

Отримані результати свідчать, що розроблена методика фізичної підготовки, включена у педагогічний експеримент кікбоксерів 15-16 років, позитивно вплинула на їх фізичну підготовленість.

#### **Висновки та перспективи подальших досліджень.**

1. Аналіз літературних джерел щодо тренування кікбоксерів на етапі спеціалізованої базової підготовки вказує, що фізична підготовка юних спортсменів повинна бути направлена на покращення тих рухових якостей, які притаманні цьому виду спорту і сприяють досягненню потрібних результатів. Фізична підготовка бійців є невід'ємною складовою частиною тренувального процесу кожного періоду підготовки і для позитивного тренувального ефекту вимагає поступового підвищення тренувального навантаження.
2. Методика фізичної підготовки бійців на цьому етапі багаторічних тренувань полягає у включенні багатьох різноманітних фізичних вправ як на покращення стану здоров'я, зміцнення і локальних, і основних м'язових груп, так і забезпечення гармонійного розвитку функціональних можливостей. Переважна частка тренувальних занять повинна наповнюватись вправами, які забезпечують покращення спортивного результату у кікбоксингу, а також вправами загально-фізичного спрямування.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу розроблених заходів щодо удосконалення техніко-тактичних можливостей кікбоксерів 15-16 років.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Бельх С.И. Эффективные методы подготовки кикбоксеров. *Слобожанський науково-спортивний вісник*. 2009. № 3. С. 332-335.
2. Вихор В. І. Розвиток і становлення кікбоксингу в Україні. *Молодіжний науковий вісник*. 2007. С. 67–70.
3. Гуцул НЗ. Особливості спеціальної фізичної підготовки єдиноборців на етапі спеціалізованої базової підготовки. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*. Зб. наук. пр. Вінниця; 2018; 24, с. 204–209.
4. Киприч, С.В., Беринчик, Д.Ю. (2015). «Специфические характеристики функционального обеспечения специальной выносливости боксеров». *Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта*. (3), 20-28.
5. Платонов В.Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение. Київ: Олимпийская литература, 2013. 624 с.
6. Санжарова, Н. М., Огарь, Г. О. (2018) «Оптимізація методики спеціальної швидкісно-силової підготовки юних кікбоксерів». *Єдиноборства*, 70-80.
7. Скирта О., Лошицька Т., Володченко О. Дослідження розвитку спеціальної витривалості кікбоксерів у розділі орієнтал на етапі спеціалізованої базової підготовки. *Спортивний вісник Придніпров'я*. 2016. 2. 124-128.
8. Програма для ДЮСШ ПФКУ «ВАКО». Київ, 2010. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://martial-arts.ru.com/load/13-1-0-41>.

**Куйбіда Віктор, Коханець Петро, Лопатинська Валентина.**

## **КЕТОГЕННА ДІЄТА В СПОРТИВНІЙ ПРАКТИЦІ: ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ.**

*Університет Григорія Сковороди в Переяславі*

**Анотація.** Упродовж останніх десятиліть вплив кетогенної дієти на здоров'я та спортивні показники викликає значний інтерес серед науковців, спортсменів та фізично-активних людей. Різко зросла кількість експериментальних досліджень, які торкаються біологічних, медичних та спортивних аспектів використання кетодієт. У цій оглядовій статті зосереджено увагу на ефектах кетогенного харчування.

**Ключові слова:** кетогенна дієта, витривалість, сила, швидкість.

**Viktor Kuibida, Petro Kokhanets, Valentyna Lopatynska.** *Ketogenic diet in sport: advantages and disadvantages.*

**Abstract.** *In recent decades, the influence of the ketogenic diet on health and athletic performance has been of considerable importance to scientists, athletes and physically active people. The number of experimental studies concerning the biological, medical and sport aspects of the use of ketogenic diets has dramatically increased. This review article focuses on the effects of a ketogenic diet.*

**Key words:** *ketogenic diet, endurance, strength, speed.*

Пошук літератури здійснено на основі ключових слів в електронних базах даних PubMed та SPORTDiscus. Пошукові терміни стосовно ефективності та особливостей впливу кетодієти на організм людини вводили у різних комбінаціях, використовуючи списки літератури в оригінальних наукових статтях та оглядах. Аналіз впливу кетогенної дієти в спортивній практиці є актуальною проблемою, тому що має теоретичне і практичне значення й визначена як головна мета цієї оглядової статті.

Виклад основного матеріалу. Харчування з дуже низьким вмістом вуглеводів та високим вмістом жиру і достатньою кількістю білків визначають як кетогенна дієта. Вона передбачає споживання вуглеводів до 50 г на добу, які містяться в одному невеликому банані чи 1–2 картоплинах. За такого харчування близько 75% калорій утворюється з жирів, 20% з білків і лише 5% – з вуглеводів. Кетогенна дієта зменшує щоденне споживання вуглеводів шляхом заміни більшості калорій вживанням жирів. Вона викликає значний інтерес серед спортсменів, оскільки може збільшити максимальне споживання кисню ( $VO_2 \max$ ) [1, 10].

Слід зазначити, що кінцевими продуктами розпаду жирів є  $H_2O$  та  $CO_2$  та незначна кількість кетонів. Натомість, якщо в енергозабезпеченні організму переважають жири їх концентрація кетонів збільшується. Три таких сполуки, зокрема, ацетон (пропанон), ацетооцтова кислота (ацетоацетат),  $\beta$ -оксимасляна кислота ( $\beta$ -оксибутират) отримали назву кетонів тіла. При низькій концентрації кетонів тіл вони виконують функцію важливого джерела енергії для поперечно-посмугованих та серцевого м'язів, коркового шару нирок та головного мозку.

Кетогенна дієта призводить до своєрідного стану, який отримав назву харчовий кетоз. Це природний стан здорового зниження концентрації глюкози та інсуліну. У цьому стані одночасно підвищується концентрація кетонів, але значно менше, ніж при цукровому діабеті I типу. Зазвичай концентрація кетонів тіл крові складає 0,08–0,43 ммоль/л. Натомість під час вживання великої кількості жирних продуктів, алкоголю, виконання важкої фізичної праці, виснажливих аеробних тренувань концентрація кетонів тіл зростає понад норму. Під час тривалого посту, голодування, діабету I типу та алкоголізму концентрація кетонів тіл зростає в десять разів (3–5 ммоль/л) і вище. Кетогенна дієта не впливає на фізичну форму клінічно значущим чином, який би погіршив повсякденну діяльність та аеробне тренування. Проте вона може викликати занепокоєння у спортсменів, які змагаються. [21]. Недавно показано, що застосування близької до кетодієти – палеодієти дещо негативно впливає на анаеробну здатність і не впливає на рівень аеробної здатності [11].

Метаболічні зміни, викликані дієтами з високим вмістом жирів підвищують показники витривалості. Дієта в діапазоні харчового кетозу створює передумови для реалізації нового підходу до харчування та фізичної готовності. Дослідженнями Chang SK та співавторів доведено, що кетодієта на основі харчування жирами дає енергію лише при значному надходженні  $O_2$ . Вона призводить до зменшення маси тіла, максимальної швидкості окиснення жиру (1,5 г/хв.) та зниження швидкості окиснення вуглеводів. Однак підвищені концентрації в крові неетерифікованих жирних кислот і аміаку під час фізичних вправ після дієт можуть призвести до раннього розвитку центральної втоми. Схоже, що для метаболічних змін і відновлення м'язового глікогену необхідно принаймні кілька місяців адаптації до кетодієти [9].

Коротка (5-6 днів) адаптація до дієти з низьким вмістом вуглеводів і високим вмістом жирів у елітних спортсменів збільшила окиснення жиру під час фізичних навантажень до рівня, який раніше спостерігався при середньому (3-4 тижні) або тривалому (>12 місяців) дотриманні цієї дієти, з метаболічні зміни вимиваються за аналогічний період часу [6].

Три тижні інтенсивних тренувань і помірний дефіцит енергії в елітних спортсменів зі спортивної ходи на 20 км збільшують максимальну аеробну здатність незалежно від дієтичного харчування. Адаптація до кетогенної дієти з низьким вмістом вуглеводів і високим вмістом жиру помітно підвищує швидкість окиснення жиру під час фізичних вправ у бігунів. Для окиснення жирів та кетонів необхідно більше O<sub>2</sub>., ніж для окиснення вуглеводів. Внаслідок цього зростає показник максимального споживання кисню (V<sub>O2max</sub>). При підвищенні темпу фізичного навантаження дефіцит спожитого O<sub>2</sub> стає обмежуючим чинником через неспроможність дихальної і кровоносної систем постачати його в достатній кількості [3]. Не було видимої користі від проведеного втручання дієти з високим вмістом жирів як періодичної стратегії перед 2,5-тижневою підготовкою до гонки/конусом з високою доступністю вуглеводів [5].

У роботі Carr AJ та ін. зроблено припущення, що хронічні дієтичні втручання навряд чи вплинуть на кислотно-лужний статус елітних спортсменів. Зазначене явище може бути пов'язано з існуючими тренувальними адаптаціями, такими як підвищена буферна ємність, діями дихальних і ниркових шляхів, які мають більшу вплив на регуляцію кислотно-лужного стану, ніж споживання їжі [8].

Щоденне харчування може мати вирішальний вплив на спортивні результати. Воно має бути адаптованим до вимог фізичної активності та ефективної адаптації до неї. Не встановлено, чи може глікемічний індекс вуглеводів в щоденному раціоні покращити показники витривалості шляхом впливу на окиснення вуглеводів або жирів під час тренувань [16]. Кетодієта може бути корисною у видах спорту, де співвідношення сили та ваги спортсмена є суттєвим чинником, який визначає спортивний результат [14].

У цьому тематичному дослідженні задокументовано показники продуктивності спортсмена елітного рівня на витривалість. Він надзвичайно добре адаптувався до вживання жиру, навіть тоді коли знову почав використовувати вуглеводи та тренуватися з високою інтенсивністю. Було повідомлено, що елітний триатлоніст 2 роки використовував кетогенну дієту і посідав призові місця. Після цього він випробував 7-тижневу змішану дієту: 4-тижневу кетодієту і 3-тижневу з підвищеним вмістом жирів плюс вуглеводну дієту (60 г/год вуглеводів). Змішана дієта сприяла покращенню результату на 2,8% під час пробігу на 20 км, не змінила результат в спринті й призвела до його зменшення в бігу на 100 км на 1,1%, порівняно з кетодієтою [24].

Кетогенним дієтам приділяють увагу не лише спортсмени, а й здорові, фізично-активні люди. Однак чи може дієта принести користь цій когорті людей залишається неясним. Встановлено, що кетодієта тривалістю  $\geq 3$  тижнів призводить до помірного зниження маси тіла та % жиру. При цьому відбувається обезжирення організму але зазначена адаптація не завжди покращує витривалість [13]. Кетодієта може бути альтернативним дієтичним підходом до зменшення жирової маси та вісцеральної жирової тканини без зменшення нежирової маси тіла. Водночас вона може перешкоджати збільшенню м'язової маси в чоловіків з силовим тренуванням [22].

Результати дослідження Vargas-Molina S. та ін. засвідчують, що кетодієта може допомогти зменшити жирову масу та зберегти знежирену масу після 8 тижнів силових тренувань у тренуваних жінок, але є неоптимальною для збільшення знежиреної маси [15]. В іншому дослідженні підтверджено думку про недоцільність використання кетодієти для людей, які тренуються на опір. Дієта з високим вмістом жирів зменшує рівень глікогену в скелетних м'язах і сповільнює анаболічні процеси в м'язах, а рівень холестеролу за показником ЛПНЩ збільшує на ~ 35% [15]. До того ж, ще однією потенційною проблемою кетогенних дієт є втрата знежиреної маси скелетних м'язів [20].

У 2020 році групою дослідників на чолі з Bestard M. A. встановлено, що рівень витрат енергії залежить від швидкості плавання і обернено корелює з його енергетичною вартістю. Коефіцієнт дихального обміну під час субмаксимального плавання виявився значно вищим при високовуглеводній дієті, ніж при високожирній. Не виявлено істотних відмінностей в швидкості споживання кисню. Зроблено висновок, що 3-денна дієта з високим вмістом вуглеводів збільшує їх споживання, але не впливає на економіку плавання при 50–70%  $\dot{V}O_{2max}$ . До того ж, таку інтенсивність роботи спостерігають під час ультрамарафонських запливів [2].

Загальноприйнята думка полягає в тому, що високоінтенсивні вправи (>60% $\dot{V}O_{2max}$ ) найкраще підтримуються високими темпами окиснення вуглеводів. Вона частково базується на ідеї, розробленій Крогом і Ліндхардом у 1920 році. Однак за останні 100 років лише кілька дослідницьких колективів перевірили її достовірність. Перевірено нульову гіпотезу стосовно того, що продуктивність спортсменів-рекреаторів, які подолали 5 кілометрові випробування при >80%  $\dot{V}O_{2max}$  і використовували кетодієту буде нижчою, ніж при високовуглеводному харчуванні. Виявилось, що окиснення вуглеводів забезпечувало 94% енергії на вуглеводній дієті і лише 65% на кетодієті. Вуглеводна дієта не давала переваг перед дієтою з високим вмістом жиру. Високі показники окиснення жиру, спричинені дієтою з низьким вмістом вуглеводів і високим вмістом жиру, не погіршують продуктивність бігу на 5 км у спортсменів-рекреаторів. Ці дослідження надають докази більшої метаболічної гнучкості після харчування жирами. Їх результати можна вважати своєрідним викликом популярним доктринам «залежності від вуглеводів» для високоінтенсивних вправ [18, 19].

У біохімії фізичних вправ побутує усталена думка, що окиснення жиру є основним паливом у стані спокою та для вправ низької інтенсивності. Під час виконання вправ середньої й високої інтенсивності енергозабезпечення залежить від окиснення вуглеводів. У цій моделі є чотири ключових моменти. По-перше, >50% енергії надходить від окиснення вуглеводів при  $\geq 60\%$  від  $\dot{V}O_{2max}$ . Цей своєрідний поріг отримав назву точка перетину. По-друге, кожна людина має максимальну здатність до окиснення жиру при інтенсивності вправ, нижчій за точку перетину. Значення окиснення жиру зазвичай становить 0,3-0,6 г/хв. По-третє, окиснення жиру зведено до мінімуму під час вправ  $\geq 85\% \dot{V}O_{2max}$ , що робить вуглеводи переважним енергетичним субстратом під час високоінтенсивних вправ, особливо при >85% $\dot{V}O_{2max}$ . По-четверте, дієти з високим вмістом вуглеводів і низьким вмістом жиру забезпечать чудову ефективність фізичних вправ завдяки максимальному збільшенню запасів цього субстрату перед тренуванням. У серії останніх публікацій оцінено метаболічні ефекти та ефективність адаптації дієти з низьким вмістом вуглеводів і високим вмістом жиру під час фізичних вправ різної інтенсивності. Автори численних робіт висловили сумнів усталеній моделі харчування та її чотирьом ключовим положенням. По-перше, вони стверджують, що адаптація до високожирної дієти зміщує точку переходу до >80% $\dot{V}O_{2max}$ , ніж повідомлялося раніше. По-друге, значно вищі значення максимальної здатності до окиснення жиру (>1,5 г/хв) зафіксовано в спортсменів, адаптованих до кетодієти. По-третє, спортсмени на витривалість, які тренувалися при >85%  $\dot{V}O_{2max}$  під час виконання інтервального бігу 6 × 800 м показали найвищі значення швидкості окиснення жиру. Пікові швидкості окиснення жиру, виміряні при  $86,4 \pm 6,2\%$   $\dot{V}O_{2max}$ , становили  $1,58 \pm 0,33$  г/хв. При цьому 30% суб'єктів досягали швидкості окиснення >1,85 г/хв. Результатами цих досліджень «кинуто» виклик поширеній доктрині, згідно з якою вуглеводи є найефективнішим і переважним паливом під час високоінтенсивних вправ [17].

Упродовж останніх 60 років рекомендації щодо харчування стаєрів були зосереджені на стратегіях кінцевих запасів вуглеводів в організмі під час змагань. Спортивні випробування на витривалість класифікують як безперервні змагання тривалістю >30

хвилин. Фізичні вправи, які тривають >4-5 годин названо надвтривалістю. Існують переконливі докази того, що адаптація до кетогенної дієти створює суттєві клітинні зміни для збільшення мобілізації, транспортування, поглинання та окиснення жиру. Максимальні зміни метаболізму м'язового жиру відбуваються впродовж 3–4 тижнів і, ймовірно, через 5–10 днів адаптації. Є чіткі докази того, що кетоадаптація зменшує окиснення вуглеводів в м'язах. Їх окиснення є ефективнішим джерелом енергії коли надходження кисню стає обмеженим. Спортсмени, які планують використовувати кетогенні дієти повинні провести перевірку власного досвіду щоб збалансувати ризик погіршення виконання вправ високої інтенсивності з потенційними перевагами заміни неминучого виснаження запасів вуглеводів на більшу залежність від використання м'язового жиру [4].

Здатність кетогенної дієти посилювати окиснення м'язового жиру призвела до заяв, що жири – «майбутнє елітного спорту на витривалість». Існують переконливі докази того, що значне збільшення окиснення жиру відбувається навіть в елітних спортсменів упродовж 3-4 тижнів і, можливо, 5-10 днів дотримання кетодієти. У результаті кетодієтної адаптації м'язи можуть подвоїти використання жиру під час вправ до ~1,5 г/хв. При цьому інтенсивність максимальних показників окиснення змінюється з ~45% до ~70% від максимальної аеробної потужності. Водночас кетоадаптація погіршує здатність м'язів використовувати глікоген для окиснювальних процесів. При потужності вправ >80% максимальної аеробної потужності вона може мати порогові обмеження, коли надходження кисню стає обмежуючим фактором. Навіть при вправах середньої інтенсивності індивідуальна реакція на кетодієту різна, з крайніми значеннями на обох кінцях спектру продуктивності. Періодизація кетохарчування із високою доступністю вуглеводів може створити можливості для відновлення здатності до фізичних вправ вищої інтенсивності. Спортсмени на витривалість, які планують використовувати кетодієту, повинні провести перевірку характеристик події та особистого досвіду, щоб збалансувати ризик погіршення виконання вправ вищої інтенсивності з ймовірністю неминучого виснаження запасів вуглеводів [7].

Стаєри усіх рівнів кваліфікації шукають шляхи оптимізації фізичної діяльності в стратегіях тренування, відновлення та харчування. Якщо фізичне випробування триває понад 30 хв основними чинниками втоми вважають зневоднення організму та виснаження вуглеводів. До того ж, виникають проблеми з шлунково-кишковим трактом, гіпертермія та гіпонатріємія. Вони погіршують спортивний результат і потенційно загрожують здоров'ю при тривалості роботи понад 4 год чи під час харчування по дистанції. Високі концентрації глікогену в м'язах можуть бути корисними на початку аеробних вправ, а в другій половині випробування на ультравитривалість пріоритетними будуть жири. Комбінуванням дієт можна розробити індивідуальну харчову стратегію, спрямовану на постачання вуглеводів і жирів із печінки до працюючих м'язів із швидкістю, яка залежить від абсолютної інтенсивності вправ та їх тривалості. Ультравитривалим спортсменам необхідно мінімізувати зневоднення і обмежити втрати маси тіла шляхом потовиділення до 2–3% [12].

Висновки. Кетогенна дієта ефективна лише при значному надходженні O<sub>2</sub> в організм спортсмена. Процес кетоадаптації призводить до посилення швидкості окиснення жиру із 0,3–0,6 г/хв до максимальної величини – 1,5 г/хв і знижує швидкість розпаду вуглеводів.

Значне збільшення окиснення жиру відбувається після інтенсивного тренування та 3–4 тижневої програми дотримання кетодієти. При цьому інтенсивність максимальних показників окиснення змінюється з ~45% до ~70% від максимальної аеробної потужності.

Якщо фізичні випробування тривають понад 4 годин спортсмени поповнюють запаси вуглеводів безпосередньо по дистанції. Часте споживання вуглеводів перенаправляє кров з працюючих м'язів до травної системи, призводить до значної кількості негативних ефектів і погіршує спортивний результат. У цьому випадку пріоритетною може бути кетогенна дієта.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Bailey, CP, Hennessy, E. A review of the ketogenic diet for endurance athletes: performance enhancer or placebo effect?. *J Int Soc Sports Nutr.* 17, 33. 2020. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00362-9>.
2. Bestard MA, Rothschild JA, Crocker GH. Effect of low- and high-carbohydrate diets on swimming economy: a crossover study. *J Int Soc Sports Nutr.* 2020 Dec 9;17(1):64. doi: 10.1186/s12970-020-00392-3.
3. Burke LM, Ross ML, Garvican-Lewis LA, Welvaert M, Heikura IA, Forbes SG, Mirtschin JG, Cato LE, Strobel N, Sharma AP, Hawley JA. Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *J Physiol.* 2017 May 1;595(9):2785-2807. doi: 10.1113/JP273230.
4. Burke LM, Hawley JA, Jeukendrup A, Morton JP, Stellingwerff T, Maughan RJ. Toward a Common Understanding of Diet-Exercise Strategies to Manipulate Fuel Availability for Training and Competition Preparation in Endurance Sport. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2018 Sep 1;28(5):451-463. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0289.
5. Burke LM, Sharma AP, Heikura IA, Forbes SF, Holloway M, McKay AKA, Bone JL, Leckey JJ, Welvaert M, Ross ML. Crisis of confidence averted: Impairment of exercise economy and performance in elite race walkers by ketogenic low carbohydrate, high fat (LCHF) diet is reproducible. *PLoS One.* 2020 Jun 4;15(6):e0234027. doi: 10.1371/journal.pone.0234027. Erratum in: *PLoS One.* 2020 Jun 26;15(6):e0235592.
6. Burke LM, Whitfield J, Heikura IA, Ross MLR, Tee N, Forbes SF, Hall R, McKay AKA, Walleth AM, Sharma AP. Adaptation to a low carbohydrate high fat diet is rapid but impairs endurance exercise metabolism and performance despite enhanced glycogen availability. *J Physiol.* 2021 Feb;599(3):771-790. doi: 10.1113/JP280221.
7. Burke LM. Ketogenic low-CHO, high-fat diet: the future of elite endurance sport? *J Physiol.* 2021 Feb;599(3):819-843. doi: 10.1113/JP278928.
8. Carr AJ, Sharma AP, Ross ML, Welvaert M, Slater GJ, Burke LM. Chronic Ketogenic Low Carbohydrate High Fat Diet Has Minimal Effects on Acid-Base Status in Elite Athletes. *Nutrients.* 2018 Feb 18;10(2):236. doi: 10.3390/nu10020236.
9. Chang CK, Borer K, Lin PJ. Low-Carbohydrate-High-Fat Diet: Can it Help Exercise Performance? *J Hum Kinet.* 2017 Mar 12;56:81-92. doi: 10.1515/hukin-2017-0025.
10. Chiarello N, Leger B, De Riedmatten M, Rossier MF, Vuistiner P, Duc M, Rapillard A, Allet L. Effect of a four-week isocaloric ketogenic diet on physical performance at very high-altitude: a pilot study. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2023 Mar 20;15(1):37. doi: 10.1186/s13102-023-00649-9.
11. Frańczek B, Pięta A. Does the Paleo diet affect an athlete's health and sport performance? *Biol Sport.* 2023 Oct;40(4):1125-1139. doi: 10.5114/biolSport.2023.123325.
12. Jeukendrup AE. Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. *J Sports Sci.* 2011;29 Suppl 1:S91-9. doi: 10.1080/02640414.2011.610348.
13. Kang J, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Bush JA. Ergogenic Properties of Ketogenic Diets in Normal-Weight Individuals: A Systematic Review. *J Am Coll Nutr.* 2020 Sep-Oct;39(7):665-675. doi: 10.1080/07315724.2020.1725686.
14. Kaspar MB, Austin K, Huecker M, Sarav M. Ketogenic Diet: from the Historical Records to Use in Elite Athletes. *Curr Nutr Rep.* 2019 Dec;8(4):340-346. doi: 10.1007/s13668-019-00294-0.
15. Kephart WC, Pledge CD, Roberson PA, Mumford PW, Romero MA, Mobley CB, Martin JS, Young KC, Lowery RP, Wilson JM, Huggins KW, Roberts MD. The Three-Month Effects of a Ketogenic Diet on Body Composition, Blood Parameters, and Performance Metrics in CrossFit Trainees: A Pilot Study. *Sports (Basel).* 2018 Jan 9;6(1):1. doi: 10.3390/sports6010001.
16. Moitzi AM, König D. Longer-Term Effects of the Glycaemic Index on Substrate Metabolism and Performance in Endurance Athletes. *Nutrients.* 2023 Jul 4;15(13):3028. doi: 10.3390/nu15133028.
17. Noakes TD, Prins PJ, Volek JS, D'Agostino DP, Koutnik AP. Low carbohydrate high fat ketogenic diets on the exercise crossover point and glucose homeostasis. *Front Physiol.* 2023 Mar 28;14:1150265. doi: 10.3389/fphys.2023.1150265.
18. Prins PJ, Noakes TD, Buxton JD, Welton GL, Raabe AS, Scott KE, Atwell AD, Haley SJ, Esbenshade NJ, Abraham J. High fat diet improves metabolic flexibility during progressive exercise to exhaustion (VO<sub>2</sub>max testing) and during 5 km running time trials. *Biol Sport.* 2023 Apr;40(2):465-475. doi: 10.5114/biolSport.2023.116452.
19. Prins PJ, Noakes TD, Welton GL, Haley SJ, Esbenshade NJ, Atwell AD, Scott KE, Abraham J, Raabe AS, Buxton JD, Ault DL. High Rates of Fat Oxidation Induced by a Low-Carbohydrate, High-Fat Diet, Do Not Impair 5-km Running Performance in Competitive Recreational Athletes. *J Sports Sci Med.* 2019 Nov 19;18(4):738-750.
20. Tinsley GM, Willoughby DS. Fat-Free Mass Changes During Ketogenic Diets and the Potential Role of Resistance Training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2016 Feb;26(1):78-92. doi: 10.1123/ijsnem.2015-0070.

21. Urbain, P., Strom, L., Morawski, L. et al. Impact of a 6-week non-energy-restricted ketogenic diet on physical fitness, body composition and biochemical parameters in healthy adults. *Nutr Metab (Lond)* 14, 17 (2017). <https://doi.org/10.1186/s12986-017-0175-5>.
  22. Vargas S, Romance R, Petro JL, Bonilla DA, Galancho I, Espinar S, Kreider RB, Benítez-Porres J. Efficacy of ketogenic diet on body composition during resistance training in trained men: a randomized controlled trial. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018 Jul 9;15(1):31. doi: 10.1186/s12970-018-0236-9.
  23. Vargas-Molina S, Petro JL, Romance R, Kreider RB, Schoenfeld BJ, Bonilla DA, Benítez-Porres J. Effects of a ketogenic diet on body composition and strength in trained women. *J Int Soc Sports Nutr.* 2020 Apr 10;17(1):19. doi: 10.1186/s12970-020-00348-7.
- Webster CC, Swart J, Noakes TD, Smith JA. A Carbohydrate Ingestion Intervention in an Elite Athlete Who Follows a Low-Carbohydrate High-Fat Diet. *Int J Sports Physiol Perform.* 2018 Aug 1;13(7):957-960. doi: 10.1123/ijspp.2017-0392.

**Лазоренко Сергій, Алієв Мухаммед**

## ІННОВАЦІЇ У ФІЗИЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ БОРЦІВ ВІЛЬНОГО СТИЛЮ

*Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка  
Навчально-науковий інститут фізичної культури*

**Анотація.** У матеріалах даної публікації представлена логічна послідовність дослідження процесу розвитку фізичних якостей борців вільного стилю на етапі поглибленої спеціалізації з використанням інноваційної методики болгарського фахівця Івана Іванова. Автор пропонує для підвищення фізичної підготовленості борців застосовувати вправи з «болгарським мішком» та швидкісним манекеном, як альтернативу тривалим та виснажливим тренуванням у атлетичному залі.

**Ключові слова:** інновації у спорті, вільна боротьба, спортивне обладнання, спортивне тренування.

**Lazorenko Serhii, Aliiev Mukhammed.** *Innovations in the physical training of freestyle wrestlers.*

**Abstract.** *The materials of this publication present a logical sequence of the study of the process of development of physical qualities of freestyle wrestlers at the stage of advanced specialization using the innovative methodology of the Bulgarian expert Ivan Ivanov. The author suggests using exercises with a «Bulgarian bag» and a speed dummy to improve the physical fitness of wrestlers as an alternative to long and exhausting training in the gym.*

**Key words:** *innovations in sports, freestyle wrestling, sports equipment, sports training.*

**Постановка проблеми.** Інноваційні технології проникли в усі сфери нашого життя, в тому числі і в спорт, де викликають подив у глядачів, допомагають, а інколи і створюють проблеми професійним спортсменам та любителям. Ноу-хау кросівок «Nike Vaporfly» дозволили кенійському марафонцю Еліуду Кіпчоге у жовтні 2019 року ввійти в історію як першої людини, яка пробігла марафон менш ніж за 2 години. Серена Вільямс викликала ажіотаж на французькому турнірі «Ролан Гаррос» у 2018 році, але не своїми спортивними звершеннями, а оригінальним одягом, вийшовши на корт в чорному обтягуючому комбінезоні, спеціально розробленому для неї фірмою «Nike». Але трапляються випадки, коли інновації застосовуються спортсменами для одержання переваг над своїми опонентами. Австралієць Рікі Понтінг вважався одним з найвідоміших гравців в крикет. На його рахунок було понад 13 тисяч очок в офіційних матчах. Однак коли у 2005 році він за один сезон набрав 1544 бала (очки), трапився скандал. Річ у тім, що Рік використовував «кахун» – особливу біту з графітовою прокладкою, приклеєною до задньої поверхні знаряддя. Спортивні чиновники порахували, що така конструкція біти давала Ріку Понтінгу несправедливу перевагу при відбиванні м'яча. Не оминув процес інтеграції інновацій у спорт і вільну боротьбу.