro e micronutrientes por meio de alimentos e suplementação apropriada. Durante períodos de lesão, a síntese de proteínas musculares é reduzida pela inatividade e, consequentemente, o músculo deve ser estimulado em conjunto com a ingestão de quantidades apropriadas de proteína com alto valor biológico. Durante a recuperação das lesões, os princípios nutricionais não são muito diferentes daqueles usados para otimizar a síntese proteica nos músculos. Dessa forma, as recomendações de ingestão de proteína são semelhantes às indicadas para jogadores saudáveis. No entanto, é importante considerar a ingestão energética total em relação ao gasto energético. Finalmente, reconhece-se que lesões musculoesqueletais graves e cirurgias também estão associadas a desafios psicológicos significativos para os jogadores. Logo, após uma lesão, uma abordagem multidisciplinar que inclua nutrição é necessária para o cuidado clínico e o apoio de jogadores de futebol.

Referências

Advanced Solutions International (2018). *Soccer Injuries | Soccer Injury Prevention & Treatment*.

Anderson, L., Orme, P., Naughton, R. J., Close, G. L., Milsom, J., Rydings, D., Morton, J. P. (2017). Energy Intake and Expenditure of Professional Soccer Players of the English Premier League: Evidence of Carbohydrate Periodization. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *27*(3), 228-238. doi:10.1123/ijsnem.2016-0259

Ashbaugh, A. e McGrew, C. (2016). The Role of Nutritional Supplements in Sports Concussion Treatment. *Curr Sports Med Rep*, *15*(1), 16-19. doi:10.1249/JSR.0000000000000219

Baar, K. (2017). Minimizing Injury and Maximizing Return to Play: Lessons from Engineered Ligaments. *Sports Med*, *47* (Supl. 1), 5-11. doi:10.1007/s40279-017-0719-x

Baar, K. (2017). Using gelatin to improve performance, prevent injury, and accelerate return to play. Disponível em http://www.mysportscience.com/single-post/2017/03/15/Using-gelatin-to-improve-performance-prevent-injury-and-accelerate-return-to-play

Backx, E. M. P., Hangelbroek, R., Snijders, T., Verscheijden, M. L., Verdijk, L. B., de Groot, L., e van Loon, L. J. C. (2017). Creatine Loading Does Not Preserve Muscle Mass or Strength During Leg Immobilization in Healthy, Young Males: A Randomized Controlled Trial. *Sports Med*, *47*(8), 1661-1671. doi:10.1007/s40279-016-0670-2

Bacon, C. S. e Mauger, A. R. (2017). Prediction of Overuse Injuries in Professional U18-U21 Footballers Using Metrics of Training Distance and Intensity. *J Strength Cond Res*, *31*(11), 3067-3076. doi:10.1519/JSC.0000000000001744

Baoge, L., Van Den Steen, E., Rimbaut, S., Philips, N., Witvrouw, E., Almqvist, K. F., Vanden Bossche, L. C. (2012). Treatment of Skeletal Muscle Injury: A Review *ISRN Orthopedics*, (7), doi:10.5402/2012/689012

Barbat-Artigas, S., Rolland, Y., Zamboni, M. e Aubertin-Leheudre, M. (2012). How to assess functional status: a new muscle quality index. *J Nutr Health Aging*, *16*(1), 67-77.

Biolo, G., Ciocchi, B., Stulle, M., Bosutti, A., Barazzoni, R., Zanetti, M.,. . . Guarnieri, G. (2007). Calorie restriction accelerates the catabolism of lean body mass during 2 wk of bed rest. *Am J Clin Nutr*, *86*(2), 366-372. doi:10.1093/ajcn/86.2.366

Delaney, J. S., Lacroix, V. J., Leclerc, S. e Johnston, K. M. (2002). Concussions among university football and soccer players. *Clin J Sport Med*, *12*(6), 331-338.

Dellal, A., Lago-Penas, C., Rey, E., Chamari, K. e Orhant, E. (2015). The effects of a congested fixture period on physical performance, technical activity and injury rate during matches in a professional soccer team. *Br J Sports Med*, *49*(6), 390-394. doi:10.1136/bjsports-2012-091290

Devlin, B. L., Kingsley, M., Leveritt, M. D. e Belski, R. (2017). Seasonal Changes in Soccer Players' Body Composition and Dietary Intake Practices. *J Strength Cond Res*, *31*(12), 3319-3326. doi:10.1519/JSC.0000000000001751

Dirks, M. L., Groen, B. B., Franssen, R., van Kranenburg, J., e van Loon, L. J. (2017). Neuromuscular electrical stimulation prior to presleep protein feeding stimulates the use of protein-derived amino acids for overnight muscle protein synthesis. *J Appl Physiol* (1985), *122*(1), 20-27. doi:10.1152/japplphysiol.00331.2016

Dirks, M. L., Wall, B. T., e van Loon, L. J. C. (2017). Interventional strategies to combat muscle disuse atrophy in humans: focus on neuromuscular electrical stimulation and dietary protein. *J Appl Physiol* (1985), doi:10.1152/japplphysiol.00985.2016

Domingues-Faria, C., Vasson, M. P., Goncalves-Mendes, N., Boirie, Y., e Walrand, S. (2016). Skeletal muscle regeneration and impact of aging and nutrition. *Ageing Res Rev*, *26*, 22-36. doi:10.1016/j.arr.2015.12.004

Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S., e Wisloff, U. (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *Am J Sports Med*, *38*(9), 1752-1758. doi:10.1177/0363546510361236

Ekstrand, J., Hagglund, M., e Walden, M. (2011). Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*, *39*(6), 1226-1232. doi:10.1177/0363546510395879

Fragala, M. S., Fukuda, D. H., Stout, J. R., Townsend, J. R., Emerson, N. S., Boone, C. H... Hoffman, J. R. (2014). Muscle quality index improves with resistance exercise training in older adults. *Exp Gerontol*, *53*, 1-6. doi:10.1016/j.exger.2014.01.027

Frankenfield, D. (2006). Energy expenditure and protein requirements after traumatic injury. *Nutr Clin Pract*, *21*(5), 430-437. doi:10.1177/0115426506021005430

Hart, N. H., Nimphius, S., Spiteri, T., e Newton, R. U. (2014). Leg strength and lean mass symmetry influences kicking performance in Australian football. *J Sports Sci Med*, *13*(1), 157-165.

Hespel, P., Op't Eijnde, B., Van Leemputte, M., Urso, B., Greenhaff, P. L., Labarque, V... Richter, E. A. (2001). Oral creatine supplementation facilitates

the rehabilitation of disuse atrophy and alters the expression of muscle myogenic factors in humans. *J Physiol*, *536*(Pt 2), 625-633.

Jeukendrup, A. E. (2015). Nutrition for recovery from tendon injuries. Disponível em http://www.mysportscience.com/single-post/2015/10/12/Nutrition-for-recovery-from-tendon-injuries

Kim, H. Y., e Spector, A. A. (2013). Synaptamide, endocannabinoid-like derivative of docosahexaenoic acid with cannabinoid-independent function. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, *88*(1), 121-125. doi:10.1016/j.plefa.2012.08.002

Kjaer, M., Langberg, H., Heinemeier, K., Bayer, M. L., Hansen, M., Holm, L... Magnusson, S. P. (2009). From mechanical loading to collagen synthesis, structural changes and function in human tendon. *Scand J Med Sci Sports*, *19*(4), 500-510. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00986.x

Lewis, M. D. (2016). Concussions, Traumatic Brain Injury, and the Innovative Use of Omega-3s. *J Am Coll Nutr*, *35*(5), 469-475. doi:10.1080/07315724.2016.1150796

Lin, E., Kotani, J. G., e Lowry, S. F. (1998). Nutritional modulation of immunity and the inflammatory response. *Nutrition*, *14*(6), 545-550.

Malone, S., Owen, A., Newton, M., Mendes, B., Collins, K. D., e Gabbett, T. J. (2017). The acute: chonic workload ratio in relation to injury risk in professional soccer. *J Sci Med Sport*, *20*(6), 561-565. doi:10.1016/j.jsams.2016.10.014

McGlory, C., Wardle, S. L., Macnaughton, L. S., Witard, O. C., Scott, F., Dick, J... Tipton, K. D. (2016). Fish oil supplementation suppresses resistance exercise and feeding-induced increases in anabolic signaling without affecting myofibrillar protein synthesis in young men. *Physiol Rep*, *4*(6). doi:10.14814/phy2.12715

Medina, D., Lizarraga, A., e Dobnic, F. (2018). Injury prevention and nutrition in football. *Sport Science Exchange*, *27*(132), 1-5. Disponível em https://www.gssiweb.org/en-ca/article/sse-132-injury-prevention-and-nutrition-in-football

Milsom, J., Barreira, P., Burgess, D. J., Iqbal, Z., e Morton, J. P. (2014). Estudo de caso: Muscle atrophy and hypertrophy in a premier league soccer player during rehabilitation from ACL injury. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *24*(5), 543-552. doi:10.1123/ijsnem.2013-0209

Molfino, A., Gioia, G., Rossi Fanelli, F., e Muscaritoli, M. (2013). Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation in health and disease: a systematic review of randomized trials. *Amino Acids*, *45*(6), 1273-1292. doi:10.1007/s00726-013-1592-z

Morton, J. P., Iqbal, Z., Drust, B., Burgess, D., Close, G. L., e Brukner, P. D. (2012). Seasonal variation in vitamin D status in professional soccer players

of the English Premier League. *Appl Physiol Nutr Metab*, *37*(4), 798-802. doi:10.1139/h2012-037

Nana, A., Slater, G. J., Stewart, A. D., e Burke, L. M. (2015). Methodology review: using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) for the assessment of body composition in athletes and active people. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, *25*(2), 198-215. doi:10.1123/ijsnem.2013-0228

Nedelec, M., McCall, A., Carling, C., Legall, F., Berthoin, S., e Dupont, G. (2012). Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med*, *42*(12), 997-1015. doi:10.2165/11635270-000000000-00000

Nilsson, T., Ostenberg, A. H., e Alricsson, M. (2016). Injury profile among elite male youth soccer players in a Swedish first league. *J Exerc Rehabil*, *12*(2), 83-89. doi:10.12965/jer.1632548.274

Nordstrom, A., Nordstrom, P., e Ekstrand, J. (2014). Sports-related concussion increases the risk of subsequent injury by about 50% in elite male football players. *Br J Sports Med*, *48*(19), 1447-1450. doi:10.1136/bjsports-2013-093406

Nye, N. S., Carnahan, D. H., Jackson, J. C., Covey, C. J., Zarzabal, L. A., Chao, S. Y., . . . Crawford, P. F. (2014). Abdominal circumference is superior to body mass index in estimating musculoskeletal injury risk. *Med Sci Sports Exerc*, *46*(10), 1951-1959. doi:10.1249/MSS.0000000000000329

Op 't Eijnde, B., Urso, B., Richter, E. A., Greenhaff, P. L., e Hespel, P. (2001). Effect of oral creatine supplementation on human muscle GLUT4 protein content after immobilization. *Diabetes*, *50*(1), 18-23.

Owens, D. J., Tang, J. C., Bradley, W. J., Sparks, A. S., Fraser, W. D., Morton, J. P., e Close, G. L. (2017). Efficacy of High-Dose Vitamin D Supplements for Elite Athletes. *Med Sci Sports Exerc*, *49*(2), 349-356. doi:10.1249/MSS.0000000000001105

Pan, J. W., e Takahashi, K. (2007). Cerebral energetic effects of creatine supplementation in humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, *292*(4), R1745-1750. doi:10.1152/ajpregu.00717.2006

Parr, E. B., Camera, D. M., Areta, J. L., Burke, L. M., Phillips, S. M., Hawley, J. A., e Coffey, V. G. (2014). Alcohol ingestion impairs maximal post-exercise rates of myofibrillar protein synthesis following a single bout of concurrent training. *PLoS One*, *9*(2), e88384. doi:10.1371/journal.pone.0088384

Paxton, J. Z., Grover, L. M., e Baar, K. (2010). Engineering an in vitro model of a functional ligament from bone to bone. *Tissue Eng Part A*, *16*(11), 3515-3525. doi:10.1089/ten.TEA.2010.0039

Peterkofsky, B. (1991). Ascorbate requirement for hydroxylation and secretion of procollagen: relationship to inhibition of collagen synthesis in scurvy. *Am J Clin Nutr*, *54*(6 Suppl), 1135S-1140S. doi:10.1093/ajcn/54.6.1135s

Peterson, M. D., Liu, D., Gordish-Dressman, H., Hubal, M. J., Pistilli, E., Angelopoulos, T. J., . . . Gordon, P. M. (2011). Adiposity attenuates muscle quality and the adaptive response to resistance exercise in non-obese, healthy adults. *Int J Obes (Lond)*, *35*(8), 1095-1103. doi:10.1038/ijo.2010.257

Pu, H., Jiang, X., Wei, Z., Hong, D., Hassan, S., Zhang, W... Chen, J. (2017). Repetitive and Prolonged Omega-3 Fatty Acid Treatment After Traumatic Brain Injury Enhances Long-Term Tissue Restoration and Cognitive Recovery. *Cell Transplant*, *26*(4), 555-569. doi:10.3727/096368916X693842

Rahnama, N., Lees, A., e Bambaecichi, E. (2005). Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. *Ergonomics*, *48*(11-14), 1568-1575. doi:10.1080/00140130500101585

Rahnama, N., Reilly, T., e Lees, A. (2002). Injury risk associated with playing actions during competitive soccer. *Br J Sports Med*, *36*(5), 354-359.

Reinke, S., Karhausen, T., Doehner, W., Taylor, W., Hottenrott, K., Duda, G. N... Anker, S. D. (2009). The influence of recovery and training phases on body composition, peripheral vascular function and immune system of professional soccer players. *PLoS One*, *4*(3), e4910. doi:10.1371/journal.pone.0004910

Rollo, I., Carter, J. M., Jeukendrup, A. E., Lizarraga, A., Drobnic, F., e Medina Leal, D. (2017). *Sports nutrition for football: an evidence based guide for nutrition practice at Futbol Club Barcelona: FCB Universitas*. Barcelona, Spain.

Rosenbloom, C. (2013). Stress Fractures in Athletes. *Nutrition Today*, *48*(2), 81-87. doi:10.1097/NT.0b013e31828b9257

Roth, E., Zellner, M., Wessner, B., Strasser, E., Manhart, N., Oehler, R., e Spittler, A. (2003). Glycine—an inert amino acid comes alive. *Nutrition*, *19*(9), 817-818. doi:10.1016/s0899-9007(03)00100-x

Roza, A. M., e Shizgal, H. M. (1984). The Harris Benedict equation reevaluated: resting energy requirements and the body cell mass. *Am J Clin Nutr*, *40*(1), 168-182. doi:10.1093/ajcn/40.1.168

Sakellaris, G., Nasis, G., Kotsiou, M., Tamiolaki, M., Charissis, G., e Evangeliou, A. (2008). Prevention of traumatic headache, dizziness and fatigue with creatine administration. A pilot study. *Acta Paediatr*, *97*(1), 31-34. doi:10.1111/j.1651-2227.2007.00529.x

Sanchez-Martinez, J., Santos-Lozano, A., Garcia-Hermoso, A., Sadarangani, K. P., e Cristi-Montero, C. (2018). Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in trained and competitive athletes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *J Sci Med Sport*, *21*(7), 727-735. doi:10.1016/j.jsams.2017.11.003

Schinkel-Ivy, A., Burkhart, T. A., e Andrews, D. M. (2014). Differences in distal lower extremity tissue masses and mass ratios exist in athletes of sports involving repetitive impacts. *J Sports Sci*, *32*(6), 533-541. doi:10.1080/02640414.2013.837223

Schwellnus, M., Soligard, T., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P... Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. *Br J Sports Med*, *50*(17), 1043-1052. doi:10.1136/bjsports-2016-096572

Shaw, G., Lee-Barthel, A., Ross, M. L., Wang, B., e Baar, K. (2017). Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *Am J Clin Nutr*, *105*(1), 136-143. doi:10.3945/ajcn.116.138594

Smith, G. I., Atherton, P., Reeds, D. N., Mohammed, B. S., Rankin, D., Rennie, M. J., e Mittendorfer, B. (2011). Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr*, *93*(2), 402-412. doi:10.3945/ajcn.110.005611

Tipton, K. D. (2010). Nutrition for acute exercise-induced injuries. *Ann Nutr Metab*, *57*(Suppl 2), 43-53. doi:10.1159/000322703

Tipton, K. D. (2015). Nutritional Support for Exercise-Induced Injuries. *Sports Med*, *45*(Suppl 1), S93-104. doi:10.1007/s40279-015-0398-4

Trommelen, J., Holwerda, A. M., Kouw, I. W., Langer, H., Halson, S. L., Rollo, I... LJ, V. A. N. L. (2016). Resistance Exercise Augments Postprandial Overnight Muscle Protein Synthesis Rates. *Med Sci Sports Exerc*, *48*(12), 2517-2525. doi:10.1249/MSS.0000000000001045

Trommelen, J., e van Loon, L. J. (2016). Pre-Sleep Protein Ingestion to Improve the Skeletal Muscle Adaptive Response to Exercise Training. *Nutrients*, *8*(12). doi:10.3390/nu8120763

Valle, X., Alentorn-Geli, E., Tol, J. L., Hamilton, B., Garrett, W. E., Jr., Pruna, R... Rodas, G. (2017). Muscle Injuries in Sports: A New Evidence-Informed and Expert Consensus-Based Classification with Clinical Application. *Sports Med*, *47*(7), 1241-1253. doi:10.1007/s40279-016-0647-1

Valle, X., J, L. T., Hamilton, B., Rodas, G., Malliaras, P., Malliaropoulos, N... Jardi, J. (2015). Hamstring Muscle Injuries, a Rehabilitation Protocol Purpose. *Asian J Sports Med*, *6*(4), e25411. doi:10.5812/asjsm.25411

Vieira, C. P., De Oliveira, L. P., Da Re Guerra, F., Dos Santos De Almeida, M., Marcondes, M. C., e Pimentel, E. R. (2015). Glycine improves biochemical and biomechanical properties following inflammation of the achilles tendon. *Anat Rec (Hoboken)*, *298*(3), 538-545. doi:10.1002/ar.23041

Vieira, C. P., Viola, M., Carneiro, G. D., D'Angelo, M. L., Vicente, C. P., Passi, A., e Pimentel, E. R. (2018). Glycine improves the remodeling process of tenocytes in vitro. *Cell Biol Int*, *42*(7), 804-814. doi:10.1002/cbin.10937

Wall, B. T., Dirks, M. L., Snijders, T., Senden, J. M., Dolmans, J., e van Loon, L. J. (2014). Substantial skeletal muscle loss occurs during only 5 days of disuse. *Acta Physiol (Oxf)*, *210*(3), 600-611. doi:10.1111/apha.12190

Wall, B. T., Morton, J. P., e van Loon, L. J. (2015). Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: nutritional considerations and exercise mimetics. *Eur J Sport Sci*, *15*(1), 53-62. doi:10.1080/17461391.2014.936326

Wall, B. T., e van Loon, L. J. (2013). Nutritional strategies to attenuate muscle disuse atrophy. *Nutr Rev*, *71*(4), 195-208. doi:10.1111/nure.12019

Wheeler, M. D., Ikejema, K., Enomoto, N., Stacklewitz, R. F., Seabra, V., Zhong, Z... Thurman, R. G. (1999). Glycine: a new anti-inflammatory immunonutrient. *Cell Mol Life Sci*, *56*(9-10), 843-856.

Wu, A., Ying, Z., e Gomez-Pinilla, F. (2011). The salutary effects of DHA dietary supplementation on cognition, neuroplasticity, and membrane homeostasis after brain trauma. *J Neurotrauma*, *28*(10), 2113-2122. doi:10.1089/neu.2011.1872