مجلة جامعة الزيتونة الدولية للنشر العلمي
Zaytoonah University International Journal for Scientific Publishing
Issue N.35-Vol.2 / ISSN:2958-8537

العدد الخامس والثلاثون (35)، المجلد الثاني
تاريخ 31 – 6 – 2025
(من ص 217 إلى ص249)

التدخلات الغذائية المستهدفة لتعافي الاصابات الرياضية من الآليات الجزيئية إلى التطبيقات السريرية

Targeted Nutritional Interventions for Sports Injury Recovery from Molecular Mechanisms to Clinical Applications

د.تميم موسى الكراد
Tameem Mussa Alkrad
أستاذ مساعد في كلية التربية– جامعة الفرات
tameemalkrad@gmail.com

د.وصال علي الحماده
Wisal Ali Alhimmada
كلية الهندسة الزراعية– جامعة الفرات
wisal.alhommada@gmail.com

الملخص:

يهدف هذا البحث إلى استكشاف الأسس النظرية للتغذية العلاجية ودورها في تسريع التعافي من الإصابات الرياضية. يركز البحث على الفجوة المعرفية الحالية في فهم العلاقة بين العمليات البيولوجية للشفاء والاستراتيجيات الغذائية المثلى، حيث تمت دراسة أسس التغذية العلاجية والتمييز بينها وبين التغذية الرياضية التقليدية، آليات التعافي من الإصابات الرياضية ومراحلها البيولوجية، دور المغذيات الكبرى (البروتين، الكربوهيدرات، الدهون) في التعافي، أهمية المغذيات الدقيقة (الفيتامينات، المعادن، مضادات الأكسدة) في عمليات الشفاء.

أظهرت النتائج أن التغذية العلاجية تتطلب نهجًا متخصصًا يعتمد على توقيت المغذيات وجودتها، مع التركيز على التآزر بينها لتحقيق أفضل النتائج. كما أكد البحث على أهمية التخصيص الفردي للرياضيين المصابين بناءً على نوع الإصابة ومرحلة التعافي. توفر هذه الدراسة إطارًا نظريًا متكاملًا يمكن أن يكون مرجعًا للباحثين والممارسين في مجال الطب الرياضي والتغذية العلاجية.

الكلمات المفتاحية :التغذية العلاجية، الإصابات الرياضية، التعافي، المغذيات الكبرى، المغذيات الدقيقة، الالتهاب، البروتين، مضادات الأكسدة

Abstract:

This research explores the theoretical foundations of therapeutic nutrition and its

role in accelerating recovery from sports injuries. The study addresses the current knowledge gap in understanding the relationship between biological healing processes and optimal nutritional strategies. we study the principles of therapeutic nutrition and its distinction from traditional sports nutrition, the mechanisms and biological stages of recovery from sports injuries, the role of macronutrients (protein, carbohydrates, fats) in recovery, and the importance of micronutrients (vitamins, minerals, antioxidants) in healing processes.

The findings highlight that therapeutic nutrition requires a specialized approach, focusing on nutrient timing, quality, and synergistic interactions to achieve optimal outcomes. The study also emphasizes the need for individualized nutrition plans tailored to the type of injury and recovery stage. This research provides a comprehensive theoretical framework that can serve as a reference for researchers and practitioners in the fields of sports medicine and therapeutic nutrition.

Keywords: Therapeutic nutrition, sports injuries, recovery, macronutrients, micronutrients, inflammation, protein, antioxidants

المقدمة

تشهد الساحة الرياضية العالمية في عصر التكنولوجيا، تطوراً مستمراً في محاولة لفهم العوامل المؤثرة على الأداء الرياضي والتعافي من الإصابات، وبسبب أن بعض الإصابات قد تحتاج إلى فترة زمنية طويلة، لذلك طرح العديد من الحلول لهذه المشكلة في محاولة ليستعيد الرياضي قدرته على الأداء والمنافسة، حيث برزت التغذية العلاجية كأحد أهم الوسائل المحتملة التي تستحق الدراسة والبحث المعمق. فالإصابات الرياضية تمثل تحدياً كبيراً يواجه الرياضيين على مختلف المستويات، من الهواة إلى المحترفين، فهي تؤثر بشكل مباشر على أدائهم وقدرتهم على العودة إلى ممارسة نشاطهم الرياضي بكفاءة عالية.

تشير الإحصائيات الحديثة إلى أن معدل الإصابة السنوي في الرياضيين المراهقين النخبة يصل إلى 91.6%، مع معدل إصابة إجمالي قدره 4.1 لكل 1000 ساعة تعرض رياضي (Turnagöl *et al.*, 2021). هذه الأرقام المخيفة تسلط الضوء على الحاجة الماسة لتطوير استراتيجيات فعالة للوقاية من الإصابات وتسريع عملية التعافي منها. وفي هذا السياق برزت التغذية العلاجية كأسلوب جديد يؤثر بشكل إيجابي على مسار عمليات الشفاء، ويقلل من فترة الغياب عن التدريب والمنافسة.

إن فهم الأسس والمبادئ النظرية للتغذية العلاجية، في سياق الإصابات الرياضية يتطلب نظرة أكثر شمولية تتضمن الميكانيزمات البيولوجية للشفاء، ودور المغذيات المختلفة في عمليات إعادة بناء الأنسجة سريعاً، وتخفيف أثار تشكل النسيج الندبي في مرحلة الأتلام في الكسور والتمزقات المختلفة، فمثلا كيفية تأثير الغلوتامين لأن النسيج

النديي يقلل من كفاءة الجزء المصاب، في تخفيف تشكل النسيج النديي، والتفاعلات المعقدة بين النظام الغذائي والاستجابة المناعية ومقاومة العمليات الالتهابية، كما يتطلب الأمر فهماً عميقاً للاختلافات بين التغذية الرياضية التقليدية والتغذية العلاجية المتخصصة التي تهدف إلى تحسين نتائج التعافي من الإصابات.

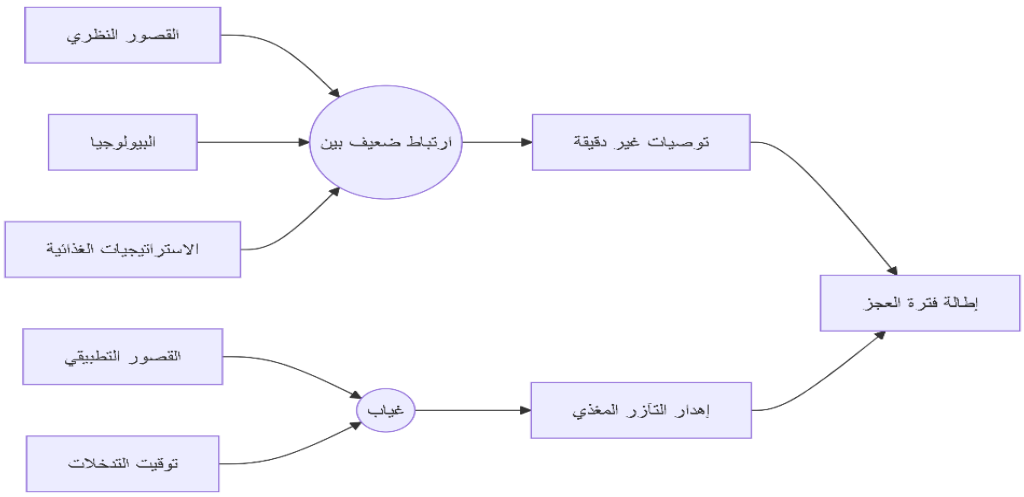
مشكلة البحث

رغم التقدم العلمي الكبير في مختلف مجالات ومنها الطب الرياضي وعلوم التغذية، لا تزال هناك فجوة معرفية في فهم الأسس النظرية الشاملة للتغذية العلاجية المتخصصة في تسريع التعافي من الإصابات الرياضية، إذ أن معظم الدراسات الحالية تركز على جوانب محددة من التغذية الرياضية دون تقديم إطار نظري متكامل يربط بين الآليات البيولوجية للشفاء والاستراتيجيات الغذائية المثلى.

إن التركيز المبالغ فيه على تأثير نوع معين من المغذيات مثل البروتين أو مضادات الأكسدة على مرحلة واحدة من التعافي كالمرحلة الالتهابية فقط، لذا نحن بحاجة إلى تطبيق مجموعة من المغذيات المتكاملة حتى نستطيع الوصول إلى مرحلة التعافي الكامل، والمقصود هنا نظام تغذوي يساعد الفرد على الاستشفاء السريع والحصول على أفضل النتائج في أقصر زمن.

إذ أن المشكلة تتمحور حول أنه لا يوجد إجماع حول كيفية تزامن التدخلات الغذائية مع مراحل الشفاء، هذا يؤدي إلى :توصيات تغذوية غير دقيقة كمحاولة ضعيفة لكبح الالتهاب بعد انتهاء مرحلته الفزيولوجية الضرورية، وضعف الاستفادة من التأثيرات التآزرية كدمج أوميغا-3 مع فيتامين D في توقيت خاطئ، مما يعوق تحقيق الإمكانات الكاملة للتعافي السريع والفعال، ويطيل فترة عدم الفعالية الرياضي.

كما تكمن المشكلة في عدم وجود فهم موحد ومتكامل للكيفية التي تؤثر بها المغذيات المختلفة على مراحل التعافي المتعددة، بدءاً من الاستجابة الالتهابية الأولية وصولاً إلى إعادة بناء الأنسجة والعودة إلى الأداء الطبيعي، وهذا النقص في الفهم النظري يؤدي إلى تطبيق استراتيجيات غذائية غير مثلى قد تؤخر عملية الشفاء أو تفشل في تحقيق الإمكانات الكاملة للتعافي السريع والفعال.



أهداف البحث

يهدف هذا البحث إلى:

1. تطوير إطار متكامل يربط الآليات البيولوجية لتعافي الإصابات الرياضية (الالتهاب ⟶ إصلاح الأنسجة ⟶ إعادة بناءها) بالاستراتيجيات الغذائية المثلى، عبر تحليل نقدي للأدبيات الحديثة.

2- محاولة لتقديم تعريفات دقيقة ومحددة قدر الإمكان للتغذية العلاجية في السياق الرياضي وتمييزها عن التغذية الرياضية التقليدية، أهمها التوقيت المثالي للتدخل في المكملات الغذائية في محاولة للتقليل من تشكل النسيج الندبي من خلال تحسين عملية التئام الألياف، الذي يؤثر على أداء العضو المصاب.

3. تحليل الآليات البيولوجية: والمقصود رصد التأثير على المؤشرات الحيوية للنواحي البيولوجية المعقدة التي تحدث أثناء التعافي من الإصابات الرياضية ودور التغذية في تعديل هذه العمليات.

4. استكشاف دور المغذيات: تحليل الأدوار المحددة للمغذيات الكبرى والدقيقة في مراحل التعافي المختلفة وتحديد الاحتياجات الغذائية المثلى، من خلال رسم خرائط مغذّية زمنية تُحدد الأدوار التآزرية للمغذيات الكبرى مثل (البروتينات، الأوميغا3، فيتامين B12)

منهجية البحث

يعتمد هذا البحث على منهجية المراجعة النظرية الشاملة (Comprehensive Theoretical Review) التي تهدف إلى تحليل وتركيب المعرفة العلمية المتاحة في مجال التغذية العلاجية للإصابات الرياضية.

أهمية البحث

تكمن أهمية هذا البحث في عدة جوانب رئيسية؛ من الناحية العلمية، يساهم في سد الفجوة المعرفية في فهم الأسس النظرية للتغذية العلاجية، وأيضا يسهم في تقديم قاعدة علمية تكاملية لربط مراحل التعافي البيولوجية مع الدعم التغذوي ضمن أزمنة محددة، وهذا يؤدي إلى توفير إطاراً مرجعياً للباحثين في هذا المجال، أما من الناحية العملية، يقدم البحث أساساً علمياً قوياً لتطوير برامج غذائية متخصصة للرياضيين المصابين، مما قد يؤدي إلى تحسين نتائج التعافي وتقليل فترات الغياب عن التدريب والمنافسة، وبالتالي تطوير بروتوكولات غذائية لكل نوع إصابة ضمن فترات محددة، قد تختلف من النواحي الكمية والنوعية حسب شدة الإصابة ونوعها.

كما يساهم البحث في تعزيز فهم المختصين في مجال التغذية الرياضية والطب الرياضي للعلاقة المعقدة بين التغذية وعمليات الشفاء، مما يمكنهم من تقديم خدمات أكثر فعالية وتخصصاً للرياضيين. على المستوى الاقتصادي، قد تؤدي الاستراتيجيات الغذائية المحسنة إلى تقليل التكاليف المرتبطة بالإصابات الرياضية، والتي تقدر بمليارات الدولارات سنوياً على مستوى العالم (Hootman *et al.*, 2007)

الإطار النظري

تعريف التغذية العلاجية في السياق الرياضي

تعد التغذية العلاجية في السياق الرياضي مجالاً تخصصياً مُكملاً للتغذية الرياضية ليشمل استخدام المغذيات والاستراتيجيات الغذائية المحددة لتحسين عمليات الشفاء والتعافي من الإصابات. وفقاً لـ Papadopoulou, (2020)، فإن "التغذية التأهيلية" للتعافي من الإصابات للرياضيين تشبه التغذية الرياضية، باستثناء الاختلافات التي تتعلق بمنع خطر أو وجود الساركوبينيا، وسوء التغذية، أو عسر البلع.

تتميز التغذية العلاجية عن التغذية الرياضية التقليدية في عدة جوانب أساسية، بينما تركز التغذية الرياضية على تحسين الأداء والتعافي من التمرين العادي، إذ تهدف التغذية العلاجية إلى تنظيم العمليات البيولوجية المختلة بسبب الإصابة وتسريع الشفاء منها، وهي تستند لفهم الآليات الجزيئية والخلوية التي تحكم عمليات الالتهاب، وإعادة بناء الأنسجة، والتعافي الوظيفي.

الأسس البيولوجية للتعافي من الإصابات

تتضمن عملية التعافي من الإصابات الرياضية سلسلة متعددة المراحل من الأحداث البيولوجية التي تحدث على مستويات مختلفة، من الجزيئي إلى النسيجي، والتي تبدأ بالاستجابة الالتهابية الحادة، إذ تعد آلية دفاعية طبيعية تهدف إلى حماية الأنسجة المصابة وبدء عملية الإصلاح.

وتتميز العملية بثلاث مراحل متداخلة:

1. الالتهاب (0–7 :ساعة) تنظيف الخلايا التالفة.
2. الإصلاح (3–21) :يومًا) تكوّن نسيج حُبيبي.
3. إعادة البناء (21) :يومًا–12 شهرًا) نضج النسيج المصلح ((Parveen Kumar, 2020)

كما يوضح(Napolitano (2018، أن الالتهاب هو استجابة الجسم الوقائية للعدوى والإصابة وحتى النشاط البدني المكثف، وهو جزء حاسم من عملية الإصلاح التي تجلب العناصر الغذائية والخلايا الصحية إلى الموقع المصاب ، هذه الاستجابة الالتهابية تتضمن تفعيل شبكة معقدة من الوسائط الالتهابية، والخلايا المناعية (البالعات)، وعوامل النمو التي تعمل معاً لإزالة الأنسجة التالفة وبدء عملية الإصلاح.

دور الأنواع الأكسجينية التفاعلية ومضادات الأكسدة

تلعب الأنواع الأكسجينية التفاعلية (Reactive Oxygen Species - ROS) دوراً مزدوجاً في عملية التعافي من الإصابات، حيث تعد ROS منتجاً ثانوياً طبيعياً لعملية تحييد الخلايا وتلعب دوراً مهماً في الإشارات الخلوية وتفعيل آليات الدفاع من جهة، ومن جهة أخرى، يمكن أن تؤدي المستويات المرتفعة من ROS إلى الإجهاد التأكسدي والمزيد من تلف الأنسجة.

كما يشير Napolitano (2018)، انه عندما تحدث إصابة أو عند ممارسة التمرين بكثافة عالية لفترة طويلة دون تعافي مناسب، يزداد دوران الخلايا ويمكن أن يؤدي إلى كميات عالية من ROS داخل الجسم (Papadopoulou, 2020)، هنا تبرز أهمية مضادات الأكسدة كـ دروع يعملون على حماية الجسم من تراكم ROS الزائد عن طريق تحييدها إلى منتجات ثانوية أقل ضرراً ومنع المزيد من الضرر للخلايا.

نظرية توازن الطاقة والحفاظ على الكتلة العضلية

يحتل توازن الطاقة موقعاً بارزاً في الحفاظ على كتلة العضلات أثناء فترة التعافي من الإصابات. وفقاً لـ Papadopoulou (2020)، فإن توازن الطاقة له دوراً مهماً في ضمان عدم أكسدة الأحماض الأمينية، بل استخدامها لاصطناع البروتين العضلي (Papadopoulou, 2020)، وهذا المفهوم أساسي في فهم كيفية تأثير التغذية على عمليات الشفاء والتعافي.

عندما يتعرض الرياضي للإصابة، فإنه عادة ما يقلل من نشاطه البدني، مما يؤدي إلى انخفاض في متطلبات الطاقة؛ ومع ذلك، فإن عمليات الشفاء والإصلاح تتطلب طاقة إضافية، مما يُشكل تحدياً في تحديد الاحتياجات الغذائية المثلى، فالتوازن السلبي للطاقة يسرع فقدان العضلات، خاصة في فترة عدم الاستخدام أو عدم الحركة، بينما الإفراط في تناول الطاقة قد يؤدي إلى زيادة ترسب الدهون دون فائدة إضافية للتعافي.

النظريات الحديثة في التغذية المناعية

تطور فهمنا لدور التغذية في تعديل الاستجابة المناعية بشكل كبير في السنوات الأخيرة. وفقاً لـ (Kozjek *et al.* 2025)، فإن جهاز المناعة والإصابات الرياضية والنشاط البدني والتغذية الرياضية السريرية مترابطة بشكل وثيق (Kozjek, 2025)، فالتغذية غير الكافية والإجهاد المكثف في الرياضيين يزيد من خطر خلل المناعة والإصابة والمرض، بينما تقلل الإصابة من التأثيرات الإيجابية للنشاط البدني، مما يخلق دورة مفرغة تؤثر على الصحة والأداء.

هذا الفهم الجديد يسلط الضوء على أهمية النظر إلى التغذية العلاجية كنظام متكامل يؤثر على جميع جوانب الاستجابة البيولوجية للإصابة، وليس فقط على عمليات الإصلاح المحلية، إذ أن الدعم الغذائي المناسب قد يسهم في تقليل مخاطر ثانوية مرتبطة بالضعف المناعي، ويزيد احتمالية أن يسرع التعافي، ويقصر فترة إعادة التأهيل من خلال تحسين وظائف المناعة والتحكم في الاستجابة الالتهابية.

وبناءً على المفاهيم والنظريات المذكورة أعلاه، يمكن تطوير إطار نظري متكامل للتغذية العلاجية في تسريع التعافي من الإصابات الرياضية. هذا الإطار يتضمن عدة مستويات من التدخل:

المستوى الجزيئي: يشمل تعديل التعبير الجيني، وتنظيم الإشارات الخلوية، وتحسين وظائف الميتوكوندريا من خلال المغذيات المحددة. مثل دور المغذيات في تنظيم المسارات كاالكركمين

المستوى الخلوي: يركز على تحسين وظائف الخلايا المناعية، وتعزيز اصطناع البروتين، وحماية الخلايا من الإجهاد التأكسدي، مثل دور فيتامين Cفي تحسين وظائف البالعات.

المستوى النسيجي: يهدف إلى تسريع إصلاح الأنسجة، وتحسين تكوين الأوعية الدموية، وتعزيز تكوين الكولاجين من خلال فيتامين Cوالزنك.

المستوى الوظيفي: يسعى إلى استعادة الوظيفة الطبيعية للأنسجة المصابة والعودة إلى الأداء الرياضي المثلى، اختبارات ROM أسبوعيا لمعرفة مدى التطور الحركي.

الفصل الأول: أسس التغذية العلاجية

1.1 مفهوم التغذية العلاجية في السياق الرياضي

تمثل التغذية العلاجية في السياق الرياضي تطوراً طبيعياً لعلوم التغذية الرياضية، حيث تتجاوز الأهداف التقليدية لتحسين الأداء والتعافي من التمرين لتشمل التدخل المباشر في العمليات البيولوجية المرضية والشفائية. هذا المجال المتخصص يتطلب فهماً عميقاً للتفاعلات المعقدة بين المغذيات والآليات الجزيئية التي تحكم عمليات الإصلاح والتجديد النسيجي.

وفقاً للتعريف الذي وضعته الجمعية الدولية للتغذية الرياضية، فإن التغذية العلاجية تشير إلى "الاستخدام المنهجي والمبني على الأدلة للمغذيات والمركبات الغذائية النشطة بيولوجياً لتعديل العمليات الفسيولوجية والبيوكيميائية بهدف تسريع الشفاء وتحسين النتائج الصحية" (International Society of Sports Nutrition, 2021)، هذا التعريف يسلط الضوء على الطبيعة المتخصصة والهادفة للتغذية العلاجية، والتي تتطلب تخصيص الاستراتيجيات الغذائية بناءً على نوع الإصابة ومرحلة التعافي والخصائص الفردية للرياضي.

وتختلف التغذية العلاجية جوهرياً عن التغذية الرياضية التقليدية في عدة جوانب أساسية، ينما تركز التغذية الرياضية على تحسين الأداء والتكيف مع التدريب، **فإنَّ** التغذية العلاجية تهدف إلى تعديل المسارات البيولوجية المحددة التي تؤثر على عمليات الشفاء، وهذا يتطلب فهماً دقيقاً للآليات الجزيئية والخلوية التي تحكم الاستجابة للإصابة، بما في ذلك الالتهاب، واصطناع البروتين، وإعادة تشكيل الأنسجة.

1. 2 الأسس البيوكيميائية للتغذية العلاجية

تستند التغذية العلاجية إلى مجموعة من المبادئ البيوكيميائية الأساسية التي تحكُم كيفية تأثير المغذيات على العمليات الخلوية والجزيئية، أحد أهم هذه المبادئ هو مفهوم "التوافر البيولوجي المحسن" (Enhanced Bioavailability)، والذي يشير إلى قدرة المغذيات على الوصول إلى الأنسجة المستهدفة بتراكيز كافية لإحداث التأثيرات العلاجية المرغوبة.

تعتمد الآلية الأساسية للتغذية العلاجية على مفهوم "التعديل الغذائي للتعبير الجيني" (Nutrigenomic Modulation)، إذ أن العديد من المغذيات تعمل كمنظمات للتعبير الجيني، إذ أنها تؤثر على نشاط الجينات

المسؤولة عن إنتاج البروتينات المشاركة في عمليات الشفاء، حيث تؤثر أحماض أوميغا–3 الدهنية على التعبير الجيني للإنزيمات المشاركة في تشكيل الوسائط المضادة للالتهاب مثل الريزولفينات والبروتكتينات [8].

مبدأ آخر مهم هو "التآزر الغذائي" (Nutritional Synergy)، والذي يشير بوضوح إلى أن التأثيرات العلاجية للمغذيات المختلفة يمكن أن تكون أكبر عندما تُستخدم معاً مقارنة بالاستخدام المنفرد، وهذا المفهوم يفسر لماذا النُهج الغذائية الشاملة غالباً ما تكون أكثر فعالية من المكملات المنفردة، مثلاً يعزز فيتامين C امتصاص الحديد، بينما فيتامين D يحسن امتصاص الكالسيوم، مما يخلق تأثيرات تآزرية قوية تفيد عمليات الاستشفاء من الناحية الزمنية.

1. 3 التمييز بين التغذية العلاجية والتغذية الرياضية التقليدية

لفهم الطبيعة المتخصصة للتغذية العلاجية، من المهم التمييز بينها وبين التغذية الرياضية التقليدية، فهذا التمييز ليس مجرد أكاديمي، بل له تطبيقات عملية مهمة في تطوير البرامج الغذائية للرياضيين المصابين كما في الجدول 1.

الجدول 1 يوضح الفروق بين التغذية الرياضية التقليدية والتغذية العلاجية

الجانب	التغذية الرياضية التقليدية	التغذية العلاجية
الهدف الأساسي	تحسين الأداء والتعافي من التمرين	تسريع الشفاء من الإصابات
التركيز الزمني	قبل وأثناء وبعد التمرين	مراحل الشفاء المختلفة
المغذيات المستهدفة	الكربوهيدرات، البروتين، السوائل	مضادات الالتهاب، مضادات الأكسدة، عوامل النمو
الجرعات	ضمن المعدلات الطبيعية	قد تتطلب جرعات علاجية
المدة	مستمرة مع التدريب	محددة بفترة التعافي
التخصيص	حسب نوع الرياضة	حسب نوع ومرحلة الإصابة

تركز التغذية الرياضية التقليدية بشكل أساسي على تحسين الأداء الرياضي من خلال تحسين توافر الطاقة، وتعزيز التكيفات التدريبية، وتسريع التعافي من التمرين العادي. الاستراتيجيات الغذائية في هذا السياق تهدف إلى تحسين تخزين الجليكوجين في المخازن الأساسية (الكبد والعضلات) ، وتعزيز اصطناع البروتين العضلي، والحفاظ على توازن السوائل والكهارل.

في المقابل، تتجاوز التغذية العلاجية هذه الأهداف لتشمل التدخل المباشر في العمليات المرضية والشفائية. هذا يتطلب فهماً عميقاً للآليات البيولوجية التي تحكم الاستجابة للإصابة، بما في ذلك الالتهاب الحاد والمزمن، وتدهور الأنسجة، وعمليات الإصلاح والتجديد. الاستراتيجيات الغذائية في هذا السياق قد تتضمن استخدام مغذيات محددة بجرعات علاجية لتعديل هذه العمليات.

ZIU JORNAL
مجلة جامعة الزيتونة

4.1 المبادئ الأساسية للتغذية العلاجية

تستند التغذية العلاجية الفعالة إلى مجموعة من المبادئ الأساسية التي توجه وتطور تطبيق الاستراتيجيات الغذائية. هذه المبادئ مستمدة من فهمنا المتطور للعلاقة بين التغذية والعمليات البيولوجية، وتوفر إطاراً علمياً لاتخاذ القرارات الغذائية المبنية على الأدلة.

المبدأ الأول: التوقيت الغذائي المحدد (Precision Nutrient Timing): حيث يشير هذا المبدأ إلى أهمية توقيت تناول المغذيات المحددة بما يتماشى مع العمليات البيولوجية الطبيعية للشفاء، إذ تتطلب مراحل التعافي المختلفة مغذيات مختلفة في أوقات محددة لتحقيق أقصى فائدة علاجية، فالمرحلة الالتهابية الحادة قد تستفيد من مضادات الأكسدة ومضادات الالتهاب، بينما مرحلة إعادة البناء تتطلب تركيزاً أكبر على البروتين وعوامل النمو.

المبدأ الثاني: التخصيص الفردي (Individualization): إن كل رياضي يستجيب بشكل مختلف للإصابات والتدخلات الغذائية بناءً على عوامل متعددة تشمل العمر، والجنس، والتركيب الجيني، والحالة الغذائية الأساسية، ونوع الرياضة الممارسة، حيث تتطلب التغذية العلاجية الفعالة تقييماً شاملاً لهذه العوامل وتخصيص الاستراتيجيات الغذائية وفقاً لها، لذا نصل لنتيجة مفادها أن لكل شخص بصمة فيزيولوجية تختلف من فرد إلى أخر..

المبدأ الثالث: النهج المتكامل (Holistic Approach): فالتغذية العلاجية لا تركز على مغذي واحد أو آلية واحدة، بل تتبنى نهجاً شاملاً يأخذ في الاعتبار التفاعلات المعقدة بين المغذيات المختلفة والعمليات البيولوجية المتعددة. هذا النهج يعترف بأن الشفاء عملية معقدة تتطلب دعماً غذائياً متعدد الأوجه.

المبدأ الرابع: المراقبة والتعديل المستمر (Continuous Monitoring and Adjustment)

التغذية العلاجية عملية ديناميكية تتطلب مراقبة مستمرة لاستجابة الرياضي وتعديل الاستراتيجيات الغذائية حسب الحاجة. هذا يتضمن تقييم المؤشرات البيوكيميائية، والأعراض السريرية، ومعدل التقدم في التعافي.

1. 5 الآليات الجزيئية للتأثير الغذائي

فهم الآليات الجزيئية التي تؤثر من خلالها المغذيات على عمليات الشفاء أمر أساسي لتطوير استراتيجيات غذائية فعالة. هذه الآليات معقدة ومتداخلة، وتحدث على مستويات متعددة من التنظيم البيولوجي.

تنظيم التعبير الجيني (Gene Expression Regulation)

تعمل العديد من المغذيات كمنظمات للتعبير الجيني من خلال تفعيل أو تثبيط عوامل النسخ المحددة، حيث يرتبط فيتامين د بمستقبلات فيتامين د النووية، مما يؤدي إلى تنشيط الجينات المسؤولة عن امتصاص الكالسيوم وتمعدن العظام (Holick, 2017)، هذا النوع من التنظيم يسمح للمغذيات بالتأثير على العمليات الخلوية على المستوى الأساسي.

تعديل الإشارات الخلوية (Cell Signaling Modulation)

يمكن للمغذيات أن تؤثر على مسارات الإشارات الخلوية المختلفة التي تنظم عمليات الشفاء، مثل تأثير أحماض أوميغا-3 الدهنية على مسار NF-κB، وهو منظم رئيسي للاستجابة الالتهابية (Simopoulos, 2016)، من خلال تثبيط هذا المسار، يمكن لأوميغا-3 أن تقلل من الالتهاب المفرط وتعزز الشفاء.

تحسين وظائف الميتوكوندريا (Mitochondrial Function Enhancement)

للميتوكوندريا دور أساسي في إنتاج الطاقة اللازمة لعمليات الشفاء، فبعض المغذيات مثل الكوإنزيم Q10 والكرياتين يمكن أن تحسن وظائف الميتوكوندريا وتزيد من إنتاج ATP، مما يوفر الطاقة اللازمة لعمليات الإصلاح والتجديد (Kreider *et al.*, 2017)،

1. 6 التطبيقات العملية للمبادئ النظرية

تتطلب المبادئ النظرية للتغذية العلاجية إلى تطبيقات عملية معرفة كافية لكيفية تطبيق هذه المفاهيم في البيئة الرياضية الحقيقية، وهذا يتضمن تطوير بروتوكولات غذائية محددة، وأدوات تقييم، واستراتيجيات مراقبة.

تطوير البروتوكولات الغذائية

البروتوكولات الغذائية العلاجية يجب أن تكون مبنية على الأدلة العلمية ومصممة لتلبية الاحتياجات المحددة لكل مرحلة من مراحل التعافي، وهذا يحتاج تحديد المغذيات المناسبة، والجرعات المثلى، والتوقيت الأمثل للتناول. على سبيل المثال، في المرحلة الالتهابية الحادة، قد يكون التركيز على مضادات الأكسدة ومضادات الالتهاب، بينما في مرحلة إعادة البناء، يصبح البروتين وعوامل النمو أكثر أهمية.

أدوات التقييم والمراقبة

التغذية العلاجية الفعالة تتطلب أدوات تقييم دقيقة لمراقبة استجابة الرياضي وتعديل الاستراتيجيات حسب الحاجة. هذا يتضمن المؤشرات البيوكيميائية مثل مستويات البروتين التفاعلي ج (CRP) لمراقبة الالتهاب، ومستويات الألبومين لتقييم الحالة الغذائية، ومؤشرات اصطناع البروتين لمراقبة عمليات الإصلاح.

أمثلة عملية للتطبيق

المثال الأول: رياضي كرة قدم مصاب بتمزق في عضلة الفخذ الخلفية

في هذه الحالة، تبدأ التغذية العلاجية بالتركيز على تقليل الالتهاب في الأيام الأولى من خلال زيادة تناول أحماض أوميغا-3 الدهنية (2-3 غرام يومياً) ومضادات الأكسدة من الفواكه والخضروات الملونة. بعد أسبوع، يتم التحول إلى التركيز على إعادة بناء العضلات من خلال زيادة تناول البروتين إلى 2.0-2.5 غرام لكل كيلوغرام من وزن الجسم، مع التأكيد على توزيع البروتين على مدار اليوم بجرعات 25-30 غرام كل 3-4 ساعات.

المثال الثاني: لاعبة تنس مصابة بكسر إجهادي في عظم الساق

التغذية العلاجية في هذه الحالة تركز على دعم تمعدن العظام من خلال ضمان تناول كافٍ للكالسيوم (1200–1500 مجم يومياً) وفيتامين د (2000–4000 وحدة دولية يومياً). كما يتم التأكيد على البروتين عالي الجودة لدعم تكوين مصفوفة العظام، والمغنيسيوم والزنك لدعم عمليات التمعدن. يتم مراقبة مستويات فيتامين د في الدم شهرياً لضمان الوصول إلى المستويات المثلى.

المثال الثالث: ملاكم مصاب بارتجاج دماغي خفيف

التغذية العلاجية تركز على حماية الدماغ ودعم الشفاء العصبي من خلال زيادة تناول أحماض أوميغا–3 الدهنية، خاصة DHA (1–2 غرام يومياً)، ومضادات الأكسدة القوية مثل فيتامين هـ وفيتامينC. كما يتم التأكيد على الكربوهيدرات المعقدة لضمان إمداد ثابت للجلوكوز للدماغ، وتجنب الكحول والمواد التي قد تؤثر على الشفاء العصبي.

المثال الرابع: سباح مصاب بالتهاب في وتر الكتف

التغذية العلاجية تركز على تقليل الالتهاب ودعم شفاء الأوتار من خلال زيادة تناول الكولاجين (10–15 غرام يومياً) مع فيتامينC لدعم اصطناع الكولاجين. كما يتم التأكيد على مضادات الالتهاب الطبيعية مثل الكركمين والزنجبيل، وتجنب الأطعمة المحفزة للالتهاب مثل السكريات المكررة والدهون المتحولة. يتم مراقبة مستويات الالتهاب من خلال فحوصات دورية لـ CRP وESR.

هذه الأمثلة توضح كيف يمكن تطبيق المبادئ النظرية للتغذية العلاجية في حالات عملية مختلفة، مع التأكيد على أهمية التخصيص الفردي والمراقبة المستمرة لضمان تحقيق أفضل النتائج العلاجية.

الفصل الثاني: الإصابات الرياضية وآليات التعافي:

2. 1 تصنيف الإصابات الرياضية وخصائصها البيولوجية:

تتنوع الإصابات الرياضية في طبيعتها وشدتها وآليات حدوثها، مما يتطلب فهماً عميقاً لخصائصها البيولوجية لتطوير استراتيجيات غذائية مناسبة. وفقاً للإحصاءات الحديثة، يتعرض رياضيو الألعاب القتالية الأولمبية لإصابة واحدة كل 126 دقيقة من المنافسة، مع تباين معدلات الإصابة حسب نوع الرياضة، حيث سُجِّل المصارعة أقل معدل (4.8 إصابة لكل 1000 دقيقة تعرض) بينما تسجل الجودو أعلى معدل (9.6 إصابة لكل 1000 دقيقة تعرض) (Turnagöl *et al.*, 2021).

التصنيف التشريحي للإصابات:

من الناحية التشريحية، تؤثر الإصابات الرياضية على أنسجة مختلفة، كل منها له خصائص بيولوجية وغذائية مميزة. المناطق الأكثر تعرضاً للإصابة تشمل الرأس والرقبة (إصابات دماغ، فقرات رقبية)، تليها طرفا الجسم العلويان والسفليان (التمزقات العضلية الذراعين، إصابات الرباط الصليبي بالرجلين)، بينما أنواع الأنسجة الأكثر تضرراً تشمل الأنسجة السطحية والجلد، تليها الأربطة والكبسولات المفصلية (Turnagöl wt al., 2021).

إصابات العضلات الهيكلية تمثل النسبة الأكبر من الإصابات الرياضية تتراوح النسبة من (45 -60%) من الإصابات الرياضية في الرياضات التنافسية، وتتراوح من التمزقات الدقيقة إلى التمزقات الكاملة. تتطلب هذه الإصابات استراتيجيات غذائية تركز على دعم اصطناع البروتين العضلي ومنع ضمور العضلات أثناء فترة عدم النشاط. في حين تتطلب إصابات الأوتار والأربطة تركيزاً على دعم اصطناع الكولاجين وتحسين مرونة الأنسجة الضامة.

التصنيف الزمني للإصابات:

من الناحية الزمنية، تُصنف الإصابات إلى نوعين: حادة ومزمنة.

أولا: الإصابات الحادة: وهي التي تحدث بشكل مفاجأ، وتتطلب منا سرعة استجابة، واهمها الاستجابة الغذائية الفورية لتقليل الالتهاب ودعم عمليات الشفاء الأولية.

ثانيا: الإصابات المزمنة: وهي الإصابة التي تتطور تدريجياً مع الوقت، تتطلب منا منهج غذائي طويل المدى، الذي يجب أن يركز على تصحيح الخلل الوظيفي الأساسي ومنع تفاقم الحالة وأيضا على المنطقة المقصودة بالعلاج.

2.2 المراحل البيولوجية للتعافي من الإصابات:

عملية التعافي من الإصابات الرياضية تتبع نمطاً بيولوجياً محدداً يتضمن ثلاث مراحل رئيسية، كل منها له خصائص فسيولوجية مميزة وتتطلب دعماً غذائياً متخصصاً. فهم هذه المراحل أساسي لتطوير استراتيجيات غذائية فعالة ومتدرجة.

المرحلة الالتهابية (Inflammatory Phase):

تبدأ هذه المرحلة فور حدوث الإصابة وتستمر عادة من 24 إلى 72 ساعة، وقد تمتد في بعض الحالات إلى أسبوع. الالتهاب، كما يوضح Napolitano (2018)، هو استجابة الجسم الوقائية للعدوى والإصابة ومن الممكن إيضا أن ينتج عن النشاط البدني المكثف، وهو جزء حاسم من عملية الإصلاح التي تجلب العناصر الغذائية والخلايا الصحية إلى الموقع المصاب(Napolitano, 2018).

خلال هذه المرحلة، يحدث تفعيل لشبكة معقدة من الوسائط الالتهابية بما في ذلك البروستاجلاندينات، والليكوترينات، والسيتوكينات الالتهابية مثل IL-1β وTNF-α وIL-6. هذه الوسائط تؤدي إلى توسع الأوعية الدموية(لزيادة تدفق الدم على المنطقة المصابة)، وزيادة النفاذية الوعائية، والدفع بالخلايا المناعية إلى موقع

الإصابة. رغم أن هذه الاستجابة ضرورية للشفاء، إلا أن الالتهاب المفرط أو المطول رغم كونه استجابةً وقائية، إلا أن الالتهاب المفرط يُعطل تدفق الدم ويُتلف الأنسجة السليمة، لذا يمكن أن يؤخر التعافي ويؤدي إلى مضاعفات أخطر.

من الناحية الغذائية، تتطلب هذه المرحلة تركيزاً على مضادات الالتهاب الطبيعية ومضادات الأكسدة مثل (الكركمين، الزنجبيل)لتنظيم الاستجابة الالتهابية دون (فيتامينC ، بوليفينولات). أحماض أوميغا-3 الدهنية تلعب دوراً مهماً في هذه المرحلة من خلال تعزيز اصطناع الوسائط المتخصصة في حل الالتهاب (Specialized Pro-resolving Mediators) مثل الريزولفينات والبروتكتينات، حيث تعمل أحماض أوميغا-3 على تحويل مسارات الأيض من إنتاج البروستاجلاندينات الالتهابية (PGE2) إلى الريزولفينات المحلِّلة للالتهاب(Serhan *et al.*, 2012).

مرحلة التكاثر والإصلاح (Proliferative/Repair Phase):

تحدد نوع وشدة الإصابة موعد بدأ هذه المرحلة عادة بعد 3-5 أيام من الإصابة وتستمر لعدة أسابيع. وخلال هذه المرحلة المهمة، يبدأ الجسم في إزالة الأنسجة التالفة واستبدالها في بناء أنسجة جديدة.

تشمل العمليات الرئيسية تكوين الأوعية الدموية الجديدة (Angiogenesis)، وتكاثر الخلايا الليفية، وترسيب الكولاجين.

اصطناع الكولاجين يمثل عملية حاسمة في هذه المرحلة، حيث يوفر الهيكل الأساسي للأنسجة الجديدة. هذه العملية تتطلب عدة مغذيات أساسية بما في ذلك فيتامين C، الذي يعمل كعامل مساعد لإنزيم prolyl 4-hydroxylase المسؤول عن اصطناع الكولاجين(Murad, 1981)، بالإضافة إلى الزنك (هو عامل مساعد لأنزيمات اصطناع الكولاجين) والنحاس (لوظيفته المهمة في ربط ألياف الكولاجين). كما تتطلب هذه المرحلة كميات كافية من البروتين لتوفير الأحماض الأمينية اللازمة لبناء الأنسجة الجديدة.

تلعب الطاقة دوراً حاسماً في هذه المرحلة، حيث تتطلب عمليات اصطناع البروتين وتكوين الأوعية الدموية كميات كبيرة من ATP. وفقاً لـــ Papadopoulou (2020)، فإن تناول الطاقة يجب أن يكون أعلى من الهدف المطلوب لمحاربة ضمور العضلات الناتج عن الخمول، أي 35-40 كيلو كالوري لكل كيلوغرام من وزن الجسم للرياضي لأنه بحاجة إلى طاقة أعلى لمنع هدم العضلات (Papadopoulou, 2020).

العملية البيولوجية	المغذيات الداعمة	الألية
اصطناع الكولاجين	زنك، نحاس فيتامينC	تنشيط إنزيمات الهيدروكسلة
تكون الأوعية	ارجنين، فيتامين E	تحفيز إنتاج أكسيد النيتريك
منع ضمور العضلات	بروتين ، سعرات عالية	تثبيط مسار اليوبيكويتين-بروتيازوم

مرحلة إعادة التشكيل والنضج (Remodeling/Maturation Phase):

هذه هي المرحلة الأطول في عملية التعافي، وقد تستمر لأشهر أو حتى سنوات اعتماداً على نوع الإصابة.

خلال هذه المرحلة، يتم إعادة تنظيم الأنسجة الجديدة لتحسين قوتها ووظيفتها. الكولاجين الذي تم تكوينه في المرحلة السابقة يتم إعادة ترتيبه وتقويته من خلال تكوين روابط متقاطعة أقوى

تطلب هذه المرحلة (الأطول زمنيًا، 6-24 شهرًا) تنظيمًا دقيقًا بين: إعادة تشكيل ألياف الكولاجين عبر تكوين روابط متقاطعة، تفكيك الأنسجة الليفية غير المنتظمة بواسطة إنزيمات

MMPs يعتمد هذا التوازن على مغذيات حيوية:

الزنك :عامل مساعد لـ MMP-2وMMP-9 المنظِّمة لهدم الكولاجين الزائد (Nagase *et al.*, 2006).

النحاس :ينشط إنزيم ليزيل أوكسيديز المسؤول عن نضج الكولاجين وتقويته.

فيتامين :C يدعم إنتاج بروكولاجين كمادة أولية.

هذه المرحلة تتطلب توازناً دقيقاً بين تكوين الأنسجة الجديدة وإزالة الأنسجة الزائدة أو غير المنظمة. الإنزيمات المعدنية المصفوفية (Matrix Metalloproteinases) تلعب دوراً مهماً في هذه العملية.

2. 3 الآليات الجزيئية للالتهاب والشفاء:

فهم الآليات الجزيئية التي تحكم الالتهاب والشفاء أساسي لتطوير استراتيجيات غذائية موجهة. هذه آلياتٌ معقدةٌ ومتداخلةٌ، وتشمل شبكات من الإشارات الجزيئية المنظمة جميع جوانب الاستجابة للإصابة.

مسار NF-κB والتنظيم الالتهابي

مسار NF-κB (Nuclear Factor kappa B) تعد أهم المسارات التنظيمية للاستجابة الالتهابية. هذا المسار ينظم التعبير عن العديد من الجينات المشاركة في الالتهاب، بما في ذلك السيتوكينات الالتهابية، والكيموكينات، وإنزيمات اصطناع البروستاجلاندينات. تفعيل هذا المسار ضروري للاستجابة الدفاعية الأولية، لكن التفعيل المفرط أو المطول يمكن أن يؤدي إلى التهاب مزمن ضار.

أحماض أوميغا-3 الدهنية، خاصة EPA وDHA، تؤثر على هذا المسار من خلال عدة آليات. تشير الدراسات إلى أن هذه الأحماض الدهنية يمكنها تثبيط تفعيل NF-κB، مما يؤدي إلى تقليل إنتاج الوسائط الالتهابية [10]. هذا التأثير يفسر جزئياً الخصائص المضادة للالتهاب لأحماض أوميغا-3.

مسار mTOR واصطناع البروتين

مسار mTOR (mechanistic Target of Rapamycin) يلعب دوراً حاسماً في تنظيم اصطناع البروتين والنمو الخلوي. هذا المسار حساس لتوافر الأحماض الأمينية، خاصة الليوسين، والطاقة الخلوية. تفعيل mTOR يؤدي إلى زيادة اصطناع البروتين، مما يدعم عمليات الإصلاح وإعادة البناء.

الليوسين حمض أميني متفرع السلسلة، يعتبر محفزاً قوياً لمسار mTOR. الدراسات تشير إلى أن تناول 2.5–3 غرام من الليوسين يمكن أن يحفز اصطناع البروتين العضلي بشكل كبير (Devries and Phillips, 2015)، هذا يفسر لماذا البروتينات عالية الجودة الغنية بالليوسين(مثل بروتين مصل اللبن)، فعالة بشكل خاص في دعم التعافي من الإصابات.

الأنواع الأكسجينية التفاعلية ومضادات الأكسدة:

تلعب الأنواع الأكسجينية التفاعلية (ROS) دوراً مزدوجاً في عملية التعافي. بتراكيز منخفضة، تعمل كجزيئات إشارة مهمة تنظم العديد من العمليات الخلوية بما في ذلك تفعيل عوامل النسخ وتحفيز تولد الأوعية الدموية. بتراكيز عالية تصبح ضارة وتؤدي إلى تلف الخلايا والأنسجة.

كما يوضح Napolitano (2018)، عندما تحدث إصابة أو عند ممارسة التمرين بكثافة عالية لفترة طويلة دون تعافٍ كافٍ، يزداد الاستقلاب الخلوي ويمكن أن يؤدي إلى كميات عالية من ROS داخل الجسم (Napolitano, 2018)، مضادات الأكسدة تعمل على تُحَيِّد فائض الـ ROS وتقي الخلايا من التلف، لكن الإفراط في مضادات الأكسدة يمكن أن يتعارض مع الإشارات الطبيعية المطلوبة للتكيف والشفاء.

2. 4 العوامل المؤثرة على سرعة التعافي:

سرعة التعافي من الإصابات الرياضية تتأثر بعوامل متعددة، بعضها قابل للتعديل من خلال التدخلات الغذائية وبعضها الآخر ثابت. فهم هذه العوامل أساسي لتطوير استراتيجيات غذائية مخصصة وواقعية.

العوامل الفسيولوجية

يعد العمر أحد أهم العوامل المؤثرة على سرعة التعافي، تتراجع كفاءة العديد من العمليات البيولوجية المشاركة في الشفاء مع التقدم في العمر، بما في ذلك اصطناع البروتين، وتولد الأوعية الدموية، والاستجابة المناعية. الأمر الذي يستدعي تعديل الاستراتيجيات الغذائية للرياضيين الأكبر سناً لتعويض هذا الانخفاض في الكفاءة، مثلاً: مثل زيادة كمية البروتين عالي الجودة (1.6–2 غرام/كغم يوميًّا) لمواجهة مقاومة البناء الأيضي في الجسم المرتبطة مع التقدم بالعمر

يؤثر نوع الجنس أيضاً على التعافي، حيث تشير الدراسات إلى وجود اختلافات في الاستجابة الالتهابية واصطناع البروتين بين الذكور والإناث. بسبب الهرمونات الجنسية الخاصة بكلا الجنسين، وبشكل خاص الإستروجين والتستوستيرون، تلعب أدواراً مهمة في تنظيم هذه العمليات (Tiidus, 2000).

حيث يعمل التستوستيرون على تعزيز اصطناعَ البروتين، وهذا السبب يوضح سبب الكتلة العضلية للذكور أكثر من الإناث، بينما يُنظِّم الإستروجين الاستجابةَ الالتهابية، لذلك تكون مناعة النساء أقوى.

العوامل الغذائية:

تؤثر الحالة الغذائية الأساسية للرياضي بشكل كبير على قدرته على التعافي من الإصابات. نقص المغذيات الأساسية، خاصة البروتين والفيتامينات والمعادن، يمكن أن يؤخر الشفاء بشكل كبير. وفقاً لـ Kozjek et al. (2025) ، فإن التغذية غير الكافية والإجهاد المكثف في الرياضيين يرفع خطر الخلل المناعي والإصابة والمرض مثلاً: نقص فيتامين D أو الزنك يُضعف التئام الأنسجة.

يؤدي توازن الطاقة دوراً حاسماً في التعافي. كما يشير Papadopoulou (2020)، فإن التوازن السلبي للطاقة يسرع فقدان العضلات، خاصة في فترة الخمول أو أنعدم الحركة [3]. فمثلاً: انخفاض 30 كيلو كالوري بشكل يومي يؤدي إلى تهديد الكتلة العضلية لدى الفرد، ومن ناحية أخرى الإفراط في تناول الطاقة يمكن أن يؤدي إلى زيادة ترسب الدهون دون إفادة تُذكر للتعافي.

العوامل البيئية والنفسية:

يمكن أن يؤثر الإجهاد النفسي سلباً على التعافي من خلال تأثيره على الهرمونات والجهاز المناعي. الكورتيزول هرمون الإجهاد الأساسي، يمكن أن يثبط اصطناع البروتين ويؤخر الشفاء عند ارتفاعه لفترات طويلة (Sapolsky wt al., 2000)، ومن الممكن تخفيضه من خلال ممارسة رياضات معينة كاليوغا (تقنيات التأمل).

تؤثر جودة النوم أيضاً على التعافي، حيث تحدث معظم عمليات الإصلاح والتجديد أثناء النوم العميق. يمكن أن يؤثر نقص النوم على إفراز هرمون النمو و IGF-1، وهما مهمان لعمليات الإصلاح(Dattilo *et al.*, 2011)، يجب أن تكون ساعات النوم بين 7–9 ساعات يوميا ليلاً، ليساعد على إفراز الميلاتونين.

2. 5 التحديات الخاصة في التعافي من الإصابات الرياضية:

الرياضيون يواجهون تحديات خاصة في التعافي من الإصابات تختلف عن عامة السكان. هذه التحديات تتطلب نُهجاً غذائية متخصصة ومبتكرة.

ضمور العضلات المحفز بعدم الاستخدام

أحد أهم التحديات التي يواجهها الرياضيون المصابون هو ضمور العضلات الناتج عن عدم الاستخدام. وفقاً لـ Papadopoulou (2020)، فإن الإصابات والجراحات تتطلب فترة طويلة من عدم الحركة، مما يؤدي إلى ضمور عضلي بمعدل 0.5% يومياً، مصحوباً بانخفاض 50% في اصطناع البروتين العضلي (Papadopoulou, 2020).

هذا الضمور السريع يمكن أن يؤدي إلى فقدان 150-400 غرام من نسيج العضلات من الساق خلال الأسبوعين الأولين من عدم الحركة. فقدان 8% من عضلة الفخذ الرباعية يمكن أن يؤدي إلى انخفاض 23% في قوة العضلات، مما يؤثر بشكل كبير على الأداء الوظيفي.

المقاومة الأنابولية:

تشكل المقاومة الأنابولية تحدي رئيس للرياضيين المصابين. هذه الظاهرة تشير إلى تراجع استجابة العضلات للمحفزات الأنابولية مثل البروتين والأحماض الأمينية.

احتمالية أن تضعف المقاومة الأنابولية من اصطناع البروتين العضلي بنسبة قد تصل إلى 20%، مما يؤثر بشكل مباشر على معدل التعافي (National Athletic Trainers' Association, 2020).

للتغلب على هذا التحدي، قد تَبرِز الحاجة لزيادة تناول البروتين لمستويات أعلى من المعتاد. الدراسات تشير إلى أن الرياضيين المصابين قد يحتاجون إلى 2.0-2.5 غرام من البروتين لكل كيلوغرام من وزن الجسم يومياً، توزع على عدة وجبات لكل وجبة من 20-40 غرام، مقابل بـ 1.2-1.7 غرام للرياضيين الأصحاء (Moore *et al.*, 2009).

التحديات النفسية والسلوكية:

الإصابة تؤثر في الحالة النفسية للرياضي، مما قد يؤثر في سلوكياته الغذائية. القلق والاكتئاب شائعان بين الرياضيين المصابين، وقد يؤديان إلى تغييرات في الشهية وأنماط الأكل. بعض الرياضيين قد يفقدون الشهية، بينما آخرون قد يلجؤون إلى الأكل الانفعالي.

تشير الرابطة الوطنية للمدربين الرياضيين (NATA) إن الرياضيين المصابين يفقدون السيطرة على جوانب مهمة من الخطة العلاجية، لأن اتباع أوامر الأطباء والراحة قد تكون صعبة جداً على الرياضيين الذين اعتادوا على التدريب بمستويات عالية (National Athletic Trainers' Association, 2020)، الخبر الجيد هنا إن التغذية جزء رئيس من خطة علاج الإصابة.

أمثلة عملية للتطبيق:

المثال الأول: لاعب كرة سلة مصاب بتمزق في الرباط الصليبي الأمامي

هذه الإصابة تتطلب جراحة إعادة بناء وفترة تأهيل طويلة. في المرحلة الالتهابية الأولى (أول 3-5 أيام بعد الجراحة)، يتم التركيز على تقليل الالتهاب من خلال زيادة تناول أحماض أوميغا-3 (3 غرام يومياً) ومضادات الأكسدة من المصادر الطبيعية. في مرحلة الإصلاح (الأسابيع 2-8)، يتم زيادة تناول البروتين إلى 2.2 غرام/كجم/يوم مع التركيز على الليوسين (3 غرام مع كل وجبة بروتين). في مرحلة إعادة التشكيل (الشهور 3-6)، يتم التركيز على دعم تكوين الكولاجين من خلال فيتامينC (1 غرام يومياً) والكولاجين المتحلل (15 غرام يومياً).

المثال الثاني: عداءة ماراثون مصابة بكسر إجهادي في عظم الشظية

هذه الإصابة تتطلب راحة كاملة من الجري لمدة 6–8 أسابيع. التحدي الرئيسي هو منع فقدان الكتلة العضلية والعظمية أثناء فترة عدم النشاط. يتم زيادة تناول البروتين إلى 2.0 غرام/كجم/يوم مع توزيع متساوٍ على مدار اليوم. كما يتم التأكيد على الكالسيوم (1500 مجم يومياً) وفيتامين د (4000 وحدة دولية يومياً) لدعم شفاء العظام. يتم مراقبة مستويات فيتامين د شهرياً للتأكد من الوصول إلى المستوى المثلى (>75 nmol/L).

المثال الثالث: لاعب هوكي مصاب بارتجاج دماغي

الارتجاج الدماغي يتطلب نهجاً غذائياً متخصصاً يركز على حماية الدماغ ودعم الشفاء العصبي. يتم زيادة تناول DHA إلى 2 غرام يومياً لدعم سلامة أغشية الخلايا العصبية. كما يتم التأكيد على مضادات الأكسدة القوية مثل فيتامين هـ (400 وحدة دولية يومياً) والكركمين (1 غرام يومياً). يتم تجنب الكحول تماماً وتقليل الكافيين لتجنب التداخل مع الشفاء العصبي. يتم مراقبة الأعراض العصبية بعناية وتعديل النظام الغذائي حسب الاستجابة.

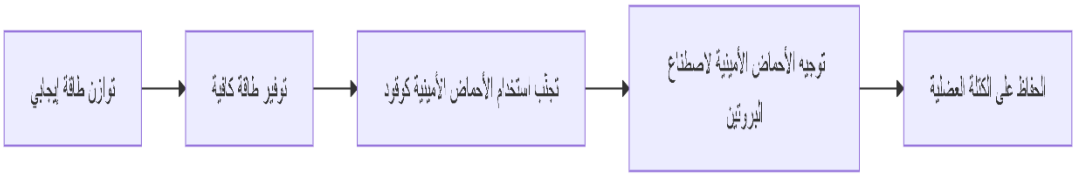
المثال الرابع: لاعبة جمباز مصابة بالتهاب مزمن في وتر أخيل

هذه الإصابة المزمنة تتطلب نهجاً طويل المدى يركز على تقليل الالتهاب المزمن ودعم شفاء الأوتار. يتم تطبيق نظام غذائي مضاد للالتهاب يتضمن زيادة أحماض أوميغا–3 (2 غرام يومياً) وتقليل أحماض أوميغا–6 من الزيوت النباتية المكررة. كما يتم التأكيد على الكولاجين المتحلل (10 غرام يومياً قبل التدريب بساعة) مع فيتامينC لدعم اصطناع الكولاجين في الأوتار. يتم تجنب الأطعمة المحفزة للالتهاب مثل السكريات المكررة والأطعمة المصنعة. يتم مراقبة مؤشرات الالتهاب (CRP, ESR) كل شهرين لتقييم الاستجابة للعلاج الغذائي.

الفصل الثالث: المغذيات الكبرى والتعافي:

3. 1 البروتين واصطناع العضلات أثناء التعافي:

يحتل البروتين موقعاً مركزياً في استراتيجيات التغذية العلاجية للإصابات الرياضية، نظراً لدوره الأساسي في عمليات الإصلاح وإعادة البناء النسيجي. وفقاً لـ Papadopoulou (2020)، فإن البروتين يلعب دوراً حاسماً في الحفاظ على كتلة العضلات أثناء فترة عدم النشاط، حيث أن توازن الطاقة يلعب دوراً محوريا في منع أكسدة الأحماض الأمينية، بل استخدامها لاصطناع البروتين العضلي.



الاحتياجات الكمية للبروتين أثناء التعافي:

تختلف الاحتياجات البروتينية للرياضيين المصابين عن الرياضيين الأصحاء بشكل ملحوظ. بينما يحتاج الرياضيون الأصحاء إلى 1.2-1.7 غرام من البروتين لكل كيلوغرام من وزن الجسم يومياً، فإن الرياضيين المصابين قد يحتاجون إلى 1.6-2.5 غرام/كغم/يوم اعتماداً على نوع وشدة الإصابة(Moore *et al.*, 2009). هذه الزيادة ضرورية لعدة أسباب:

1- تتطلب عمليات الإصلاح النسيجي كميات إضافية من الأحماض الأمينية كوحدات بناء أساسية للبروتينات الجديدة.

2- إن تراجع حساسية mTOR للأحماض الأمينية التي تحدث أثناء فترة الخمول، تتطلب كميات أكبر من البروتين لإحداث استجابة مماثلة.

3- يزيد الالتهاب من معدل تكسير البروتين، مما يتطلب تعويضاً إضافياً.

جودة البروتين والتركيب الأميني:

جودة البروتين لا تقل أهمية عن الكمية في سياق التعافي من الإصابات. البروتينات عالية الجودة التي تحتوي على جميع الأحماض الأمينية الأساسية بنسب مثلى تكون أكثر فعالية في دعم عمليات الإصلاح. بروتين مصل اللبن يعتبر المعيار الذهبي نظراً لمحتواه العالي من الليوسين وسرعة امتصاصه.

الليوسين، وهو حمض أميني متفرع السلسلة، يلعب دوراً خاصاً في تحفيز اصطناع البروتين العضلي من خلال تفعيل مسار mTOR. الدراسات تشير إلى أن تناول 2.5-3 غرام من الليوسين مع كل وجبة بروتين يمكن أن يحفز اصطناع البروتين العضلي بشكل مثلى(Devries and Phillips, 2015). هذا يعادل تقريباً 25-30 غرام من بروتين مصل اللبن عالي الجودة.

توقيت تناول البروتين:

توقيت تناول البروتين يؤثر تأثيراً كبيراً في تحسين الاستفادة منه. مفهوم "النافذة الأنابولية" يشير إلى الفترة التي تلي التمرين مباشرة والتي تكون فيها استجابة العضلات أعلى للمحفزات الأنابولية. رغم أن الرياضيين المصابين قد لا يمارسون الأنشطة البدنية الاعتيادية، إلا أن توزيع البروتين على مدار اليوم يبقى مهماً.

التوصية الحالية هي توزيع البروتين على 4-6 وجبات يومياً، بحيث تحتوي كل وجبة على 25-40 غرام من البروتين عالي الجودة. هذا التوزيع يحقق إمداداً متواصلاً للأحماض الأمينية ويحافظ على معدل اصطناع البروتين العضلي مرتفعاً على طوال اليوم (24 ساعة)، مما يسهم في زيادة اصطناع البروتين بنسبة 25% مقارنة بوجبتين فقط، وايضاً الوجبة الغنية بالكازين تدعم التعافي قبل النوم.

3. 2 الكربوهيدرات ودورها في التعافي:

رغم أن البروتين يحظى بالاهتمام الأكبر في سياق التعافي من الإصابات، إلا أن الكربوهيدرات تؤدي وظائف حيوية لا يجب إهمالها. وفقاً لـ(Papadopoulou (2020، فإن تناول الطاقة يجب أن يكون أعلى من الهدف المطلوب لمقاومة الضمور العضلي أي 25-30 كيلو كالوري لكل كيلوغرام من وزن الجسم.

الكربوهيدرات كمصدر للطاقة:

عمليات الإصلاح والتجديد النسيجي تستهلك طاقة كبيرة. اصطناع البروتين، على سبيل المثال، عملية تستهلك طاقة كبيرة تتطلب 5-6 جزيئات ATP لكل رابطة ببتيدية تتكون. الكربوهيدرات توفر مصدرًا سريع الامتصاص للطاقة، مما يضمن توفر ATP الكافي لدعم هذه العمليات.

كما أن الكربوهيدرات تلعب دوراً في الحفاظ على البروتين من خلال تأثيرها على الأنسولين. الأنسولين هرمون أنابولي قوي يحفز اصطناع البروتين ويثبط تكسيره. تناول الكربوهيدرات يحفز إفراز الأنسولين، مما يخلق بيئة أنابولية داعمة للإصلاح والنمو.

نوع وتوقيت الكربوهيدرات:

نوع الكربوهيدرات المتناولة يؤثر على استجابة الأنسولين ومعدل توفر الطاقة. الكربوهيدرات المعقدة ذات المؤشر الجلايسيمي المنخفض توفر إمداداً مستمراً للطاقة دون تقلبات حادة في مستوى السكر في الدم. هذا مهم بشكل خاص للرياضيين المصابين الذين قد يكونون أقل نشاطاً وبالتالي أقل قدرة على التعامل مع التقلبات الحادة في الجلوكوز. نسبة الكربوهيدرات إلى البروتين المثالية في الوجبة3 : 1.

الكربوهيدرات البسيطة قد تكون مفيدة في أوقات محددة، خاصة بعد جلسات العلاج الطبيعي أو التمارين التأهيلية، حيث يمكنها تحفيز إفراز الأنسولين بسرعة ودعم عمليات الاستشفاء.

3.3 الدهون والتحكم في الالتهاب:

تلعب الدهون دوراً معقداً في التعافي من الإصابات، حيث يمكن أن تكون مفيدة أو ضارة اعتماداً على نوعها وكميتها. فهم هذا الدور أساسي لتطوير استراتيجيات غذائية فعالة.

أحماض أوميغا-3 الدهنية:

أحماض أوميغا-3 الدهنية، خاصة EPA وDHA، تعد الأكثر أهمية في سياق التعافي من الإصابات. هذه الأحماض الدهنية تؤثر على الالتهاب من خلال عدة آليات.

1- تتنافس مع أحماض أوميغا-6 على نفس الإنزيمات، مما يقلل من إنتاج الوسائط الالتهابية مثل البروستاغلاندين(PGE_2) E_2 والليكوترين B4.

2- أحماض أوميغا-3 تعمل كمواد خام لاصطناع الوسائط المتخصصة في حل المناعي (SPMs) مثل الريزولفينات والبروتكتينات والماريسينات (Serhan *et al.*, 2018)، هذه المركبات تلعب دوراً حاسماً في حل الالتهاب بشكل فيزيولوجي منظم، مما يسمح للأنسجة بالانتقال من مرحلة الالتهاب إلى مرحلة الإصلاح.

التوصية الحالية للرياضيين المصابين هي تناول 2-3 غرام من أحماض أوميغا-3 يومياً، مع نسبة EPA: DHA تتراوح بين 2:1 إلى 3:1. هذه الجرعة أعلى من التوصيات العامة نظراً للحاجة المتزايدة لمضادات الالتهاب أثناء فترة التعافي.

أحماض أوميغا-6 والتوازن الالتهابي:

تعد أحماض أوميغا-6 الدهنية، خاصة حمض الأراكيدونيك، مواد خام لاصطناع الوسائط الالتهابية. رغم أن بعض الالتهابات ضرورية لعمليات الشفاء، إلا أن الاستهلاك المفرط لأوميغا-6 يمكن أن يؤدي إلى التهاب مفرط ومطول.

النسبة المثلى بين أوميغا-6 وأوميغا-3 في النظام الغذائي يجب أن تكون حوالي 4:1 أو أقل. في الأنظمة الغذائية الغربية التقليدية، هذه النسبة غالباً ما تكون 15:1 أو أعلى، مما يخلق حالة إلتهابية جهازية. للرياضيين المصابين، تقليل هذه النسبة من خلال زيادة أوميغا-3 وتقليل أوميغا-6 يمكن أن يعزز كفاءة التعافي.

3. 4 متطلبات الطاقة الإجمالية أثناء التعافي:

تحديد متطلبات الطاقة الإجمالية للرياضيين المصابين يمثل تحدياً مركباً يتطلب موازنة عدة عوامل متضاربة. من جهة، انخفاض النشاط البدني يقلل من متطلبات الطاقة. من جهة أخرى، عمليات الشفاء والإصلاح تتطلب طاقة إضافية.

العوامل المؤثرة على متطلبات الطاقة:

معدل الأيض أثناء الراحة قد يتغير أثناء فترة التعافي بسبب عدة عوامل، أهمها الالتهاب يمكن أن يرفع معدل الأيض بنسبة 10-15%، بينما فقدان الكتلة العضلية يُخفضه. الأدوية المستخدمة في العلاج، مثل مضادات الالتهاب غير الستيرويدية، قد تؤثر أيضاً على الأيض. مثال: مضادات الالتهاب غير الستيرويدية (ايبوبروفين)تثبط تكوين البروستاسيكلين مما قد يُضعف التروية الدموية للأنسجة المتضررة.

نوع الإصابة يؤثر على متطلبات الطاقة. الإصابات التي تتطلب جراحة تزيد الاحتياج الطاقي من 25-50%، حيث يمكن أن تزيد الجراحة من معدل الأيض بنسبة 20-30% لعدة أسابيع. الإصابات المتعددة أو المعقدة تتطلب طاقة أكثر من الإصابات البسيطة.

التوصيات العملية:

وفقاً لـ Papadopoulou (2020)، فإن تناول الطاقة يجب أن يكون 25-30 كيلو كالوري لكل كيلوغرام من وزن الجسم لمحاربة الضمور العضلي، هذه التوصية تأخذ في الاعتبار الحاجة لدعم عمليات الإصلاح مع تجنب زيادة الوزن المفرطة.

للرياضيين الذين يخضعون لجراحة، قد تكون هناك حاجة لزيادة تناول الطاقة إلى 30-35 كيلو كالوري/كجم في الأسابيع الأولى بعد الجراحة، بعد ذلك، يمكن تعديل تناول الطاقة تدريجياً بناءً على معدل التعافي ومستوى النشاط.

أمثلة عملية للتطبيق

المثال الأول: لاعب كرة قدم أمريكية مصاب بكسر في عظم الترقوة

هذا الرياضي يزن 95 كجم ويحتاج لجراحة لتثبيت الكسر. في الأسبوع الأول بعد الجراحة، يتم تحديد احتياجاته من الطاقة بـ 32 كيلو كالوري/كجم (3040 كيلو كالوري يومياً) والبروتين بـ 2.2 غرام/كجم (209 غرام يومياً). يتم توزيع البروتين على 6 وجبات، كل وجبة تحتوي على 35 غرام بروتين. الكربوهيدرات تشكل 45% من إجمالي الطاقة (342 غرام)، والدهون 30% (101 غرام) مع التأكيد على 3 غرام أوميغا-3 يومياً.

المثال الثاني: عداءة مسافات طويلة مصابة بمتلازمة الإجهاد الظنبوبي

هذه الرياضية تزن 55 كجم وتحتاج لراحة من الجري لمدة 6 أسابيع. احتياجاتها من الطاقة تقدر بـ 28 كيلو كالوري/كجم (1540 كيلو كالوري يومياً) والبروتين بـ 1.8 غرام/كجم (99 غرام يومياً). التركيز على الكربوهيدرات المعقدة لتوفير طاقة مستدامة، مع 2 غرام أوميغا-3 يومياً لتقليل الالتهاب. يتم مراقبة وزن الجسم أسبوعياً لتجنب زيادة الوزن أثناء فترة عدم النشاط.

المثال الثالث: لاعب تنس مصاب بتمزق جزئي في عضلة الساعد

هذا الرياضي يزن 78 كجم ولا يحتاج لجراحة. احتياجاته من الطاقة تقدر بـ 27 كيلو كالوري/كجم (2106 كيلو كالوري يومياً) والبروتين بـ 2.0 غرام/كجم (156 غرام يومياً). يتم التأكيد على البروتين عالي الجودة مع 3 غرام ليوسين مع كل وجبة رئيسية. الكربوهيدرات تشكل 50% من الطاقة لدعم التعافي، مع تجنب السكريات البسيطة لتقليل الالتهاب.

المثال الرابع: لاعبة جمباز مصابة بالتهاب في مفصل الرسغ

هذه الرياضية تزن 48 كجم وتعاني من التهاب مزمن. احتياجاتها من الطاقة تقدر بـ 26 كيلو كالوري/كجم (1248 كيلو كالوري يومياً) والبروتين بـ 1.6 غرام/كجم (77 غرام يومياً). التركيز على نظام غذائي مضاد للالتهاب مع نسبة أوميغا-6: أوميغا-3 لا تتجاوز 3:1. تجنب الأطعمة المصنعة والسكريات المكررة، مع زيادة تناول الفواكه والخضروات الغنية بمضادات الأكسدة.

الفصل الرابع: المغذيات الدقيقة والشفاء:

4. 1 الفيتامينات ودورها في التعافي:

تلعب الفيتامينات أدواراً حاسمة في عمليات التعافي من الإصابات الرياضية، حيث تعمل كعوامل مساعدة في العديد من التفاعلات البيوكيميائية المشاركة في الشفاء. وفقاً لـ Ghazzawi *et al.* (2023)، فإن المغذيات الدقيقة تلعب أدواراً مهمة في الأداء الرياضي والتعافي، وأن نقصها يمكن أن يؤثر سلباً على هذه العمليات.

فيتامين C واصطناع الكولاجين:

يحتل فيتامينC موقعاً محوريا في عمليات الشفاء نظراً لدوره الأساسي في اصطناع الكولاجين. هذا الفيتامين يعمل كعامل مساعد لإنزيمي prolyl 4-hydroxylase وlysyl hydroxylase، اللذين يلعبان دوراً حاسماً في تكوين الكولاجين امستقر (Murad *et al.*, 1981)، بدون فيتامينC، لا يمكن تكوين كولاجين قوي ومستقر، مما يؤدي إلى ضعف في الأنسجة الضامة وبطء في الشفاء.

الاحتياجات من فيتامينC تزداد بشكل كبير أثناء فترة التعافي من الإصابات. بينما التوصية العامة للبالغين هي 90 مجم يومياً للرجال و75 مجم للنساء، فإن الرياضيين المصابين قد يحتاجون إلى 250-1000 مجم يومياً اعتماداً على نوع وشدة الإصابة. هذه الزيادة ضرورية لدعم الطلب المتزايد على اصطناع الكولاجين ولتعويض الفقد المتزايد بسبب الإجهاد التأكسدي.

فيتامين د وصحة العظام والعضلات:

يلعب فيتامين د أدواراً متعددة في التعافي من الإصابات، خاصة تلك المتعلقة بالعظام والعضلات. هذا الفيتامين ينظم امتصاص الكالسيوم والفوسفور، ويؤثر في تمعدن العظام، ويلعب دوراً في وظائف العضلات والجهاز المناعي. وفقاً لـ Kozjek *et al.* (2025)، فإن التوصية لفيتامين د للرياضيين تتراوح بين 1000-4000 وحدة دولية يومياً، هذا المستوى أعلى من التوصيات العامة نظراً للاحتياجات المتزايدة للرياضيين والدور المهم لفيتامين د في التعافي.

نقص فيتامين د شائع بين الرياضيين، خاصة أولئك الذين يتدربون في الأماكن المغلقة أو في المناطق ذات التعرض المحدود لأشعة الشمس. هذا النقص يمكن أن يؤثر سلباً على شفاء العظام، وقوة العضلات، ووظائف المناعة، مما يؤخر التعافي من الإصابات.

فيتامينات ب المعقدة والأيض الطاقوي:

تلعب فيتامينات ب المعقدة أدواراً حاسمة في الأيض الطاقوي واصطناع البروتين، مما يجعلها مهمة للتعافي من الإصابات. فيتامين B6 (البيريدوكسين) يشارك في أيض الأحماض الأمينية واصطناع البروتين، بينما فيتامين B12 والفولات ضروريان لاصطناع DNA وتكوين خلايا الدم الحمراء.

وفقاً لـــ Ghazzawi *et al.* (2023)، فإن فيتامين B6 يلعب دوراً مهماً في أيض البروتين والجليكوجين، وأن الاحتياجات منه تزداد مع زيادة تناول البروتين ، للرياضيين المصابين الذين يتناولون كميات عالية من البروتين، قد تكون هناك حاجة لزيادة تناول فيتامين B6 من 1.5-2.0 مجم يومياً.

فيتامين هـ ومضادات الأكسدة:

فيتامين هـــ يعتبر أحد أهم مضادات الأكسدة الذائبة في الدهون، ويلعب دوراً مهماً في حماية أغشية الخلايا من الإجهاد التأكسدي. أثناء التعافي من الإصابات، تزداد مستويات الأنواع الأكسجينية التفاعلية، مما يزيد من الحاجة لمضادات الأكسدة.

التوصية للرياضيين المصابين هي 200-400 وحدة دولية من فيتامين هـــ يومياً، مع التأكيد على الحصول عليه من مصادر طبيعية متنوعة. الإفراط في فيتامين هـ يمكن أن يتداخل مع فيتامين ك ويؤثر على تخثر الدم، لذا يجب تجنب الجرعات العالية جداً.

4. 2 المعادن وبناء الأنسجة:

تلعب المعادن أدواراً أساسية في عمليات بناء وإصلاح الأنسجة، وتعمل كعوامل مساعدة في العديد من الإنزيمات المشاركة في الشفاء. نقص هذه المعادن يمكن أن يؤثر بشكل كبير على سرعة وجودة التعافي.

الزنك وشفاء الجروح:

يعد الزنك أحد أهم المعادن للتعافي من الإصابات، حيث يشارك في أكثر من 300 تفاعل إنزيمي في الجسم. هذا المعدن ضروري لاصطناع البروتين، وتكوين الكولاجين، ووظائف المناعة، وشفاء الجروح.

وفقاً لـــ Kozjek *et al.* (2025)، فإن التوصية للزنك للرياضيين تتراوح بين 8-11 مجم يومياً للنساء و11-15 مجم للرجال، أثناء فترة التعافي من الإصـــابات، قد تكون هناك حاجة لزيادة هذه الكمية إلى 15-20 مجم يومياً لدعم عمليات الشفاء المتزايدة.

نقص الزنك يؤدي إلى بطء في شـفاء الجروح، وضـعف في الاسـتجابة المناعية، وانخفاض في اصـطناع البروتين. الرياضيون معرضون لخطر نقص الزنك بسبب الفقد المتزايد من خلال العرق والبول، خاصة أولئك الذين يتبعون أنظمة غذائية نباتية أو منخفضة اللحوم.

الحديد ونقل الأكسجين:

الحديد ضـــروري لتكوين الهيموجلوبين والميوجلوبين، وبالتالي لنقل الأكســـجين إلى الأنســـجة. أثناء التعافي من الإصابات، تزداد الحاجة للأكسجين لدعم عمليات الأيض المتزايدة والشفاء.

نقص الحديد شائع بين الرياضيين، خاصة النساء والرياضيين الذين يمارسون رياضات التحمل. هذا النقص يمكن أن يؤثر على قدرة الأنسجة على الحصول على الأكسجين الكافي، مما يؤخر عمليات الشفاء.

التوصية للحديد تختلف بشكل كبير بين الرجال والنساء. الرجال يحتاجون إلى 8 مجم يومياً، بينما النساء في سن الإنجاب يحتجن إلى 18 مجم. الرياضيون قد يحتاجون إلى كميات أعلى بنسبة 30-70% من هذه التوصيات بسبب الفقد المتزايد والاحتياجات المتزايدة.

الكالسيوم والمغنيسيوم لصحة العظام:

يعمل الكالسيوم والمغنيسيوم معاً لدعم صحة العظام ووظائف العضلات. الكالسيوم هو المكون الأساسي للعظام والأسنان، بينما المغنيسيوم ضروري لتفعيل فيتامين د وتنظيم أيض الكالسيوم.

وفقاً لـــ Kozjek *et al.* (2025)، فإن التوصية للكالسيوم للرياضيين تتراوح بين 1000-1300 مجم يومياً، بينما المغنيسيوم يحتاج إلى 310-420 مجم يومياً، للرياضيين المصابين بكسور أو إصابات عظمية، قد تكون هناك حاجة لزيادة تناول الكالسيوم إلى 1200-1500 مجم يومياً.

النسبة بين الكالسيوم والمغنيسيوم مهمة، حيث يجب أن تكون حوالي 2:1 إلى 3:1. الإفراط في الكالسيوم دون مغنيسيوم كافٍ يمكن أن يؤدي إلى مشاكل في امتصاص المغنيسيوم ووظائف العضلات.

4. 3 مضادات الأكسدة ومكافحة الالتهاب:

تلعب مضادات الأكسدة دوراً معقداً في التعافي من الإصابات، حيث يجب تحقيق توازن دقيق بين حماية الخلايا من الإجهاد التأكسدي والسماح للإشارات التأكسدية الطبيعية بالحدوث.

الفلافونويدات والمركبات الفينولية

الفلافونويدات هي مجموعة من المركبات النباتية التي تمتلك خصائص قوية مضادة للأكسدة ومضادة للالتهاب. هذه المركبات توجد بكثرة في الفواكه والخضروات الملونة، والشاي الأخضر، والتوت، والعنب.

الكيرسيتين، وهو أحد أهم الفلافونويدات، يمتلك خصائص مضادة للالتهاب قوية ويمكن أن يساعد في تقليل الألم والتورم المرتبطين بالإصابات. الدراسات تشير إلى أن تناول 500-1000 مجم من الكيرسيتين يومياً يمكن أن يقلل من مؤشرات الالتهاب ويحسن التعافي.

الأنثوسيانينات، الموجودة في التوت الأزرق والكرز الحامض، تمتلك خصائص مضادة للالتهاب ومسكنة للألم. تناول عصير الكرز الحامض أو مكملات الأنثوسيانينات يمكن أن يساعد في تقليل الألم العضلي وتسريع التعافي.

الكركمين والزنجبيل:

الكركمين، المركب النشط في الكركم، يعتبر أحد أقوى مضادات الالتهاب الطبيعية. هذا المركب يثبط عدة مسارات التهابية، بما في ذلك NF-κB وCOX-2، مما يقلل من إنتاج الوسائط الالتهابية.

التحدي مع الكركمين هو امتصاصه المحدود. لتحسين الامتصاص، يُنصح بتناوله مع الفلفل الأسود (البيبيرين) أو مع الدهون. الجرعة الموصى بها تتراوح بين 500-1000 مجم يومياً من الكركمين المعياري، أو 80-500 مجم من مستخلص الكركمين عالي التوافر البيولوجي.

الزنجبيل يمتلك أيضاً خصائص مضادة للالتهاب ومسكنة للألم. المركبات النشطة في الزنجبيل، مثل الجينجيرول والشوجاول، تثبط إنتاج البروستاجلاندينات والليكوترينات. تناول 1-3 غرام من الزنجبيل يومياً يمكن أن يساعد في تقليل الألم والالتهاب.

4.4 التوصيات الغذائية المحددة:

بناءً على الأدلة العلمية المتاحة، يمكن تطوير توصيات غذائية محددة للمغذيات الدقيقة أثناء فترة التعافي من الإصابات الرياضية.

البروتوكول الأساسي للمغذيات الدقيقة:

المغذي	الجرعة اليومية	التوقيت	الملاحظات
فيتامينC	500-1000 مغم	مقسمة على جرعتين	مع الوجبات لتحسين الامتصاص
فيتامين د	2000-4000وحدة دولية	مع وجبة تحتوي على دهون	مراقبة مستوى الدم شهرياً
الزنك	15-20 مجم	مع الطعام	تجنب مع الكالسيوم والحديد
المغنيسيوم	400-600 مغم	قبل النوم	يساعد على الاسترخاء والنوم
أوميغا-3	2-3 غرام	مع الوجبات	نسبة EPA:DHA = 2:1
الكركمين	500-1000 مجم	مع الطعام والفلفل الأسود	لتحسين الامتصاص

التخصيص حسب نوع الإصابة:

إصابات العظام تتطلب تركيزاً إضافياً على الكالسيوم (1200-1500 مجم)، وفيتامين د (3000-4000 وحدة دولية)، وفيتامين ك (90-120 ميكروغرام). إصابات الأنسجة الرخوة تستفيد من زيادة فيتامينC (750-1000 مجم) والزنك (20 مجم). الإصابات الالتهابية تتطلب تركيزاً على مضادات الالتهاب الطبيعية مثل الكركمين والأوميغا-3.

أمثلة عملية للتطبيق:

المثال الأول: لاعب كرة طائرة مصاب بكسر في إصبع اليد

هذا الرياضي يحتاج لدعم شفاء العظام من خلال زيادة الكالسيوم إلى 1400 مجم يومياً، وفيتامين د إلى 3500 وحدة دولية، وفيتامين ك إلى 110 ميكروغرام. كما يتم إضافة المغنيسيوم (500 مجم) والزنك (18 مجم) لدعم تمعدن العظام. يتم مراقبة مستوى فيتامين د في الدم كل 6 أسابيع للتأكد من الوصول إلى المستوى المثلى.

المثال الثاني: سباحة مصابة بالتهاب في وتر الكتف

هذه الرياضية تحتاج لنظام مضاد للالتهاب يتضمن أوميغا-3 (2.5 غرام يومياً)، والكركمين (750 مجم مع البيبيرين)، وفيتامينC (800 مجم). كما يتم إضافة الزنجبيل (2 غرام يومياً) والكيرسيتين (500 مجم) لتعزيز التأثير المضاد للالتهاب. يتم تجنب الأطعمة المحفزة للالتهاب مثل السكريات المكررة والدهون المتحولة.

المثال الثالث: لاعب ملاكمة مصاب بجرح عميق في الوجه

هذا الرياضي يحتاج لدعم شفاء الجروح من خلال زيادة فيتامينC إلى 1000 مجم يومياً، والزنك إلى 20 مجم، وفيتامين أ إلى 5000 وحدة دولية. كما يتم إضافة البروتين عالي الجودة (2.5 غرام/كجم) لدعم اصطناع الكولاجين. يتم مراقبة شفاء الجرح أسبوعياً وتعديل النظام الغذائي حسب معدل الشفاء.

المثال الرابع: عداءة مصابة بفقر الدم الناتج عن نقص الحديد

هذه الرياضية تحتاج لعلاج نقص الحديد من خلال تناول 65 مجم من الحديد الأولي يومياً مع فيتامينC (200 مجم) لتحسين الامتصاص. يتم تجنب تناول الحديد مع الكالسيوم أو الشاي أو القهوة. كما يتم إضافة فيتامين B12 (2.4 ميكروغرام) والفولات (400 ميكروغرام) لدعم تكوين خلايا الدم الحمراء. يتم مراقبة مستوى الهيموجلوبين والفيريتين شهرياً لتقييم الاستجابة للعلاج.

الخاتمة والتوصيات:

الخلاصة العامة:

يمثل هذا البحث محاولة شاملة لتطوير فهم متكامل للأسس النظرية للتغذية العلاجية في تسريع التعافي من الإصابات الرياضية. من خلال مراجعة الأدبيات العلمية الحديثة وتحليل الآليات البيولوجية المعقدة التي تحكم عمليات الشفاء، تمكنا من تطوير إطار نظري شامل يربط بين المعرفة العلمية الأساسية والتطبيقات العملية في مجال التغذية الرياضية العلاجية.

لقد أظهر البحث أن التغذية العلاجية تتجاوز حدود التغذية الرياضية التقليدية لتشمل التدخل المباشر في العمليات البيولوجية المرضية والشفائية. هذا المجال المتخصص يتطلب فهماً عميقاً للتفاعلات المعقدة بين المغذيات والآليات الجزيئية التي تحكم عمليات الإصلاح والتجديد النسيجي. الأدلة العلمية المتاحة تدعم بقوة الدور الحاسم للتغذية المتخصصة في تحسين نتائج التعافي وتقليل فترات الغياب عن النشاط الرياضي.

النتائج :

أولاً: الأسس النظرية للتغذية العلاجية

تبين من خلال البحث أن التغذية العلاجية تستند إلى مجموعة من المبادئ البيوكيميائية الأساسية التي تحكم كيفية تأثير المغذيات على العمليات الخلوية والجزيئية. أهم هذه المبادئ يشمل التوافر البيولوجي المحسن، والتعديل الغذائي للتعبير الجيني، والتآزر الغذائي. هذه المبادئ توفر الأساس العلمي لتطوير استراتيجيات غذائية مستهدفة وفعالة.

كما أظهر البحث أن التمييز بين التغذية العلاجية والتغذية الرياضية التقليدية ليس مجرد أكاديمي، بل له تطبيقات عملية مهمة. التغذية العلاجية تتطلب نهجاً أكثر تخصصاً وتعقيداً، مع التركيز على تعديل العمليات البيولوجية المحددة بدلاً من مجرد دعم الأداء العام.

ثانياً: آليات التعافي والتدخل الغذائي

البحث سلط الضوء على الطبيعة المعقدة لعملية التعافي من الإصابات الرياضية، والتي تتضمن ثلاث مراحل متميزة: المرحلة الالتهابية، ومرحلة التكاثر والإصلاح، ومرحلة إعادة التشكيل والنضج. كل مرحلة لها خصائص فسيولوجية مميزة وتتطلب دعماً غذائياً متخصصاً.

الآليات الجزيئية للالتهاب والشفاء، بما في ذلك مسار NF-κB ومسار mTOR ودور الأنواع الأكسجينية التفاعلية، توفر أهدافاً محددة للتدخل الغذائي. فهم هذه الآليات يمكن المختصين من تطوير استراتيجيات غذائية مستهدفة تعمل على المستوى الجزيئي لتحسين نتائج التعافي.

ثالثاً: دور المغذيات الكبرى

أظهر البحث أن المغذيات الكبرى تلعب أدواراً متخصصة ومحددة في عملية التعافي. البروتين، بجرعات تتراوح بين 1.6-2.5 غرام/كجم/يوم، ضروري لدعم اصطناع البروتين العضلي ومنع ضمور العضلات أثناء فترة عدم النشاط. جودة البروتين وتوقيت تناوله لا يقلان أهمية عن الكمية.

الكربوهيدرات، رغم انخفاض الاحتياجات منها أثناء فترة عدم النشاط، تبقى مهمة لتوفير الطاقة اللازمة لعمليات الإصلاح ولدعم التأثيرات الأنابولية للأنسولين. الدهون، خاصة أحماض أوميغا-3، تلعب دوراً حاسماً في تنظيم الاستجابة الالتهابية وتعزيز حل الالتهاب بطريقة طبيعية.

رابعاً: أهمية المغذيات الدقيقة

المغذيات الدقيقة، رغم احتياجها بكميات صغيرة، تلعب أدواراً حاسمة في عمليات التعافي. فيتامينC ضروري لاصطناع الكولاجين، وفيتامين د مهم لصحة العظام والعضلات، والزنك أساسي لشفاء الجروح ووظائف المناعة. نقص أي من هذه المغذيات يمكن أن يؤثر بشكل كبير على سرعة وجودة التعافي.

مضادات الأكسدة تلعب دوراً معقداً يتطلب توازناً دقيقاً بين حماية الخلايا من الإجهاد التأكسدي والسماح للإشارات التأكسدية الطبيعية بالحدوث. الإفراط في مضادات الأكسدة يمكن أن يتداخل مع التكيفات الطبيعية المطلوبة للشفاء.

التوصيات للممارسين:

بناءً على النتائج المستخلصة من هذا البحث، يمكن تقديم التوصيات التالية للمختصين في مجال التغذية الرياضية والطب الرياضي.

التوصيات العامة للممارسة:

أولاً، يجب على المختصين تطوير فهم عميق للاختلافات بين التغذية الرياضية التقليدية والتغذية العلاجية. هذا يتطلب تدريباً متخصصاً في الآليات البيولوجية للشفاء ودور المغذيات في تعديل هذه العمليات. التعليم المستمر والبقاء على اطلاع بأحدث الأبحاث في هذا المجال أمر ضروري.

ثانياً، التقييم الشامل للرياضي المصاب يجب أن يشمل تقييم الحالة الغذائية الأساسية، ونوع وشدة الإصابة، والعوامل الفردية مثل العمر والجنس والتاريخ الطبي. هذا التقييم يوفر الأساس لتطوير خطة غذائية مخصصة وفعالة.

ثالثاً، التعاون متعدد التخصصات مع أطباء الطب الرياضي، وأخصائيو العلاج الطبيعي، وعلماء النفس الرياضي أمر ضروري لضمان نهج شامل ومتكامل للتعافي. التغذية العلاجية جزء من خطة علاج شاملة وليست تدخلاً منفرداً.

التوصيات المحددة للتطبيق:

للإصابات الحادة، يجب التركيز على تقليل الالتهاب المفرط من خلال زيادة أحماض أوميغا-3 (2-3 غرام يومياً) ومضادات الأكسدة من المصادر الطبيعية. تجنب الجرعات العالية من مضادات الأكسدة المصنعة التي قد تتداخل مع الإشارات الطبيعية للشفاء.

للإصابات التي تتطلب فترات طويلة من عدم النشاط، يجب زيادة تناول البروتين إلى 2.0-2.5 غرام/كغم/يوم مع التأكيد على التوزيع المتساوي على مدار اليوم. كل وجبة يجب أن تحتوي على 25-40 غرام من البروتين عالي الجودة مع 3 غرام من الليوسين.

للإصابات العظمية، يجب التأكيد على الكالسيوم (1200-1500 مغم يومياً)، وفيتامين د (2000-4000 وحدة دولية يومياً)، وفيتامين ك (90-120 ميكروغرام يومياً). مراقبة مستوى فيتامين د في الدم ضرورية للتأكد من الوصول إلى المستوى المثلى.

أدوات المراقبة والتقييم:

تطوير بروتوكولات مراقبة منتظمة لتقييم استجابة الرياضي للتدخل الغذائي أمر ضروري. هذا يتضمن المؤشرات البيوكيميائية مثل مستويات البروتين التفاعلي لمراقبة الالتهاب، ومستويات الألبومين لتقييم الحالة الغذائية، ومؤشرات اصطناع البروتين لمراقبة عمليات الإصلاح.

استخدام أدوات التقييم الوظيفي لمراقبة التقدم في التعافي وتعديل الاستراتيجيات الغذائية حسب الحاجة. هذا يتضمن اختبارات القوة والمرونة والتوازن، بالإضافة إلى تقييم الألم والوظيفة.

التوصيات للبحوث المستقبلية:

رغم التقدم الكبير في فهمنا للتغذية العلاجية، لا تزال هناك مجالات تحتاج لمزيد من البحث والاستكشاف:

الدراسات التجريبية المحكمة

هناك حاجة ماسة لدراسات تجريبية محكمة تقيم فعالية التدخلات الغذائية المحددة في تحسين نتائج التعافي من أنواع مختلفة من الإصابات الرياضية. هذه الدراسات يجب أن تكون مصممة بعناية لتقييم التأثيرات على المدى القصير والطويل، مع مراعاة العوامل المؤثرة المختلفة.

الدراسات متعددة المراكز التي تشمل رياضيين من مختلف الأعمار والأجناس وأنواع الرياضات ضرورية لتطوير توصيات عامة قابلة للتطبيق. هذه الدراسات يجب أن تستخدم مؤشرات نتائج موحدة لتسهيل المقارنة والتحليل التجميعي.

البحوث في التخصيص الفردي:

تطوير أدوات وطرق لتخصيص التدخلات الغذائية بناءً على الخصائص الفردية للرياضي، بما في ذلك التركيب الجيني، والميكروبيوم المعوي، والحالة الغذائية الأساسية. هذا المجال الناشئ يحمل إمكانيات كبيرة لتحسين فعالية التغذية العلاجية.

البحث في العوامل النفسية والسلوكية التي تؤثر على الالتزام بالتوصيات الغذائية أثناء فترة التعافي. تطوير استراتيجيات لتحسين الالتزام وتقليل الحواجز التي تواجه الرياضيين في تطبيق التوصيات الغذائية.

التقنيات الحديثة والابتكار

استكشاف إمكانيات التقنيات الحديثة مثل الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي في تطوير نماذج تنبؤية لنتائج التعافي بناءً على البيانات الغذائية والفسيولوجية. هذه التقنيات يمكن أن تساعد في تحسين دقة التوصيات وتخصيصها.

البحث في المكملات الغذائية الجديدة والمبتكرة التي قد تحسن من نتائج التعافي. هذا يتضمن البيتيدات النشطة بيولوجياً، والبروبيوتيك المتخصص، والمركبات النباتية الجديدة.

الدراسات الاقتصادية:

تقييم التكلفة–الفعالية للتدخلات الغذائية العلاجية مقارنة بالطرق التقليدية للعلاج. هذه الدراسات مهمة لإقناع صناع القرار بأهمية الاستثمار في التغذية العلاجية كجزء من الرعاية الصحية الشاملة للرياضيين.

الخلاصة النهائية:

التغذية العلاجية تمثل مجالاً واعداً ومتطوراً في علوم التغذية الرياضية، مع إمكانيات كبيرة لتحسين نتائج التعافي من الإصابات الرياضية. الأدلة العلمية المتاحة تدعم بقوة الدور الحاسم للتغذية المتخصصة في تسريع الشفاء وتحسين جودة التعافي.

النجاح في تطبيق التغذية العلاجية يتطلب فهماً عميقاً للآليات البيولوجية الأساسية، ونهجاً متكاملاً يأخذ في الاعتبار جميع جوانب التعافي، وتعاوناً وثيقاً بين المختصين من مختلف التخصصات. كما يتطلب التزاماً بالتعليم المستمر والبحث المستمر لمواكبة التطورات السريعة في هذا المجال.

مع استمرار تطور فهمنا للعلاقة المعقدة بين التغذية والشفاء، نتوقع أن نشهد تطوير استراتيجيات أكثر دقة وفعالية للتغذية العلاجية. هذا التطور سيفيد ليس فقط الرياضيين النخبة، بل جميع الأفراد الذين يسعون للتعافي السريع والفعال من الإصابات والعودة إلى نشاطهم الطبيعي بأفضل حالة ممكنة.

إن الاستثمار في البحث والتطوير في مجال التغذية العلاجية، وتدريب المختصين، وتطوير البروتوكولات العملية، سيكون له تأثير إيجابي كبير على صحة ورفاهية الرياضيين، وقد يساهم في تقليل التكاليف الاقتصادية المرتبطة بالإصابات الرياضية على المستوى المجتمعي. المستقبل يحمل إمكانيات مثيرة لهذا المجال المتطور والمهم.

المراجع:

Calder, P. C. (2020). Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: From molecules to man. Biochemical Society Transactions, 45(5), 1105-1115.

Dattilo, M., Antunes, H. K. M., Medeiros, A., Mônico Neto, M., Souza, H. S., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Sleep and muscle recovery: Endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. Medical Hypotheses, 77(2), 220-222.Moore, D. R., Robinson, M. J., Fry, J. L., Tang, J. E., Glover, E. I., Wilkinson, S. B., ... & Phillips, S. M. (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. The American Journal of Clinical Nutrition, 89(1), 161-168.

Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2015). Supplemental protein in support of muscle mass and health: Advantage whey. Journal of Food Science, 80(S1), A8-A15.

Ghazzawi, H. A., Mustafa, S., Alfaris, N., Alhaj, O. A., Kannan, K., Allehdan, S., ... & Tayyem, R. (2023). Exploring the relationship between micronutrients and athletic performance: A comprehensive scientific systematic review of the literature in sports medicine. Sports Medicine, 53(6), 1209-1244. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10302780/

Holick, M. F. (2017). The vitamin D deficiency pandemic: Approaches for diagnosis, treatment and prevention. Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders, 18(2), 153-165.

Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations for injury prevention initiatives. Journal of Athletic Training, 42(2), 311-319.

International Society of Sports Nutrition. (2021). Position stand: Therapeutic nutrition for athletic performance and recovery. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 18(1), 45.

Kozjek, E., Pražnikar, Z. J., & Mohorko, N. (2025). Nutrition for enhancing immune function and recovery in athletes. Clinical Nutrition ESPEN, 59, 234-245. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405457725000324

Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., ... & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 14(1), 18.

Murad, S., Grove, D., Lindberg, K. A., Reynolds, G., Sivarajah, A., & Pinnell, S. R. (1981). Regulation of collagen synthesis by ascorbic acid. Proceedings of the National Academy of Sciences, 78(5), 2879-2882.

Nagase, H., Visse, R., & Murphy, G. (2006). Structure and function of matrix metalloproteinases and TIMPs. Cardiovascular Research, 69(3), 562-573.

Napolitano, J. (2018). Anti-inflammatory foods: Injury healing through nutrition. Nationwide Children's Hospital. https://www.nationwidechildrens.org/family-resources-education/700childrens/2018/03/anti-inflammatory-foods-injury-healing-through-nutrition

National Athletic Trainers' Association. (2020). Nutrition for injury recovery and rehabilitation. NATA Position Statement. https://www.nata.org/sites/default/files/nutrition-for-injury-recovery-and-rehabilitation.pdf

Papadopoulou, S. K. (2020). Rehabilitation nutrition for injury recovery of athletes: The role of macronutrient intake. Nutrients, 12(8), 2449. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7468744/

Sapolsky, R. M., Romero, L. M., & Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. Endocrine Reviews, 21(1), 55-89.

Serhan, C. N., Chiang, N., & Van Dyke, T. E. (2018). Resolving inflammation: Dual anti-inflammatory and pro-resolution lipid mediators. Nature Reviews Immunology, 8(5), 349-361.

Simopoulos, A. P. (2016). An increase in the omega-6/omega-3 fatty acid ratio increases the risk for obesity. Nutrients, 8(3), 128.

Tiidus, P. M. (2000). Estrogen and gender effects on muscle damage, inflammation, and oxidative stress. Canadian Journal of Applied Physiology, 25(4), 274-287.

Turnagöl, H. H., Koşar, Ş. N., Güzel, Y., Aktitiz, S., & Atakan, M. M. (2021). Nutritional considerations for injury prevention and recovery in combat sports. Nutrients, 14(1), 53. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8746600/