

УДК 612.391.3

DOI <https://doi.org/10.32782/pub.health.2025.2.16>

Мельник Олександра Володимирівна,
викладач кафедри фізичного виховання та ЛФК
Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3676-3961>

Сорокіна Наталія Олексіївна,
старший викладач кафедри фізичного виховання та ЛФК
Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4568-0882>

Лісчишин Геннадій Володимирович,
викладач кафедри фізичного виховання та ЛФК
Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5322-8728>

Петрук Іван Валерійович,
викладач кафедри фізичного виховання та ЛФК
Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0031-7916>

ВПЛИВ СЕРЕДЗЕМНОМОРСЬКОЇ ДІЄТИ НА ПЕРИФЕРИЧНУ ТА ЦЕНТРАЛЬНУ ВТОМУ ПІД ЧАС ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В АТЛЕТІВ

Актуальність. Середземноморська дієта в сучасному світі вважається основною здорового та якісного харчування серед усіх верств населення. Проте вплив такого харчування на результативність тренувань спортсменів маловивчений. Відомо, що під час активних фізичних навантажень організм потребує колосальних об'ємів білків, жирів та вуглеводів. **Мета роботи** – оцінити вплив середземноморської дієти (СМД) на витривалість спортсменів під час фізичних навантажень. Для цього було проведено широкий систематичний пошук літератури в базах даних PubMed, Scopus і Web of Science, включно з рандомізованими контрольованими дослідженнями, систематичними оглядами та метааналізами. **Результати дослідження.** Було виявлено, що середземноморська дієта часто асоціюється зі зниженням маркерів окисного стресу та запалення, швидшим відновленням після інтенсивних навантажень і поліпшенням суб'єктивного відчуття втоми в різних групах атлетів. Фізіологічні механізми, які лежать в основі виявлених ефектів, включають антиоксидантний ефект поліфенолів, протизапальну дію омега-3 поліненасичених жирних кислот і покращену судинну реактивність через нітрати з овочів. Проте через малий розмір вибірок і відсутності порівняння з плацебо в більшості оглянутих публікацій потребуються подальші дослідження для визначення оптимального харчування в спортсменів у період активних фізичних навантажень. **Висновки.** Середземноморська дієта є перспективним харчовим паттерном для зменшення периферичної та потенційно центральної втоми у спортсменів, але для остаточних клінічних рекомендацій потрібні добре сплановані, довготривалі дослідження із стандартизованими протоколами та контролем макронутрієнтного забезпечення.

Ключові слова: середземноморська дієта, втома, периферична втома, центральна втома, спортивна медицина, поліфеноли, омега-3, нітрати.

Melnyk O. V., Sorokina N. O., Lischyshyn H. V., Petruk I. V. The effect of the Mediterranean diet on peripheral and central fatigue during physical exertion in athletes

Topicality. The Mediterranean diet in the modern world is considered the basis of a healthy and high-quality diet among all segments of the population. However, the effect of such nutrition on the effectiveness of athletes' training is poorly studied. It is known that during active physical exertion the body requires enormous amounts of proteins, fats and carbohydrates. **The goal of this systematic review** was to assess the effect of the Mediterranean diet (MDD) on the endurance of athletes during physical exertion. **Materials and methods.** A broad systematic literature search was conducted in the PubMed, Scopus and Web of Science databases, including randomized controlled trials, systematic reviews and meta-analyses. **Research results.** The study found that the Mediterranean diet is often associated with reduced markers of oxidative stress and inflammation, faster recovery from intense exercise, and improved subjective fatigue in different groups of athletes. The physiological mechanisms underlying the observed effects include the antioxidant effect of polyphenols, the anti-inflammatory effect of omega-3 polyunsaturated fatty acids, and improved vascular reactivity through nitrates from vegetables. However, due to the small sample sizes and the lack of placebo comparison in most

of the reviewed publications, further studies are needed to determine the optimal nutrition in athletes during periods of intense physical activity. **Conclusions.** The Mediterranean diet is a promising dietary pattern for reducing peripheral and potentially central fatigue in athletes, but well-designed, long-term studies with standardized protocols and macronutrient control are needed for definitive clinical recommendations.

Key words: Mediterranean diet, fatigue, peripheral fatigue, central fatigue, sports medicine, polyphenols, omega-3, nitrates.

Вступ. Середземноморська дієта (СМД) – це спосіб харчування, в основі якого лежить раціон, багатий на овочі, фрукти, бобові, горіхи, насіння, цільнозернові й оливкову олію першого віджиму, з помірним споживанням риби та молочних продуктів і низьким вживанням червоного та переробленого м'яса [1]. Традиційний інтерес до СМД був пов'язаний із зниженням ризику кардіоваскулярних захворювань і метаболічних порушень, однак останнім часом спостерігається зростання інтересу до її ролі в спортивній медицині, зокрема в контексті витривалості, відновлення та запобігання поступовій втраті працездатності під час тривалих навантажень [2; 3]. Теоретичні механізми, що зв'язують СМД з покращенням спортивних результатів, включають високу біодоступність поліфенолів та антиоксидантів, модулювання прозапальних цитокінів, вплив на профіль ліпідів та покращення ендотеліальної функції через споживання нітратвмісних овочів і мононенасичених жирів [3; 4; 5]. Ці властивості потенційно зменшують втому спортсменів, пов'язану з анаеробним гліколізом, накопиченням радикалів кисню та молочної кислоти, таким чином сприяючи швидшому відновленню м'язової функції та енергетичного балансу [6]. Проте наразі кількість сучасних досліджень і методологія їх проведення не дозволяють визначити чіткий вплив та значущість цієї дієти як оптимального способу харчування серед спортсменів у період інтенсивних фізичних навантажень. Доказова база за останні п'ять років містить декілька невеликих рандомізованих досліджень і метааналізів, які демонструють різні ступені покращення в показниках витривалості та відновлення. Так, наприклад, Манціори Е. та ін. вказують, що для атлетів в умовах високої інтенсивності навантажень важлива адаптація макро-нутриєнтів, зокрема вуглеводного забезпечення за рахунок швидких вуглеводів також. Це потрібно для уникнення ранньої втоми та втрати продуктивності [2]. Проте Бейкер М. та ін. у своєму дослідженні серед спортсменів довели, що споживання продуктів згідно з принципами середземноморської дієти все ж сприяло покращенню спортивних результатів на тренуваннях [1]. Таким чином, сучасні дослідження викликають ряд дискусій під час вивчення питання оптималь-

ного методу харчування серед спортсменів, тому **мета** цього огляду – узагальнити останні емпіричні дані щодо впливу СМД на периферичну й центральну втому під час фізичних навантажень, ідентифікувати механізми дії, а також визначити прогалини та практичні рекомендації для інтеграції дієти у спортивні програми.

Методи дослідження. Огляд проведено згідно з адаптованими принципами scoring-огляду та наративного синтезу. Були виконані пошуки в базах даних PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science і SPORTDiscus, а також перевірка бібліографій релевантних статей та оглядів для виявлення додаткових джерел. Пошук охоплював період 2019–2025 років. Критеріями включення були рандомізовані клінічні дослідження серед спортсменів, когортні або перехресні спостереження, у яких оцінювався вплив середземноморського харчування або харчової моделі, сумісної із СМД, на показники втоми, витривалості, відновлення або відповідні біомаркери у спортсменів або активних популяціях. Відхилено дослідження на тваринах, огляди без первинних даних, статистичного аналізу та публікації більш ніж п'ятирічної давності. Вибрані для первинного огляду роботи було додатково проаналізовано перед остаточним включенням до систематичного огляду. Таким чином, після аналізу знайденої інформації за критеріями включення та виключення до кінцевого огляду було включено 24 джерела.

Результати. За результатами аналізу літератури було виявлено: короткострокові спостереження від 2–8 тижнів, середньострокові дослідження до 12 тижнів, а також численні поперечні спостереження. Незважаючи на різноманіття, спільною рисою результатів проаналізованих робіт була виявлена авторами потенційна користь середземноморської дієти, зокрема, у зниженні окремих маркерів м'язового пошкодження та запалення після навантаження, а також поліпшення суб'єктивного сприйняття втоми [7; 8].

Периферична втома: суб'єктивні та лабораторні показники. Розвиток периферичної втоми обумовлює виснаження енергетичних м'язових депо, перехід аеробного шляху гліколізу на анаеробний з подальшим накопиченням молочної кислоти, радикалів кисню, що веде до виникнення слабкості та зниження фізичних показників.

Декілька робіт, зокрема дослідження Модена А. та ін. і Міраллез-Амороз Л. та ін., продемонстрували статистично значуще поліпшення ефективності тренувань спортсменів у вигляді подовження часу тренувань до появи суб'єктивного відчуття втоми зі збереженням пікової потужності фізичних показників спортсменів після адаптації до дієти, сумісної зі СМД [7; 9]. У короткостроковому дослідженні Бейкер М. та ін. було показано істотне збільшення часу до відмови під час велосипедного тесту в групі СМД порівняно з контрольним харчуванням [1]. Аналогічно дослідження серед спортсменів CrossFit і силових видів спорту вказували на покращення витривалості в інтервальних тестах і прискорене зниження маркерів окисного стресу в посттренувальні періоди [6; 7]. Крім того, завдяки роботам Ружковська Дж. та ін. і Цао Дж. та ін. було виявлено, що серед атлетів, які дотримувалися СМД, концентрація поліфенолів і сумарна антиоксидантна ємність плазми крові зростали, що корелювало зі зниженням індексів перекисного окислення ліпідів і швидшим відновленням силових показників [10; 11].

Центральна втома: нейробиологічні та суб'єктивні показники. Центральна втома призводить до зміни балансу нейротрансмітерів, зокрема триптофану / БЦАА, активації серотонінергічних шляхів і системного запалення, що впливає на функцію ЦНС. Хоча прямих рандомізованих клінічних досліджень, орієнтованих суто на центральну втому за використання СМД, небагато, існують докази, що компоненти СМД (омега-3, поліфеноли) мають нейропротективні властивості та можуть підтримувати когнітивну стійкість після навантаження [11; 13; 14]. Так, Медоро А. та ін. виявили, що споживання омега-3 в контексті СМД або як добавки показувало асоціацію зі зменшенням маркерів запалення та покращенням деяких показників відновлення; однак дані щодо прямого впливу на витривалість є змішаними: деякі дослідження повідомляли про поліпшення суб'єктивної втоми та зниження болю, інші – не виявили значущого впливу на VO_{2max} чи час гонки. Тому оптимальні дози та співвідношення ЕРА / ДНА залишаються предметом обговорення [15; 16]. З іншого боку, нітратна компонента раціону (буряк, листові зелені) середземноморської дієти може підвищувати продукцію NO та покращувати мікроциркуляцію і доставку кисню: метааналізи Альшаріф Н. та ін. свідчать про помірні позитивні ефекти в певних видах навантажень і популяціях, хоча результати залежать від дози та тривалості застосування [12; 17; 18]. Цао Дж. та ін. і Бовтелл Дж. та ін. у своїх робо-

тах виявили, що вживання напоїв або продуктів з поліфенолами (ягід, екстрактів оливи) показували зниження маркерів окисного стресу, зменшення м'язового болю та пришвидшення відновлення у видах спорту з інтервальними навантаженнями [11; 19]. Результати цих публікацій вказують на потенціал покращення аеробної витривалості за певних поліфенольних інтервенцій, хоч якість доказів варіює, тому потребує подальших досліджень.

Проте за результатами аналізу літературних джерел було виявлено, що багато робіт на тематику дієти, ефективного харчування мають малу чисельність вибірки, відсутній рандомізований контроль або недостатній контроль енергетичної адекватності та періодизації вуглеводів у структурі дієти. Таким чином, відсутність уніфікованих визначень СМД у дослідженнях може викликати похибку в результатах досліджень, тим самим ускладнюючи систематизацію даних в огляді. Також мало робіт стосовно елітних спортсменів, що обмежує зовнішню валідність [2; 3].

Таким чином, на цьому етапі вивчення оптимального способу харчування спортсменів середземноморську дієту доцільно використовувати як базовий шаблон «здорового» харчування для спортсменів, але з обов'язковою персоналізацією макронутрієнтів: підвищене споживання вуглеводів у періоди інтенсивного тренування / змагань, акцент на джерелах ω -3 (жирна риба, насіння), регулярне вживання поліфенолвмісних продуктів і споживання нітратвмісних овочів перед важливими виступами за відсутності побічних ефектів [20; 21]. Крім того, результати досліджень у командних видах спорту та серед молодих атлетів також демонструють кореляції між прихильністю до СМД і кращими показниками фізичної підготовки та композиції тіла [18; 19; 20]. Таким чином, узагальнення різномірних доказів свідчить на користь потенційного застосування СМД у спортивній практиці за умови периферичної та макронутрієнтної індивідуалізації [2; 4; 5; 7–9; 13–14; 22–24].

Висновки. На підставі систематизованих результатів проаналізованої літератури можна дійти висновку, що середземноморська дієта демонструє багатообіцяючі ефекти щодо зменшення периферичної втоми і сприяння швидкому відновленню після інтенсивних фізичних навантажень. Основні механізми включають антиоксидантну дію поліфенолів, протизапальні ефекти омега-3 жирних кислот і покращення судинної функції завдяки дієтичним нітратам. Однак доказова база залишається частково непевною через

методологічну гетерогенність, малу чисельність вибірки у більшості досліджень і недостатній контроль енергетичного та макронутрієнтного забезпечення. Так, наприклад, для остаточного визначення ефективності СМД у зниженні центральної втоми потрібні цілеспрямовані довготривалі рандомізовані дослідження, що

передбачатимуть нейрофізіологічні міри та стандартизовані біомаркери. Наразі сучасні дані вказують на позитивний ефект використання СМД як основи харчування для спортсменів, проте за умови обов'язкової персоналізації вуглеводного й білкового забезпечення відповідно до тренувального режиму та змагального навантаження.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Baker M.E., DeCesare K.N., Johnson A., Kress K.S., Inman C.L., & Weiss E.P. Short-term Mediterranean diet improves endurance exercise performance: A randomized-sequence crossover trial. *Journal of the American College of Nutrition*. 2019. Vol. 38. № 7. P. 597–605. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1481704>.
2. Mantzioris E., Villani A., & Forsyth A. The relationship between the Mediterranean dietary pattern and exercise and sport performance — A scoping review. *Nutrients*. 2019. Vol. 16. № 24. P. 4259. <https://doi.org/10.3390/nu16244259>.
3. Bianchi E., Erbasan H., Riso P., & Perna S. Impact of the Mediterranean diet on athletic performance, muscle strength, body composition, and antioxidant markers in both athletes and non-professional athletes: A systematic review of intervention trials. *Nutrients*. 2024. Vol. 16. № 20. P. 3454. <https://doi.org/10.3390/nu16203454>.
4. Manzano-Carrasco S., Felipe J. L., Sanchez-Sanchez J., Hernandez-Martin A., Clavel I., Gallardo L., & Garcia-Unanue J. Relationship between adherence to the Mediterranean diet and body composition with physical fitness parameters in a young active population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020. Vol. 17. № 9. P. 3337. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093337>.
5. Martínez-Rodríguez A., Sánchez-Sánchez J., Martínez-Olcina M., Vicente-Martínez M., Miralles-Amorós L., & Sánchez-Sáez J. A. Study of physical fitness, bone quality, and Mediterranean diet adherence in professional female beach handball players: Cross-sectional study. *Nutrients*. 2021. Vol. 13. № 6. P. 1911. <https://doi.org/10.3390/nu13061911>.
6. Durkalec-Michalski K., Domagalski A., Głowska N., et al. Effect of a four-week vegan diet on performance, training efficiency and blood biochemical indices in CrossFit-trained participants. *Nutrients*. 2022. Vol. 14. № 4. P. 894. <https://doi.org/10.3390/nu14040894>.
7. Miralles-Amorós L., Sánchez-Sáez J.A., Martínez-Rodríguez A., et al. Effects of Mediterranean diet combined with CrossFit training on trained adults' performance and body composition. *Journal of Personalized Medicine*. 2022. Vol. 12. № 8. P. 1238. <https://doi.org/10.3390/jpm12081238>.
8. Helvacı G., Uçar A., Çelebi M. M., Çetinkaya H., & Gündüz A. Z. Effect of a Mediterranean-style diet on exercise performance and lactate elimination in adolescent athletes. *Nutrition Research and Practice*. 2023. Vol. 17. № 4. P. 762–779. <https://doi.org/10.4162/nrp.2023.17.4.762>.
9. Modena A., Casiraghi M., Erba D. Dietary intake and adherence to the Mediterranean diet in semi-professional female soccer players. *Frontiers in Nutrition*. 2024. Vol. 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1378365>.
10. Ruskowska J., Drygas W., & Kwaśniewska M. The influence of berry-derived polyphenol supplementation on exercise-induced oxidative stress and cardiovascular health in physically active individuals. *Antioxidants*. 2024. Vol. 13. № 12. P. 1561. <https://doi.org/10.3390/antiox13121561>.
11. Cao G., Zuo J., Wu B. & Wu Y. Polyphenol supplementation boosts aerobic endurance in athletes: Systematic review. *Frontiers in Physiology*. 2024. Vol. 15. P. 1369174. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1369174>.
12. Alsharif N.S., Clifford T., Alhebshi A., Rowland S.N., & Bailey S.J. Effects of dietary nitrate supplementation on performance during single and repeated bouts of short-duration high-intensity exercise: A systematic review and meta-analysis. *Antioxidants*. 2023. Vol. 12. № 6. P. 1194. <https://doi.org/10.3390/antiox12061194>.
13. Tornero-Aguilera J.F., Jimenez-Morcillo J., Rubio-Zarapuz A. & Clemente-Suárez V.J. Central and peripheral fatigue in physical exercise explained: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022. Vol. 19. № 7. P. 3909. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073909>.
14. Martín-Rodríguez A., Belinchón-deMiguel P., Rubio-Zarapuz A., Tornero-Aguilera J.F., Martínez-Guardado I., Villanueva-Tobaldo C.V., & Clemente-Suárez V.J. Advances in understanding the interplay between dietary practices, body composition, and sports performance in athletes. *Nutrients*. 2024. Vol. 16. № 4. P. 571. <https://doi.org/10.3390/nu16040571>.
15. Medoro A., Buonsenso A., Centorbi M., Calcagno G., Scapagnini G., Fiorilli G., & Davinelli S. Omega-3 Index as a Sport Biomarker: Implications for Cardiovascular Health, Injury Prevention, and Athletic Performance. *Journal of functional morphology and kinesiology*. 2024. Vol. 9. № 2. P. 91. <https://doi.org/10.3390/jfmk9020091>.
16. Ahmadi M., Hoorang N., Imanian B., et al. Boosting recovery: Omega-3 and whey protein enhance strength recovery in athletes. *Nutrients*. 2024. Vol. 16. № 24. P. 4263. <https://doi.org/10.3390/nu16244263>.
17. Poon E.T., Iu J.C., Sum W.M., Wong P.S., Lo K.K., Ali A., Burns S.F., & Trexler E.T. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance: An Umbrella Review of 20 Published Systematic Reviews with Meta-analyses. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. 2025. Vol. 55. P. 1213–1231. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02194-6>.
18. López-Gil J.F., Brazo-Sayavera J., García-Hermoso A. & Yuste Lucas J.L. Adherence to Mediterranean Diet Related with Physical Fitness and Physical Activity in Schoolchildren Aged 6–13. *Nutrients*. 2020. Vol. 12. № 2. P. 567. <https://doi.org/10.3390/nu12020567>.
19. Bowtell J.L. & Kelly V. Fruit-derived polyphenol supplementation for athlete recovery and performance. *Sports Medicine*. 2019. Vol. 49. № 1. P. 3–23. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0998-x>.

20. Martínez-Rodríguez A., Martínez-Olcina M., Hernández-García M., Rubio-Arias J.Á., Sánchez-Sánchez J., Lara-Cobos D., Vicente-Martínez M., Carvalho, M.J. & Sánchez-Sáez J.A. Mediterranean Diet Adherence, Body Composition and Performance in Beach Handball Players: A Cross Sectional Study. *International journal of environmental research and public health*. 2021. Vol. 18. № 6. P. 2837. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062837>.
21. Leão C., Rocha-Rodrigues S., Machado I., Lemos J., Leal S., & Nobari H. Adherence to the Mediterranean diet in young male soccer players. *BMC nutrition*. 2023. Vol. 9. № 1. P. 101. <https://doi.org/10.1186/s40795-023-00761-6>.
22. Sánchez Díaz M., Martín-Castellanos A., Fernández-Eliás V.E., López Torres O. & Lorenzo Calvo J. Effects of Polyphenol Consumption on Recovery in Team Sport Athletes of Both Sexes: A Systematic Review. *Nutrients*. 2022. Vol. 14. № 19. P. 4085. <https://doi.org/10.3390/nu14194085>.
23. Newsholme E.A. & Blomstrand E. Tryptophan, 5-hydroxytryptamine and a possible explanation for central fatigue. *Advances in experimental medicine and biology*. 1995. Vol. 384. P. 315–320. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1016-5_25.
24. Chen Y., Yang K., Xu M., Zhang Y., Weng X., Luo J., Li Y. & Mao Y. H. Dietary Patterns, Gut Microbiota and Sports Performance in Athletes: A Narrative Review. *Nutrients*. 2024. Vol. 16. № 11. P. 1634. <https://doi.org/10.3390/nu16111634>.

REFERENCES:

1. Baker, M.E., DeCesare, K.N., Johnson, A., Kress, K.S., Inman, C.L., & Weiss, E.P. (2019). Short-term Mediterranean diet improves endurance exercise performance: A randomized-sequence crossover trial. *Journal of the American College of Nutrition*, 38 (7), 597–605. <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.1481704> [in English].
2. Mantzioris, E., Villani, A., & Forsyth, A. (2024). The relationship between the Mediterranean dietary pattern and exercise and sport performance — A scoping review. *Nutrients*, 16 (24), 4259. <https://doi.org/10.3390/nu16244259> [in English].
3. Bianchi, E., Erbasan, H., Riso, P., & Perna, S. (2024). Impact of the Mediterranean diet on athletic performance, muscle strength, body composition, and antioxidant markers in both athletes and non-professional athletes: A systematic review of intervention trials. *Nutrients*, 16 (20), 3454. <https://doi.org/10.3390/nu16203454> [in English].
4. Manzano-Carrasco, S., Felipe, J.L., Sanchez-Sanchez, J., Hernandez-Martin, A., Clavel, I., Gallardo, L., & Garcia-Unanue, J. (2020). Relationship between adherence to the Mediterranean diet and body composition with physical fitness parameters in a young active population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (9), 3337. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093337> [in English].
5. Martínez-Rodríguez, A., Sánchez-Sánchez, J., Martínez-Olcina, M., Vicente-Martínez, M., Miralles-Amorós, L., & Sánchez-Sáez, J.A. (2021). Study of physical fitness, bone quality, and Mediterranean diet adherence in professional female beach handball players: Cross-sectional study. *Nutrients*, 13 (6), 1911. <https://doi.org/10.3390/nu13061911> [in English].
6. Durkalec-Michalski, K., Domagalski, A., Głowska, N., et al. (2022). Effect of a four-week vegan diet on performance, training efficiency and blood biochemical indices in CrossFit-trained participants. *Nutrients*, 14 (4), 894. <https://doi.org/10.3390/nu14040894> [in English].
7. Miralles-Amorós, L., Sánchez-Sáez, J.A., Martínez-Rodríguez, A., et al. (2022). Effects of Mediterranean diet combined with CrossFit training on trained adults' performance and body composition. *Journal of Personalized Medicine*, 12 (8), 1238. <https://doi.org/10.3390/jpm12081238> [in English].
8. Helvacı, G., Uçar, A., Çelebi, M.M., Çetinkaya, H., & Gündüz, A.Z. (2023). Effect of a Mediterranean-style diet on exercise performance and lactate elimination in adolescent athletes. *Nutrition Research and Practice*, 17 (4), 762–779. <https://doi.org/10.4162/nrp.2023.17.4.762> [in English].
9. Modena A., Casiraghi M, Erba D. (2024). Dietary intake and adherence to the Mediterranean diet in semi-professional female soccer players. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1378365> [in English].
10. Ruskowska, J., Drygas, W., & Kwaśniewska, M. (2024). The influence of berry-derived polyphenol supplementation on exercise-induced oxidative stress and cardiovascular health in physically active individuals. *Antioxidants*, 13 (12), 1561. <https://doi.org/10.3390/antiox13121561> [in English].
11. Cao, G., Zuo, J., Wu, B., & Wu, Y. (2024). Polyphenol supplementation boosts aerobic endurance in athletes: Systematic review. *Frontiers in Physiology*, 15, 1369174. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1369174> [in English].
12. Alsharif, N.S., Clifford, T., Alhebshi, A., Rowland, S.N., & Bailey, S.J. (2023). Effects of dietary nitrate supplementation on performance during single and repeated bouts of short-duration high-intensity exercise: A systematic review and meta-analysis. *Antioxidants*, 12 (6), 1194. <https://doi.org/10.3390/antiox12061194> [in English].
13. Tornero-Aguilera, J.F., Jimenez-Morcillo, J., Rubio-Zarapuz, A., & Clemente-Suárez, V.J. (2022). Central and peripheral fatigue in physical exercise explained: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (7), 3909. <https://doi.org/10.3390/ijerph19073909> [in English].
14. Martín-Rodríguez, A., Belinchón-deMiguel, P., Rubio-Zarapuz, A., Tornero-Aguilera, J.F., Martínez-Guardado, I., Villanueva-Tobaldo, C.V., & Clemente-Suárez, V.J. (2024). Advances in understanding the interplay between dietary practices, body composition, and sports performance in athletes. *Nutrients*, 16 (4), 571. <https://doi.org/10.3390/nu16040571> [in English].
15. Medoro, A., Buonsenso, A., Centorbi, M., Calcagno, G., Scapagnini, G., Fiorilli, G., & Davinelli, S. (2024). Omega-3 Index as a Sport Biomarker: Implications for Cardiovascular Health, Injury Prevention, and Athletic Performance. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 9 (2), 91. <https://doi.org/10.3390/jfmk9020091> [in English].
16. Ahmadi M., Hoorang N., Imanian B., et al. (2024). Boosting recovery: Omega-3 and whey protein enhance strength recovery in athletes. *Nutrients*, 16 (24), 4263. <https://doi.org/10.3390/nu16244263> [in English].
17. Poon, E.T., Iu, J.C., Sum, W.M., Wong, P.S., Lo, K.K., Ali, A., Burns, S.F., & Trexler, E.T. (2025). Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance: An Umbrella Review of 20 Published Systematic Reviews with Meta-analyses. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 55 (5), 1213–1231. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02194-6> [in English].

18. López-Gil, J.F., Brazo-Sayavera, J., García-Hermoso, A., & Yuste Lucas, J.L. (2020). Adherence to Mediterranean Diet Related with Physical Fitness and Physical Activity in Schoolchildren Aged 6–13. *Nutrients*, 12 (2), 567. <https://doi.org/10.3390/nu12020567> [in English].
19. Bowtell, J.L., & Kelly, V. (2019). Fruit-derived polyphenol supplementation for athlete recovery and performance. *Sports Medicine*, 49 (1), 3–23. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0998-x> [in English].
20. Martínez-Rodríguez, A., Martínez-Olcina, M., Hernández-García, M., Rubio-Arias, J.Á., Sánchez-Sánchez, J., Lara-Cobos, D., Vicente-Martínez, M., Carvalho, M.J., & Sánchez-Sáez, J.A. (2021). Mediterranean Diet Adherence, Body Composition and Performance in Beach Handball Players: A Cross Sectional Study. *International journal of environmental research and public health*, 18 (6), 2837. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062837> [in English].
21. Leão, C., Rocha-Rodrigues, S., Machado, I., Lemos, J., Leal, S., & Nobari, H. (2023). Adherence to the Mediterranean diet in young male soccer players. *BMC nutrition*, 9 (1), 101. <https://doi.org/10.1186/s40795-023-00761-6>. [in English].
22. Sánchez Díaz, M., Martín-Castellanos, A., Fernández-Elías, V.E., López Torres, O., & Lorenzo Calvo, J. (2022). Effects of Polyphenol Consumption on Recovery in Team Sport Athletes of Both Sexes: A Systematic Review. *Nutrients*, 14 (19), 4085. <https://doi.org/10.3390/nu14194085> [in English].
23. Newsholme, E.A., & Blomstrand, E. (1995). Tryptophan, 5-hydroxytryptamine and a possible explanation for central fatigue. *Advances in experimental medicine and biology*, 384, 315–320. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1016-5_25 [in English].
24. Chen, Y., Yang, K., Xu, M., Zhang, Y., Weng, X., Luo, J., Li, Y., & Mao, Y.H. (2024). Dietary Patterns, Gut Microbiota and Sports Performance in Athletes: A Narrative Review. *Nutrients*, 16 (11), 1634. <https://doi.org/10.3390/nu16111634> [in English].



Отримано: 29.09.2025
Рекомендовано: 03.11.2025
Опубліковано: 29.12.2025