

DOI 10.31392/NPU-nc.series15.2022.11K(156).08
УДК 57.047:578/579

Куйбіда В. В.

кандидат біологічних наук, доктор історичних наук, професор кафедри біології та методики навчання, декан факультету фізичної культури, спорту і здоров'я, Університету Григорія Сковороди в Переяславі
<https://orcid.org/0000-0001-5865-1306>

Коханець П. П.,

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент кафедри спортивних ігор, заступник декана факультету фізичної культури, спорту і здоров'я, Університету Григорія Сковороди в Переяславі
<https://orcid.org/0000-0002-0795-3141>

Лопатинська В. В.,

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри біології та методики навчання, Університету Григорія Сковороди в Переяславі
<https://orcid.org/0000-0002-0034-6891>

Каденко І. В.,

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри природничих наук, Комунальний заклад «Харківська гуманітарно-педагогічна академія» Харківської обласної ради
<https://orcid.org/0000-0002-6525-3485>

ФІЗИЧНА АКТИВНІСТЬ ТА МІКРОБІОТА КИШКІВНИКА

Кишківник людини заселений трильйонами симбіотичних, коменсальних та умовно-патогенних бактерій, грибів та вірусів. Їх видовий склад може змінюватися залежно від фізичної активності, інших стресогенів, стану здоров'я, типу харчування тощо. На сьогодні механізм впливу певного обсягу та інтенсивності фізичних вправ на мікробіоту шлунково-кишкового тракту людей і тварин не з'ясовано. Потребують детального з'ясування модифікація мікрофлори кишківника під час та після тренування в умовах швидкісно-силової діяльності, вправах анаеробно-аеробного енергозабезпечення, випробуваннях на витривалість та ультравитривалість. Зазначена проблема досить актуальна, має теоретичне і практичне значення, тому й обрана метою цієї оглядової статті. Нами застосовано метод дослідження, який ґрунтується на використанні ключових слів для пошуку наукових джерел в електронних базах даних PubMed та SPORTDiscus. Показано, що обсяг та інтенсивність фізичних вправ впливають на стан мікробіоти шлунково-кишкового тракту.

Ключові слова: мікробіота, кишківник, фізична активність

Kuibida V., Kokhanets P., Lopatynska V., Kadenko I. Physical activity and intestinal microbiota. The human body is colonized by trillions of symbiotic bacteria weighing about 2 kg. Their types of composition can change depending on physical activity, other stressors, health status, type of diet, etc. To date, the mechanism of influence of a certain volume and intensity of physical exercises on the microorganisms of the gastrointestinal tract of humans and animals has not been clarified. The modification of the intestinal microflora during and after training in the conditions of fast-strength activity, in matters of anaerobic-aerobic energy supply, endurance and ultra-endurance tests, needs to be clarified in detail.

The specified problem is relevant, and therefore became the task of this review article. We applied the research method, which is based on the use of keywords to search for scientific sources in the electronic databases PubMed and SPORTDiscus. The volume and intensity of physical exercises affect the state of the microbiota of the gastrointestinal tract. Athletes have a relatively reduced number of bacteria that produce short-chain fatty acids and lactic acids. Inadequate intake of carbohydrates and dietary fiber negates the benefits of exercise, which increase the diversity of the gut microbiota. No significant changes were found in the alpha-diversity or the overall microbial composition of the intestines of middle-distance runners, bodybuilders, and rugby players. The greatest impact of physical exertion on species richness of microorganisms was recorded at maximum aerobic capacity (VO₂ max) of exercise. Age, sex, or diet also affect gut flora, but to a lesser extent. Prolonged loads impoverish the intestinal microbiota in ultra-endurance athletes. In the process of endurance training, dysbacteriosis and intestinal ischemia, abdominal pain, nausea, vomiting, diarrhea, etc. occur. Dysbacteriosis and gastrointestinal syndrome are twice as common in runners than in other endurance sports, including cycling or swimming. Moderate exercise and dietary probiotics improve gut health and improve gut microbiota composition. They are recommended as adjunctive therapy in the fight against dysbacteriosis and gastrointestinal syndrome. Gut microbiota can be modified by exercise and short-term dietary changes, but the changes only last for a few days.

Key words: microbiota, intestine, physical activity.

Постановка проблеми. Проблему впливу фізичної активності на кишківникову мікробіоту розглянуто в роботах Bonomini-Gnutzmann R., Craven J., O'Donovan C., Dziewiecka H., Estaki M., Grosicki G., Jang L., Kulecka M., Liang R., Mańkowska K., Mitchell C., Moitinho-Silva L., Pane M. та їх співавторів [1,5,8–11,13,15,20–23]. Однак на сьогодні детальний механізм впливу певного обсягу та інтенсивності фізичних вправ на мікроорганізми шлунково-кишкового тракту людей і тварин не з'ясовано. Потребують детального з'ясування модифікація мікрофлори кишківника під час і після тренування в умовах швидкісно-силової діяльності, у вправах анаеробно-аеробного енергозабезпечення, випробуваннях на витривалість та ультравитривалість. Зазначена проблема є актуальною, тому що має теоретичне і прикладне значення.

Вона може бути поставлена в основу програми здоров'язбереження та покращення спортивних результатів, тому й стала основною метою і завданням цієї оглядової статті. Нами застосовано метод дослідження, який ґрунтується на використанні ключових слів для пошуку наукових джерел в електронних базах даних PubMed та SPORTDiscus.

Виклад основного матеріалу. Організм людини колонізований близько 100 трильйонами симбіотичних бактерій масою понад 2 кг. Видовий склад мікробіоти може змінюватися залежно від стану здоров'я і фізичної активності. Обсяг та інтенсивність фізичних вправ впливають на стан здоров'я шлунково-кишкового тракту. Так, близько 20–60% спортсменів потерпають від стресу, спричиненого надмірними фізичними вправами та недостатнім відновленням. Доповнення раціону пребіотиками та/або пробіотиками, покращують метаболічну, імунну та бар'єрну функцію і слугують терапією для спортсменів [23]. До складу кишкових бактерій входять 60–80% *Firmicutes*, 20–40% *Bacteroidetes* та невелика кількість *Proteobacteria* та *Actinobacteria* [9].

Фізичне тренування впливає на якість і кількість диференціацію мікроорганізмів, здатних продукувати бутират, зокрема, бактерій порядку *Clostridiales* або типу *Firmicutes*. Вони створюють природний бар'єр, який перешкоджає проникненню патогенних бактерій в епітелій кишківника [7]. Проаналізовано мікробіоту 37 елітних ірландських спортсменів серед яких учасники літніх Олімпійських ігор 2016 року. З'ясовано, що у складі мікробіоти спортсменів з високою тренувальною динамікою підвищена кількість таких видів мікробіоти: *Lactobacillus acidophilus*, *Prevotella intermedia* та *Faecalibacterium prausnitzii*. Натомість у групі людей з високим динамічним і статичним компонентами виявлено підвищену кількість бактерій *Bacteroides caccae*. У складі калу та сечі учасників статичних та високо динамічних видів спорту виявлено підвищену концентрацію лактату та креатиніну. Показано, що концентрації цис-аконіту, янтарної кислоти та лактату в сечі та креатиніну в зразках фекалій були різними у кожній групі. Ці відмінності були очевидними, незважаючи на відсутність істотних відмінностей у харчуванні [8]. У жінок з низьким споживанням кисню VO_2 встановлено зниження кількості *Bacteroides* і збільшення *Eubacterium rectale* та *Clostridium coccoides* в фазі, яка передуює менопаузі [7].

Фізична активність призводить до збільшення кількості бактерій порядку *Clostridiales* та родів *Lactobacillus*, *Prevotella*, *Bacteroides* та *Veillonella*. Їх кількість змінюється залежно від виду спортивних дисциплін. Перераховані вище бактерії переважають в спортсменів з високим VO_2 max. Серед спортсменів на витривалість переважає *Lactobacillus acidophilus*, а у спринтерів – *Bacteroides caccae*. Багата харчовими волокнами дієта збільшує кількість бактерій *Lactobacillus* або *Bifidobacterium*, пробіотичних мікроорганізмів. Існує зв'язок між VO_2 max людини і хемотаксисом мікроорганізмів. Механізм їх взаємодії включає ефекти бутирату. У людей з високим рівнем кардіореспіраторної підготовленості утворюється велика кількість бутирату, який модулює хемотаксис нейтрофілів. Максимальна кількість спожитого кисню під час інтенсивних фізичних вправ обернено корелює з біосинтезом ліпополісахариду. Ліпополісахарид входить до клітинної стінки грамнегативних бактерій, а після потрапляння в кров проявляє ендотоксичні властивості. Зв'язування ліпополісахариду з Toll-подібним рецептором 4 на багатьох типах клітин викликає запалення. Натомість фізична активність знижує кількість ліпополісахариду і стимулює роботу імунної системи [20].

Показано, що кишкові мікробіоти 33 велосипедистів розділені на три таксономічні кластери, які характеризуються високим вмістом а) *Prevotella*, б) *Bacteroides*, в) сумішшю багатьох родів – *Bacteroides*, *Prevotella*, *Eubacterium*, *Ruminococcus* і *Akkermansia*. Чим більше учасники тренувалися, тим більшу частку бактерій *Prevotella* серед їхньої мікробіоти виявлено. Зазначені мікроорганізми беруть участь в метаболізмі вуглеводів, амінокислот та амінокислот з розгалуженим ланцюгом. У професійних велосипедистів підвищена кількість транскриптів *Methanobrevibacter smithii* порівняно з велосипедистами-аматорами [24]. Виявлено меншу чисельність бактерій роду *Akkermansia* у гравців регбі з високим індексом маси тіла. Споживання білка позитивно корелювало з мікробним різноманіттям (коефіцієнти кореляції 0,24–0,43) [4].

Тип фізичних вправ пов'язаний із моделями дієти спортсменів. В експерименті досліджували мікробіоту 15 бодібілдерів (дієта з високим вмістом білка, високим вмістом жиру, низьким вмістом вуглеводів і низьким вмістом харчових волокон) та 15 елітних бігунів (дієта з низьким вмістом вуглеводів і низьким вмістом харчових волокон). Аеробні або силові вправи, що супроводжувалися незбалансованим споживанням макроелементів і низьким споживанням харчових волокон, не призвели до збільшення різноманітності мікробіоти кишківника. У бігунів виявлено негативну кореляцію між споживанням білка та показниками різноманітності кишкової мікробіоти. Дієта із значним споживанням жиру культуристами призвела до збільшення *Sutterella*, одночасно значно зменшивши надлишок *Bifidobacterium*. Недостатнє споживання вуглеводів і харчових волокон спортсменами нівелює переваги фізичних вправ, які збільшують різноманітність кишкової мікробіоти. Отримані результати свідчать про те, що дієти з високим вмістом білка можуть мати негативний вплив на різноманітність кишкової мікробіоти спортсменів, які тренуються на витривалість і споживають недостатньо вуглеводів та дієтичних волокон. Спортсмени, які займаються спортом з опором і дотримуються дієти з високим вмістом жиру, демонструють зменшення коменсальних бактерій, що продукують коротколанцюгові жирні кислоти [13]. Пробиотики визначено Продовольчою та сільськогосподарською організацією Об'єднаних Націй (ФАО)/ВООЗ як «живі мікроорганізми, які при введенні в адекватних кількостях приносять користь здоров'ю організму-господаря». В основі впливу мікробіоти на організм господаря виділено чотири механізми: а) взаємодію з потенційними патогенами, б) покращення бар'єрної функції, в) імуномодуляцію, г) вироблення нейромедіаторів. Після застосування антибіотиків або запальних захворювань кишківника пробіотичні штами бактерій ефективні при діареї. Виявлено чіткий зв'язок між складом шлунково-кишківникової мікробіоти та метаболічними захворюваннями, зокрема: ожирінням, запальними захворюваннями кишківника, метаболічним синдромом, цирозом та раком печінки [27].

Проведено порівняльний експеримент щодо кількості кишкових бактерій та рН фекалій в 26 бодібілдерів, які дотримувалися дієти з високим вмістом білка та в контрольній групі здорових чоловіків. Бодібілдери споживали значно більше білка (33,6% проти 22%) і менше жиру (27,6% проти 36,4%), ніж контрольна група. Не виявлено суттєвих

відмінностей щодо кількості колонієутворюючих одиниць вибраних кишкових бактерій. У зразках фекалій бодіблдерів спостерігався вищий рН калу, ніж контрольній групі (6,9 проти 6,2) [29].

Вивчено вплив тренувального обсягу навантажень на різноманітність і склад кишкової мікробіоти в бігунів на середні дистанції. Чотирнадцять добре підготовлених спортсменів здійснили три тижні звичайного тренування і три тижні – з великим об'ємом. Обсяг тренування зростав на 10, 20 і 30% упродовж кожного наступного тижня. Не виявлено суттєвих змін в альфа-різноманітності чи загальному мікробному складі кишківника різних груп спортсменів [5].

Локальна кишківникова ішемія – одна із супутніх ознак, яка виникає в процесі адаптації до фізичного навантаження. Ішемія належить до основних фізіологічних факторів, які спричиняють запальний процес, пошкодження клітин та порушення синтезу АТФ в дихальному ланцюзі мітохондрій [19]. В умовах наростання запального процесу й підвищення температури ядра тіла людини значну адаптаційну роль виконують білки термального шоку [16,17]. Під час виконання фізичних вправ зафіксовано гострі фізіологічні зміни шлунково-кишківникового середовища, викликані зниженням тут інтенсивності кровотоку. Пошкодження слизової оболонки та запалення може бути одним із механізмів модуляції багатства мікробіотів в осіб, які тренуються на витривалість. Різні види фізичних вправ мають чіткий, але помірний вплив на загальну фізіологію людини та дуже чіткі мікробні зміни в кишківнику [22].

Кардіореспіраторні вправи змінили мікробіом кишківника, але не збереглися упродовж і після періоду втручання. Натомість вправи з опором не призвели до помітних змін мікробіоти кишківника. Під час кардіореспіраторного втручання процеси порушення мікробіому мали початковий зсув та наступне повернення до базового стану [2]. Виявлено, що стаєрські вправи у спортсменів на витривалість погіршують склад кишкової мікробіоти більше, ніж у представників контрольної групи здорових людей [1].

Після марафонського забігу зафіксовано збільшення відносної чисельності представників роду грамнегативних анаеробних бактерій *Veillonella*. Натомість введення цього штаму в організм мишей значно збільшило час роботи на біговій доріжці. Мікроорганізми проникли через епітеліальний бар'єр у просвіт кишківника і інтенсивно синтезували пропіонат із молочної кислоти. Слід відмітити, що інтравентральне закапування пропіонату було достатньо для відтворення збільшення часу роботи на біговій доріжці. Цей ефект виявлено при введенні *V. atypica* через зонд. Доведено, що в процесі виконання фізичних вправ зазначені мікроорганізми сприяють покращенню часу бігу. Таким чином, природний ферментативний процес синтезу пропіонату покращує спортивні результати. Натомість підвищений рівень молочної кислоти сприяє колонізації шлунково-кишкового тракту бактеріями роду *Veillonella* [28]. Кишкову ішемію вважають основною причиною дисбактеріозу, болю в животі, нудоти, блювоти та діареї (та кривавої діареї). Шлунково-кишківниковий синдром зустрічається в 2 рази частіше в бігунів, ніж у представників інших видів спорту на витривалість (велосипедистів чи плавців) і в 1,5–3 рази частіше в елітних спортсменів, ніж в аматорів [6]. Збільшення альфа-різноманітності кишкової мікробіоти та велика кількість кількох домінуючих бактерій, зокрема, *Bacteroides*, посилюють кишкову проникність. Фізичні вправи можуть порушувати роботу імунної системи травного тракту, що призводить до посилення запальної реакції та шлунково-кишкових симптомів [3].

Фізичні вправи викликають збільшення кількості бактерій, що виробляють бутират (*Roseburia hominis*, *Faecalibacterium pausnitzii* та *Ruminococcaceae*). Після фізичного навантаження зростає концентрація бутирату в фекаліях гризунів та людей незалежно від дієти. Збільшення маси бактерій виробників бутирату можна вважати важливим елементом механізму поліпшення кишкового та кардіометаболічного здоров'я за допомогою фізичних вправ [21]. Досліджено зміни в складі кишкової мікробіоти та метаболізму в 73 солдатів під час тривалого фізіологічного стресу. Упродовж 4-денного лижного маршу кишкова проникність зросла на $62 \pm 57\%$ незалежно від групи дієти і була пов'язана із посиленням запалення. За рахунок зростання чисельності малопоширених таксонів та зменшення присутності домінуючих видів *Bacteroides* відбулося збільшення α -різноманітності і змінилася відносна чисельність $>50\%$ ідентифікованих родів мікроорганізмів. Зміни в складі кишкової мікробіоти були пов'язані з 23% метаболітів калу [14].

У цьому дослідженні вивчено зміни в мікробіомі кишківника ультрамарафонця світового класу до та після змагань в гірському забігу на 163 км. Аналіз кишкової мікробіоти проводили в чотири моменти часу: за 21 та 2 тижні до і через 2 години й 10 днів. Через дві години після випробування виявлено значні зміни в кишковому мікробіомі спортсмена. Альфа-різноманітність (індекс різноманітності Шенона) зросла з 2,73 до 2,80, а бактеріальний склад на рівні типу (співвідношення *Firmicutes/Bacteroidetes*) зріс з 4,4 до 14,2. В основі цих мікробних змін на макрорівні лежало помітне збільшення вибраних родів бактерій, таких як *Veillonella* і *Streptococcus*, що супроводжувалося зниженням *Alloprevotella* і *Subdoligranulum*. Ці висновки є ще одним прикладом того, як фізичні вправи можуть бути потужним модулятором здоров'я людини [11].

Показано, що α -різноманітність мікробіоти кишківника зростає з віком, а регулярні фізичні вправи викликають зміни в мікробному складі та функції, спричинені старінням. Крім того, α -різноманітність мікробіоти кишківника була вищою в людей похилого віку з надмірною вагою, ніж з нормальною вагою. Регулярні фізичні вправи суттєво вплинули на мікробний склад та їх функції в людей похилого віку з надмірною вагою [30]. Досліджено 12 спортсменів бойових мистецтв вищого рівня кваліфікації та 16 спортсменів нижчого. Мікробне багатство та різноманітність кишківника (індекс різноманітності Шенона ($p = 0,019$) та індекс різноманітності Сімпсона ($p = 0,001$)) були значно вищими у спортсменів професіоналів, ніж в спортсменів нижчого рівня. Роди мікроорганізмів *Parabacteroides*, *Phascolarctobacterium*, *Oscillibacter* і *Bilophila* були збагачені у професіоналів, натомість *Megasphaera* переважала в спортсменів нижчого рівня. Чисельність роду *Parabacteroides* позитивно корелювала з кількістю часу, який учасники тренувалися упродовж середнього значення усіх тижнів. Спортсмени вищого рівня мали підвищену різноманітність і вищу метаболічну здатність кишкового мікробіому, а це позитивно впливає на спортивні результати [18].

Зафіксовано збільшення кількості потенційно патогенного роду *Veillonella* в кишківнику марафонців. Ці бактерії можуть викликати клінічні інфекції в людей, але водночас добре відомі своєю здатністю до ферментації молочної

кислоти. Квартиранти кишківника спортсмена перетворюють лактат (метаболіт втоми) на пропіонат та ацетат, а останні є субстратом для утворення АТФ. Мікроорганізми допомагають організму спортсмена виробляти енергію, збільшують витривалість але водночас викликають запальний процес в його кишківнику [28]. В іншому дослідженні експериментальні зразки було зібрано у 14 марафонців, 11 лижників і 46 сидячих здорових осіб контрольної групи. Здорових осіб від марафонців і лижників відрізняли 20 і 5 таксонів відповідно. Обидві групи мали низьку чисельність основного роду кишкової мікробіоти, *Bacteroidetes*, і більшу чисельність роду *Prevotella*, який пов'язаний із запаленням кишківника [15].

Нещодавно було показано, що 60 хвилин інтенсивного тренування на витривалість із 70% максимальною працездатністю призвели до характерних реакцій «дірявого кишківника». На вказаний ефект впливають деякі фактори: висота над рівнем моря, температура навколишнього середовища, обмеження споживання рідини, вік та інші. Помірні фізичні тренування та дієтичні пробіотики можуть покращити здоров'я кишківника і склад кишкової мікробіоти. Збільшення часу виконання вправ або збільшення інтенсивності фізичного навантаження може негативно вплинути на травну систему та викликати неприємні симптоми: біль у животі, кольки, метеоризм, нудоту, блювоту чи діарею. Цей синдром вражає 70% спортсменів і зустрічається в 1,5-3 рази частіше серед кваліфікованих спортсменів, ніж серед аматорів. Тренування на ультравитривалість призводять до шлунково-кишкових розладів, а вони погіршують спортивні результати і впливають на загальний стан здоров'я. У спортсменів посилюється виділення прозапальних цитокінів і білків, які призводять до системного запалення. Так, в ультрамарафонців і триатлоністів зростає концентрація: токсичного ліпополісахариду; білка, який зв'язує жирні кислоти; інтерлейкінів IL-6 та 1 β ; фактору некрозу пухлини; γ -інтерферону; С-реактивного білка. Одним із найпоширеніших ефектів цього типу фізичної активності вважають збільшення кишкової проникності, який має назву «дірява кишка». Деградацію слизової оболонки кишківника ідентифікують за допомогою молекулярних біомаркерів, зокрема: співвідношення лактулози/рамнози, оклюдину і клаудину (білки, які забезпечують щільні з'єднання), ліпополісахариду та I-FABP (білок, який зв'язує жирні кислоти). Виявлення молекулярних механізмів індукції негерметичності кишкового тракту під дією фізичних вправ буде важливим підґрунтям для визначення безпечних обсягів і порогів тренувального навантаження та збереження здоров'я [25].

Існує взаємозв'язок між високою кардіореспіраторною ефективністю спортсмена і збільшенням кількості коротколанцюгових жирних кислот в кишківнику. Робота з максимальною аеробною потужністю ($VO_2 \max$) більше впливає на видове багатство мікроорганізмів, ніж вік, стать та дієта. Мікробні профілі здорових людей сприяють виробленню бутирату. Збільшення різноманітності мікробіоти та вироблення бутирату пов'язані із загальним здоров'ям господаря. Фізичні вправи рекомендовано як допоміжну терапію в боротьбі із дисбактеріозом. Збільшення різноманітності мікроорганізмів посилює хемотаксичну та спороутворювальну здатність мікрофлори та її участь в біосинтезі жирних кислот [10].

Позитивний вплив помірного фізичного навантаження на різноманітність кишківникової мікробіоти та роботу кишківникового бар'єру не викликає сумніву. Натомість інтенсивні фізичні вправи з максимальною аеробною потужністю ($\geq 60-70\% VO_{2\max}$) негативно впливають на шлунково-кишкову систему та мікробіоту, змінюючи її структуру та функціональність. Підвищується проникність кишківникового бар'єру для бактеріальних ендотоксинів та інфікування всього організму. При цьому системне запалення низького ступеня може вплинути не лише на гомеостаз шлунково-кишкового тракту, але й на загальний стан здоров'я [26, 12].

Висновки. Обсяг та інтенсивність фізичних вправ впливають на стан мікробіоти шлунково-кишкового тракту. У спортсменів відносно знижена кількість бактерій, які продукують коротколанцюгові жирні та молочну кислоти. Недостатнє споживання вуглеводів і харчових волокон нівелює переваги фізичних вправ, які збільшують різноманітність кишкової мікробіоти. Не виявлено суттєвих змін в альфа-різноманітності чи загальному мікробному складі кишківника бігунів на середні дистанції, бодібілдерів, гравців регбі. Найбільший вплив фізичного навантаження на видове багатство мікроорганізмів зафіксовано при максимальній аеробній потужності ($VO_{2\max}$) вправ. Вік, стать чи дієта також впливають на фіторізноманіття кишківника, але менше.

Тривалі стаєрські навантаження збіднюють кишкову мікробіоту в ультравитривалих спортсменів. У процесі тренувань на витривалість виникає дисбактеріоз та кишкова ішемія, біль в животі, нудота, блювота, діарея тощо. Дисбактеріоз та шлунково-кишковий синдром зустрічається в 2 рази частіше в бігунів, ніж у представників інших видів спорту на витривалість, зокрема велоспорту чи плавання. Інтенсивні фізичні вправи з максимальною аеробною потужністю ($\geq 60-70\% VO_{2\max}$) змінюють структуру та функціональність шлунково-кишкових системи та мікробіоти кишківника. Вони підвищують проникність кишківникового бар'єру для бактеріальних ендотоксинів та інфікують мікроорганізмами увесь організм. У кишківнику марафонців збільшується кількість представників потенційно патогенного роду *Veillonella*. Під час тривалого бігу ці бактерії переробляють лактат і сприяють утворенню енергії. Цим самим вони посилюють витривалість спортсмена але викликають запальний процес в його кишківнику, як плату за послугу.

Помірні фізичні тренування та дієтичні пробіотики покращують здоров'я кишківника і поліпшують склад кишкової мікробіоти. Їх рекомендовано як допоміжну терапію в боротьбі із дисбактеріозом та шлунково-кишковим синдромом. Мікробіоту можна модифікувати короткочасними змінами дієти, але зміни зберігаються лише протягом кількох днів.

References.

1. Bonomini-Gnutzmann R, Plaza-Díaz J, Jorquera-Aguilera C, Rodríguez-Rodríguez A, Rodríguez-Rodríguez F. (2022). Effect of Intensity and Duration of Exercise on Gut Microbiota in Humans: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. Aug 3;19(15):9518. doi: 10.3390/ijerph19159518.
2. Vycura D, Santos AC, Shiffer A, Kyman S, Winfree K, Sutcliffe J, Pearson T, Sonderegger D, Cope E, Caporaso JG. (2021). Impact of Different Exercise Modalities on the Human Gut Microbiome. *Sports (Basel)*. Jan 21;9(2):14. doi: 10.3390/sports9020014.

3. Camilleri M. (2019). Leaky gut: mechanisms, measurement and clinical implications in humans. *Gut*. ;68(8):1516–1526. doi: 10.1136/gutjnl-2019-318427.
4. Clarke SF, Murphy EF, O'Sullivan O, Lucey AJ, Humphreys M, Hogan A, Hayes P, O'Reilly M, Jeffery IB, Wood-Martin R, Kerins DM, Quigley E, Ross RP, O'Toole PW, Molloy MG, Falvey E, Shanahan F, Cotter PD. (2014). Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*. ;63(12):1913–1920. doi: 10.1136/gutjnl-2013-306541.
5. Craven J, Cox AJ, Bellinger P, Desbrow B, Irwin C, Buchan J, McCartney D, Sabapathy S. (2022). The influence of exercise training volume alterations on the gut microbiome in highly-trained middle-distance runners. *Eur J Sport Sci*. Aug;22(8):1222-1230. doi: 10.1080/17461391.2021.1933199.
6. de Oliveira EP, Burini RC, Jeukendrup A. (2014). Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports Med*. May;44 Suppl 1(Suppl 1):S79-85. doi: 10.1007/s40279-014-0153-2.
7. Durk, Ryan P., Esperanza Castillo, Leticia Márquez-Magaña, Gregory James Grosicki, Nicole D. Bolter, C. Matthew Lee, James R. Bagley. (2018). "Gut Microbiota Composition Is Related to Cardiorespiratory Fitness in Healthy Young Adults." *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29 (3): 249-253: International Society of Sport Nutrition. doi: 10.1123/ijsnem.2018-0024 source: 10.1123/ijsnem.2018-0024.
8. O'Donovan CM, Madigan SM, Garcia-Perez I, Rankin A, O'Sullivan O, Cotter PD. (2020). Distinct microbiome composition and metabolome exists across subgroups of elite Irish athletes. *J Sci Med Sport*.;23(1):63–68. doi: 10.1016/j.jsams.2019.08.290.
9. Dziewiecka H, Buttar HS, Kasperska A, Ostapiuk-Karolczuk J, Domagalska M, Cichoń J, Skarpańska-Stejnborn A. (2022). Physical activity induced alterations of gut microbiota in humans: a systematic review. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. Jul 7;14(1):122. doi: 10.1186/s13102-022-00513-2.
10. Estaki M, Pither J, Baumeister P, Little JP, Gill SK, Ghosh S, Ahmadi-Vand Z, Marsden KR, Gibson DL. (2016). Cardiorespiratory fitness as a predictor of intestinal microbial diversity and distinct metagenomic functions. *Microbiome*. Aug 8;4(1):42. doi: 10.1186/s40168-016-0189-7.
11. Grosicki GJ, Durk RP, Bagley JR. (2019). Rapid gut microbiome changes in a world-class ultramarathon runner. *Physiol Rep*. Dec;7(24):e14313. doi: 10.14814/phy2.14313.
12. Gubert C, Kong G, Renoir T, Hannan AJ. (2020). Exercise, diet and stress as modulators of gut microbiota: Implications for neurodegenerative diseases. *Neurobiol Dis*. Feb;134:104621. doi: 10.1016/j.nbd.2019.104621.
13. Jang LG, Choi G, Kim SW, Kim BY, Lee S, Park H. (2019). The combination of sport and sport-specific diet is associated with characteristics of gut microbiota: an observational study. *J Int Soc Sports Nutr*. ;16(1):21. doi: 10.1186/s12970-019-0290-y.
14. Karl JP, Margolis LM, Madslie EH, Murphy NE, Castellani JW, Gundersen Y, Hoke AV, Levangie MW, Kumar R, Chakraborty N, Gautam A, Hammamieh R, Martini S, Mountain SJ, Pasiakos SM. (2017). Changes in intestinal microbiota composition and metabolism coincide with increased intestinal permeability in young adults under prolonged physiological stress. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. Jun 1;312(6):G559-G571. doi: 10.1152/ajpgi.00066.2017.]
15. Kulecka M, Fraczek B, Mikula M, Zeber-Lubecka N, Karczmarzski J, Paziewska A, Ambroziewicz F, Jagusztyn-Krynicka K, Cieszczyk P, Ostrowski J. (2020). The composition and richness of the gut microbiota differentiate the top Polish endurance athletes from sedentary controls. *Gut Microbes*. Sep 2;11(5):1374-1384. doi: 10.1080/19490976.2020.1758009.
16. Kuibida V, Kokhanets P, Lopatynska V. (2022). Heat shock proteins in adaptation to physical exertion. *Ukr.Biochem.J.*; 94, No. 2, March-April, 5-14 doi: <https://doi.org/10.15407/ubj94.02.005>
17. Kuibida V, Kokhanets P, Lopatynska V. (2022). Temperature, heat shock proteins and growth regulation of the bone tissue . *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 13(1), 38-45. <https://doi.org/10.15421/022205>
18. Liang R, Zhang S, Peng X, Yang W, Xu Y, Wu P, Chen J, Cai Y, Zhou J. (2019). Characteristics of the gut microbiota in professional martial arts athletes: A comparison between different competition levels. *PLoS One*. Dec 27;14(12):e0226240. doi: 10.1371/journal.pone.0226240.
19. Liu F, Lu J, Manaenko A, Tang J, Hu Q. (2018). Mitochondria in Ischemic Stroke: New Insight and Implications. *Aging Dis*. Oct 1;9(5):924-937. doi: 10.14336/AD.2017.1126.
20. Mańkowska K, Marchelek-Myśliwiec M, Kochan P, Kosik-Bogacka D, Konopka T, Grygorzewicz B, Roszkowska P, Cecerska-Heryć E, Siennicka A, Konopka J, Dołęgowska B. (2022). Microbiota in sports. *Arch Microbiol*. Jul 14;204(8):485. doi: 10.1007/s00203-022-03111-5.
21. Mitchell CM, Davy BM, Hulver MW, Neilson AP, Bennett BJ, Davy KP. (2019). Does Exercise Alter Gut Microbial Composition? A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc*. Jan;51(1):160-167. doi: 10.1249/MSS.0000000000001760.
22. Moitinho-Silva L, Wegener M, May S, Schrinner F, Akhtar A, Boysen TJ, Schaeffer E, Hansen C, Schmidt T, Rühlemann MC, Hübenenthal M, Rausch P, Kondakci MT, Maetzler W, Weidinger S, Laudes M, Süß P, Schulte D, Junker R, Sommer F, Weisser B, Bang C, Franke A. (2021). Short-term physical exercise impacts on the human holobiont obtained by a randomised intervention study. *BMC Microbiol*. Jun 2;21(1):162. doi: 10.1186/s12866-021-02214-1.
23. Pane M, Amoroso A, Deidda F, Graziano T, Allesina S, Mogna L. (2018). Gut Microbiota, Probiotics, and Sport: From Clinical Evidence to Agonistic Performance. *J Clin Gastroenterol*. Nov/Dec;52 Suppl 1, Proceedings from the 9th Probiotics, Prebiotics and New Foods, Nutraceuticals and Botanicals for Nutrition & Human and Microbiota Health Meeting, held in Rome, Italy from September 10 to 12, 2017:S46-S49. doi: 10.1097/MCG.0000000000001058.
24. Petersen LM, Bautista EJ, Nguyen H, Hanson BM, Chen L, Lek SH, Sodergren E, Weinstock GM. (2017). Community characteristics of the gut microbiomes of competitive cyclists. *Microbiome*.;5(1):98. doi: 10.1186/s40168-017-0320-4.

25. Ribeiro FM, Petriz B, Marques G, Kamilla LH, Franco OL. (2021). Is there an exercise-intensity threshold capable of avoiding the leaky gut? *Front Nutr.*;8:627289. doi: 10.3389/fnut.2021.627289.
26. Ruiz-Iglesias P, Estruel-Amades S, Camps-Bossacoma M, Massot-Cladera M, Castell M, Perez-Cano FJ. (2020). Alterations in the mucosal immune system by a chronic exhausting exercise in Wistar rats. *Sci Rep.* 10:17950. doi:10.1038/s41598-020-74837-9.
27. Sánchez B, Delgado S, Blanco-Míguez A, Lourenço A, Gueimonde M, Margolles A. (2017). Probiotics, gut microbiota, and their influence on host health and disease. *Mol Nutr Food Res.* Jan;61(1). doi: 10.1002/mnfr.201600240.
28. Scheiman J, Luber JM, Chavkin TA, MacDonald T, Tung A, Pham LD, Wibowo MC, Wurth RC, Punthambaker S, Tierney BT, Yang Z, Hattab MW, Avila-Pacheco J, Clish CB, Lessard S, Church GM, Kostic AD. (2019). Meta-omics analysis of elite athletes identifies a performance-enhancing microbe that functions via lactate metabolism. *Nat Med.* Jul;25(7):1104-1109. doi: 10.1038/s41591-019-0485-4.
29. Szurkowska J, Wiącek J, Lapidis K, Karolkiewicz JA (2021). Comparative Study of Selected Gut Bacteria Abundance and Fecal pH in Bodybuilders Eating High-Protein Diet and More Sedentary Controls. *Nutrients.* Nov 16;13(11):4093. doi: 10.3390/nu13114093.
30. Zhu Q, Jiang S, Du G. (2020). Effects of exercise frequency on the gut microbiota in elderly individuals. *Microbiologyopen.* Aug;9(8):e1053. doi: 10.1002/mbo3.1053.

DOI 10.31392/NPU-nc.series15.2022.11K(156).09

Мовчан В.П.

старший викладач кафедри спортивних дисциплін і туризму,
Університету Григорія Сковороди в Переяславі

ЗНАЧЕННЯ РУХОВОЇ АКТИВНОСТІ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

У статті досліджується вплив рухової активності на стан здоров'я людини. Основними характеристиками рухової активності людини є її фізична підготовленість і фізичний стан. Фізичну підготовленість розглядаємо як результат, що досягається при тренуванні рухових навичок і підвищенні рівня працездатності організму, які потрібні для засвоєння та виконання людиною визначеного виду діяльності. Тоді як фізичний стан – показником стану та рівня фізичного здоров'я людини. Останній залежить від природних і соціально зумовлених чинників. Фізичний стан і фізична підготовленість визначають фізичний розвиток людини, який можна змінювати та покращувати за допомогою фізичних вправ, режиму праці і відпочинку, раціонального харчування. Оптимальний режим рухової активності (співвідношення обсягу й інтенсивності вправ при раціональному чергуванні засобів фізичного виховання) є найважливішим чинником розвитку рухової функції людини. Рухова активність, як основний (але не єдиний) засіб фізичної культури, має багато можливостей для вирішення комплексу проблем, пов'язаних з розвитком та здоров'ям людей. Використання різноманітних форм фізичної культури сприяє профілактиці захворювань, продовженню тривалості життя, підвищує працездатність, забезпечує активне творче дозвілля, допомагає в організації повноцінного дозвілля і боротьбі із шкідливими звичками, створює умови пізнання власних можливостей.

Ключові слова: рухова активність, фізичне навантаження, фізичні вправи, серцево-судинна система, здоров'я людини.

Movchan V. P. The importance of motor activity for human health. Influence of motion activities human health is tackled in article. The main characteristics of a person's motor activity are his physical fitness and physical condition. We consider physical fitness as a result achieved by training movement skills and increasing the level of the body's performance, which are required for the assimilation and performance of a specific type of activity by a person. While physical condition is an indicator of the state and level of a person's physical health. The latter depends on natural and socially conditioned factors. Physical condition and physical fitness determine a person's physical development, which can be changed and improved with the help of physical exercises, a regime of work and rest, and a balanced diet. Optimal regime of motion activities (correlation between the amount and intensity of exercises in rational alternation of means of physical training) is the most important factor of human motion activities development. Motor activity, as one of the basic means of physical culture, has many opportunities for solving a complex of problems related to the development and health of people. The use of different forms of physical culture helps to prevent diseases, longevity, increases working efficiency, provides active creative longevity, organizes a full-fledged leisure, and leads the fight against bad habits, creates conditions for the knowledge of their own capabilities.

Key words: physical activity, physical activity, cardio - vascular system, human health.

Постановка проблеми, аналіз останніх досліджень, публікацій. Формування людини на всіх етапах її еволюційного розвитку відбувається на тлі активної м'язової діяльності, яка забезпечує нормальну роботу серцевої та дихальної систем, постійність внутрішнього середовища організму, його гомеостаз тощо. Незаперечним фактом виступає зв'язок рухової активності зі станом фізичного здоров'я людини, яке, у свою чергу, визначається резервами енергетичного, пластичного і регулятивного забезпечення функцій організму, характеризується стійкістю до впливу патогенних факторів і здатністю протидіяти патологічним процесам та є основою здійснення соціальних і біологічних функцій [1.с.20;].

Дефіцит рухової активності приводить до погіршення адаптації серцево-судинної системи до стандартного фізичного навантаження, зниження показників ЖЕЛ, станової сили, появи надмірної маси тіла, підвищення рівня