

МІКРОБІОМ ТОВСТОЇ КИШКИ ПІСЛЯ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

©С. В. Бабак, К. С. Малько

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ

РЕЗЮМЕ. Мікробіом кишечника відіграє надзвичайно велику роль у функціонуванні організму, його метаболізмі та гомеостазі. Він досить чутливий до дії багатьох чинників, одним із яких є фізична активність організму. Вплив фізичного навантаження на мікробіоту кишечника наразі мало досліджений. Є окремі дані, що мікробіом товстої кишки змінюється після фізичного навантаження.

Мета роботи – вивчити вплив фізичного навантаження на мікробіом товстої кишки (за аналізами калу).

Матеріал і методи. У дослідженні брали участь 7 добровольців чоловічої статі 24–36 років. У звичайному житті досліджувані особи не займаються фізичними вправами, для них характерним є вид харчування – всеїдіння. Волонтерам було запропоновано впродовж 21 доби активно займатись фізичним навантаженням (біг і силові вправи у фітнес-залі). До початку дослідження і після його завершення волонтери здавали кал на визначення мікробіому (у медичній лабораторії DIAGEN, м. Київ). Проводився якісний та кількісний аналіз результатів ПЛР-тесту «МІКРОБІОМ / МЕТАБОЛІЗМ». Дослідження проводили згідно з міжнародними нормами біоетики і законодавства України.

Результати. Виявлено, що фізичні навантаження сприяють значному зростанню загальної бактеріальної маси. Відбувається це, в основному, за рахунок збільшення кількості бактерій – представників корисної мікробіоти.

Виявлено збільшення кількості бактерій роду *Prevotella spp.*, що можна пояснити збільшеним споживанням вуглеводів при зростанні фізичного навантаження. Також зафіксовано збільшення кількості бактерій виду *Faecalibacterium prausnitzii* у 100 разів (у 7 разів понад норму), яка є найпоширенішою бактерією в кишечнику здорових дорослих людей. У 70 разів зросла також кількість представників виду *Bacteroides thetaiotaomicron*, який є коменсальним симбіонтом, що живе у кишечнику людей. Збільшилась кількість і корисних бактерій виду *Blautia spp.*

Висновки. Фізичні навантаження впродовж 21 доби сприяють змінам у мікробіомі товстої кишки (калу). Збільшилась загальна бактеріальна маса, у переважній більшості за рахунок корисних бактерій, таких, як *Prevotella spp.*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Bacteroides thetaiotaomicron*, *Blautia spp.*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: фізичні навантаження; мікробіом; всеїдіння; корисні бактерії; товста кишка; аналізи калу; мікробіом кишечника.

Вступ. Мікробіом людини – це найдзвичайно складна система різних організмів – вірусів, бактерій, грибів, найпростіших, які мають складні взаємозв'язки та взаємодії. У XXI ст. здійснено низку наукових досліджень з цієї теми. Мікробіом людського організму має свою генетичну регуляцію та складні взаємодії, здійснює важливі функції, має величезний біологічний потенціал, що спрямований на захист макроорганізму та на його метаболічну підтримку. Нормальний мікробіом забезпечує гомеостаз і може компенсувати вплив різних негативних чинників [1–4].

У науковій літературі є невелика кількість досліджень впливу фізичних вправ на мікробіоту кишечника. Є дані про те, що кишкова мікробіота відіграє важливу роль у здоров'ї, самопочутті та спортивних результатах спортсменів [5–8]. Мікробіом безпосередньо забезпечує фізіологічні процеси та метаболізм спортсменів, тому можна припустити, що високий рівень цих процесів: витрат енергії, виробництва тепла, м'язової сили тощо, пов'язаний із перебудовою та активацією відповідних мікроорганізмів.

Є дослідження про мікробіом спортсменів-марафонців, у яких виявили зростання кількості певних бактерій, що активно розмножуються при наявності в організмі лактату після фізичного навантаження [9, 10].

Розуміння механізмів, у яких кишкова мікробіота може чинити вплив на спортивні результати, становить значний інтерес для спортсменів, які працюють над покращенням своїх результатів у змаганнях. Учені проводять дослідження, які показують, що залежний від мікробіому шлях кишечника – мозок регулює мотивацію до фізичних вправ [11].

Більшість спортивного харчування використовує зовнішній підхід до дієти – маніпулювання споживанням макроелементів на основі типу тренування та цілей продуктивності. Однак перехід до внутрішнього фокусу, приділяючи пріоритет здоров'ю кишкового мікробіому, може стати новим рубежем для конкурентної переваги в легкій атлетичі [12].

Ticinesi A. et al. (2019) розглядають фізичні вправи та імунну систему як модулятори кишкового мікробіому для гіпотези кишково-м'язової осі. Деякі дослідження показали, що фізичні вправи, як можливий модулятор складу мікробіому кишечника, пов'язані зі збільшенням біорізноманіття та представництвом таксонів із корисними метаболічними функціями. А тренування до виснаження може бути пов'язане з дисбактеріозом кишкового мікробіому, що сприяє запаленню та негативним метаболічним наслідкам. Мікробіота кишечника може, у свою чергу, впливати на патофізіологію кількох віддалених органів, включаючи скелетні

м'язи. Вісь кишечник – м'яз може регулювати відкладання м'язового білка і роботу м'язів [13].

Отже, існує кілька різних галузей досліджень, щодо питання ролі мікробіому кишечника у фізичних вправах і спортивних результатах. Однак у дослідженнях досі є багато прогалин та обмежень, які ще потрібно вивчати [6].

Робота виконана відповідно до плану науково-дослідних робіт кафедри медико-біологічних дисциплін Національного університету фізичного виховання і спорту України «Вплив ендогенних та екзогенних факторів на перебіг адаптаційних реакцій організму до фізичних навантажень різної інтенсивності» (№ державної реєстрації 012U108187).

Мета роботи – вивчити вплив фізичного навантаження на мікробом товстої кишки (за аналізами калу).

Матеріал і методи дослідження. У дослідженні брали участь волонтери чоловічої статі віком 24–36 років. Дослідження проводили згідно з міжнародними нормами біоетики і законодавства України. Усі особи, які брали участь у дослідженні, були поінформовані щодо цілей, засобів, структури та послідовності проведення дослідження і надали згоду.

Особи здавали аналіз калу на мікробіоту в медичній лабораторії DIAGEN, м. Києва. Проводився якісний та кількісний аналіз результатів ПЛР-тесту «МІКРОБІОМ / МЕТАБОЛІЗМ».

7 осіб чоловічої статі не виконували фізичних вправ у своєму повсякденному житті. Вони погодились здати аналіз калу на мікробіоту, а потім 21 добу виконували фізичні вправи: зранку біг – 1 година, увечері – відвідували фітнес-зал (1,5 год.),

де виконували вправи, в основному силового характеру. Після 21 доби волонтери повторно здали кал на дослідження мікробіоти. Усі досліджувані притримувались звичного для них всеїдного раціону.

Математична обробка результатів дослідження проводилась за допомогою пакета програм Microsoft Office 2007 (MS Excel) та програми STATISTICA 6.0 з використанням загальноприйнятих методів варіаційної статистики.

Результати й обговорення. З метою виключення впливу раціону харчування на мікробіом товстої кишки, ми з'ясували, чим харчуються досліджувані волонтери. Виявили, що до фізичного навантаження всі семеро чоловіків споживали приблизно однакову їжу. Раціон принципово не змінювався. Досліджувані особи споживали перші страви, м'ясо, рибу, хліб, каші, гриби, картоплю, салати, фрукти, чаї, какао, компоти, соки...

Після трьох місяців активних фізичних занять у мікробіомі калу виявлено зростання загальної бактеріальної маси в середньому в 20 разів (у 8 разів понад норму). Після виявлення цього факту ми вирішили з'ясувати, за рахунок яких бактерій це відбувається?

Аналіз кількісного та якісного складу мікробіому калу показав, що фізичне навантаження сприяє збільшенню кількості бактерій роду *Prevotella spp.* (табл. 1). Відомо, що при збільшенні фізичного навантаження у спортсмена зростає потреба у споживанні вуглеводів, а *Prevotella spp.* активується і активно розмножується саме для розщеплення вуглеводів [14]. Цим можна пояснити зростання кількості цієї бактерії.

Таблиця 1. *Prevotella spp.* у мікробіомі калу після фізичних навантажень (n=7)

Показники	Результати	Од. виміру	Реф. значення
<i>Prevotella spp.</i> до фізичного навантаження	$7 \times 10^{11} \pm 2 \times 10^3$	копії/мл	$< 10^{11}$
<i>Prevotella spp.</i> після фізичного навантаження	$3 \times 10^{12} \pm 1 \times 10^3$ *	копії/мл	$< 10^{11}$

Примітка: * – статистична вірогідність відмінностей, $p < 0,05$.

Після фізичного навантаження зникли бактерії виду *Methanobrevibacter smithii* (табл. 2), що є досить дивним, з огляду на те, що ця бактерія утилізує водень (H_2), який виділяється бактеріями бродіння в якості побічного продукту і, який є для них шкідливим. Для того, щоб процес перетравлення рослинних поліцукрів був ефективним, *Methanobrevibacter smithii* має цей водень утилізувати. Під час метаногенезу поглинається водень та вуглекислий газ і виділяється метан. Вчені відмічають, що цим процесом можуть займатись і інші археї-метаногени та бактерії-сульфатредуктори [15]. З інших архей – бактерія *Methanosphaera stadtmanae* також була відсутня, а бактерії-суль-

фатредуктори не визначають у даній лабораторії, тому ми не можемо стверджувати, хто з мікроорганізмів займається цим процесом в умовах фізичного навантаження.

Ми виявили, що фізичне навантаження сприяло збільшенню кількості бактерій виду *Faecalibacterium prausnitzii* (*F. prausnitzii*) у 100 разів (у 7 разів понад норму). Ця бактерія є досить важливою для мікробіоти кишечника і є найпоширенішою в кишечнику здорових дорослих людей – більш ніж 5 % сумарної чисельності бактерій. Основні кінцеві продукти ферментації глюкози штамми *F. prausnitzii* – форміат, невеликі кількості D-лактату та суттєві кількості бутирату.

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення

F. prausnitzii також активно продукує бутират у для фізіологічних процесів шлунково-кишкового кишечника. Бутират є необхідною речовиною тракту [3].

Таблиця 2. *Methanobrevibacter smithii* у мікробіомі калу після фізичних навантажень (n=7)

Показники	Результати	Од. виміру	Реф. значення
<i>Methanobrevibacter smithii</i> до фізичного навантаження	$8 \times 10^5 \pm 3 \times 10^2$	копії/мл	$10^6 - 10^{10}$
<i>Methanobrevibacter smithii</i> після фізичного навантаження	не виявлено	копії/мл	$10^6 - 10^{10}$

У науковій літературі є відомості про те, що зменшення у кількості *F. prausnitzii* пов'язано з дисбактеріозом при кількох захворюваннях людей. Зокрема, є дослідження, які виявили позитивну кореляцію між виснаженням популяції *F. prausnitzii* з вираженістю синдрому втоми.

Можна припустити, що збільшення кількості цієї бактерії у товстій кишці може свідчити про активацію ферментативних процесів при фізичних навантаженнях, що може сприяти покращенню метаболізму кишечника.

Дослідження вчених також показали, що у пацієнтів з синдромом хронічної втоми зменшується кількість бактерій не тільки виду *Faecalibacterium prausnitzii*, але й виду ***Eubacterium rectale***, бактерій, які також продукують бутират. Крім того, показано, що ендотоксин *Eubacterium rectale* активує фактор транскрипції NF-κB, який регулює численні аспекти вроджених і адаптивних імунних відповідей у нормальних епітеліальних клітинах товстої кишки.

У досліджуваних осіб після фізичного навантаження кількість бактерій виду *Eubacterium rectale* достовірно не змінилась.

Американські дослідники вивчали вплив раціону з надлишком моносахаридів на ***Bacteroides thetaiotaomicron*** – коменсального симбіонта, який живе в кишечнику людей та багатьох тварин. Виявилось, що при надлишку фруктози та глюкози *B. thetaiotaomicron* погано росте, оскільки ці цукри

блокують виробництво необхідного для колонізації кишечника білка [3]. *B. thetaiotaomicron* та її похідні використовують для лікування запальних, аутоімунних та алергічних захворювань.

Bacteroides thetaiotaomicron – це грамнегативний облигатний анаероб, одна з найпоширеніших бактерій, виявлених у кишечнику людини, але також умовно-патогенний мікроорганізм. Його геном містить численні гени, що спеціалізуються на перетравленні полісахаридів. *B. thetaiotaomicron* потенційно може інфікувати тканини, схильні до впливу кишкової флори, сприяти росту патогенних бактерій. Наприклад, *B. thetaiotaomicron* експресує ферменти сіалідази і не може катаболізувати сіалову кислоту; у результаті збільшується кількість вільної сіалової кислоти, доступної для інших мікроорганізмів в кишечнику. Такі взаємодії можуть сприяти зростанню патогенних бактерій, таких як *Clostridium difficile*, що використовують сіалову кислоту як джерело вуглецю.

Подібні взаємодії можуть призвести до того, що *B. thetaiotaomicron* посилить патогенну інфекцію кишкової палички, але в нормі ця бактерія не шкодить кишечнику. У нашому дослідженні фізичне навантаження привело до того, що *B. thetaiotaomicron* збільшилась у 70 разів, але не вийшла за межі норми, а от кількість ***Escherichia coli*** в товстій кишці збільшилась понад норму. У той же час, збільшилась кількість і корисних бактерій ***Blautia spp.*** (табл. 3).

Таблиця 3. *Blautia spp.* у мікробіомі калу після фізичних навантажень (n=7)

Показники	Результати	Од. виміру	Реф. значення
<i>Blautia spp.</i> до фізичного навантаження	$3 \times 10^9 \pm 4 \times 10^3$	копії/мл	$10^8 - 10^{11}$
<i>Blautia spp.</i> після фізичного навантаження	$5 \times 10^{10} \pm 2 \times 10^3$	копії/мл	$10^8 - 10^{11}$

Як відомо, представники роду *Blautia* можуть чинити захисну дію патогенам [2, 3]. Вчені стверджують, що *B. obeum* навіть знижує колонізацію та експресію генів вірулентності *Vibrio cholerae*, прискорюючи таким чином відновлення після діареї. Тому можна припустити, що такі бактерії, як *Blautia spp.* якраз і протидіють *E. coli*.

Висновки. Фізичні навантаження впродовж 21 доби сприяють змінам у мікробіомі товстої кишки (калу). Збільшилась загальна бактеріальна

маса, у переважній більшості за рахунок корисних бактерій, таких як *Prevotella spp.*, *Faecalibacterium prausnitzii*, *Bacteroides thetaiotaomicron*, *Blautia spp.*

Перспективи подальших досліджень. Мікробіом організму загалом, і зокрема мікробіом калу (кишечника) – це надзвичайно складна та практично не вивчена екосистема з дуже складними біологічними взаємодіями, тому перспективою досліджень мікробіому калу при фізичних навантаженнях є пояснення механізмів цих взаємодій.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іванченко Н. В. Мікробіом калу: роль у забезпеченні здоров'я людини / Н. В. Іванченко, О. П. Єльнікова, О. А. Колодяжна // Український журнал мікробіології, біотехнології та вірусології. – 2018. – № 1 (42). – С. 4–16.
2. Лунгу М. В. Мікробіом калу як біологічний маркер здоров'я / М. В. Лунгу, О. Л. Рудьковська, В. І. Мельник // Східноєвропейський журнал внутрішньої та сімейної медицини. – 2018. – № 2 (1). – С. 36–41.
3. The Gastrointestinal Microbiome: A Review / P. C. Barko, M. A. McMichael, K. S. Swanson, D. A. Williams // *J Vet Intern Med.* – 2018. – No. 32 (1). – P. 9–25. DOI: 10.1111/jvim.14875
4. Manos J. The human microbiome in disease and pathology / J. Manos // *APMIS.* – 2022. – No. 130 (12). – P. 690–705. DOI: 10.1111/apm.13225
5. Exercise, diet and stress as modulators of gut microbiota: implications for neurodegenerative diseases / C. Gubert, G. Kong, T. Renoir, A. J. Hannan // *Neurobiol. Dis.* – 2019. – No. 134. – P. 104621. DOI: 10.1016/j.nbd.2019.104621.
6. Hughes R. L. A Review of the Role of the Gut Microbiome in Personalized Sports Nutrition / R. L. Hughes // *Frontiers in Nutrition.* – 2020. – No. 6. – P. 191. DOI: 10.3389/fnut.2019.001
7. The athletic gut microbiota / A. E. Mohr, R. Jäger, K. C. Carpenter [et al.] // *J Int Soc Sports Nutr.* – 2020. – No. 17(1). – P. 24. DOI: 10.1186/s12970-020-00353-w
8. 'Microbes in sport' – The potential role of the gut microbiota in athlete health and performance / A. Rankin, C. O'Donovan, S. M. Madigan [et al.] // *Br J Sports Med.* – 2017. – No. 51(9). – P. 698–699. DOI: 10.1136/bjsports-2016-097227
9. Малько К. С. Дослідження впливу фізичного навантаження на мікробом калу / Малько К. С., Бабак С. В. // Міжнародна науково-практична конференція «Адаптаційні та психфізіологічні проблеми фізичної культури і спорту» Київ-Черкаси, (7–8 грудня 2023). – 2023. – С. 77–78.
10. Гуренко О. О. Вплив фізичних вправ на мікробіом кишечника та інсулінорезистентність у осіб з метаболічним синдромом / О. О. Гуренко, С. Б. Дроздовська // Український журнал медицини, біології та спорту. – 2020. – No. 5(27). – С. 324–331.
11. A microbiome-dependent gut-brain pathway regulates motivation for exercise / L. Dohnalová, P. Lundgren, J. R. E. Carty [et al.] // *Nature.* – 2022. – 612 (7941). – P. 739–747. DOI: 10.1038/s41586-022-05525-z.
12. Crowson M. M. Does the Intestinal Microbiome Impact Athletic Performance? / M. M. Crowson, S. A. McClave // *Curr Gastroenterol Rep.* – 2020. – (11). – P. 53. DOI: 10.1007/s11894-020-00790-2.
13. Exercise and immune system as modulators of intestinal microbiome: implications for the gut-muscle axis hypothesis / A. Ticinesi, F. Lauretani, C. Tana [et al.] // *Exerc Immunol Rev.* – 2019 – No. 25. – P. 84–95. – URL: <http://eir-isei.de/2019/eir-2019-084-article.pdf>
14. Sport nutrigenomics: personalized nutrition for athletic performance / N. S. Guest, J. Horne, S. M. Vanderhout, A. El-Sohemy // *Front Nutr.* – 2019. – No. 6. – P. 8. DOI: 10.3389/fnut.2019.00008
15. Колодяжна О. А. Мікробіом калу: структура та функції / О. А. Колодяжна, Н. В. Іванченко, О. П. Єльнікова // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. – 2019. – № 45. – С. 55–60.

REFERENCES

1. Ivanchenko, N.V., Yelnykova, O.P., Kolodiazna, O.A. (2018). Mikrobiom kалу: rol u zabezpechenni zdorovia liudyny [Fecal microbiome: its role in maintaining human health]. *Ukrainskyi zhurnal mikrobiologii, biotekhnologii ta virusologii – Ukrainian Journal of Microbiology, Biotechnology and Virology*, 1(42), 4–16. [in Ukrainian].
2. Lunhu, M.V., Rudkovska, O.L., Melnyk, V.I. (2018). Mikrobiom kалу yak biolohichniy marker zdorovia [Fecal microbiome as a biological marker of health]. *Skhidnoevropeyskyi zhurnal vnutrishnoi ta simeinoi medytsyny – Eastern European journal of internal and family medicine*, 2(1), 36–41. [in Ukrainian].
3. Barko, P.C., McMichael, M.A., Swanson, K.S., & Williams, D.A. (2018). The Gastrointestinal Microbiome: A Review. *J Vet Intern Med*, 32(1), 9–25.
4. Manos, J. (2022). The human microbiome in disease and pathology. *APMIS*, 130(12), 690–705.
5. Gubert, C., Kong, G., Renoir, T., & Hannan, A.J. (2019). Exercise, diet and stress as modulators of gut microbiota: implications for neurodegenerative diseases. *Neurobiol Dis*, 134, 104621.
6. Hughes, R.L. (2020). A Review of the Role of the Gut Microbiome in Personalized Sports Nutrition. *Frontiers in Nutrition*, 6, 191.
7. Mohr, A.E., Jäger, R., Carpenter, K.C., Kerksick, C.M., Purpura, M., & Townsend, J. R. (2020). The athletic gut microbiota. *J Int Soc Sports Nutr*, 17(1), 24.
8. Rankin, A., O'Donovan, C., Madigan, S.M., O'Sullivan, O., & Cotter, P.D. (2017). 'Microbes in sport' – The potential role of the gut microbiota in athlete health and performance. *Br J Sports Med*, 51(9), 698–699.
9. Malko, K.S., Babak, S.V. (2023). Doslidzhennia vplyvu fizychnoho navantazhennia na mikrobom kалу [Study of the impact of physical activity on the fecal microbiome]. *Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia «Adaptatsiini ta psykhhfiziolohichni problemy fizychnoi kultury i sportu» Kyiv-Cherkasy, (7-8 hrudnia 2023)*, 77–78. [in Ukrainian].
10. Hurenko, O.O., Drozdovska, S.B. (2020). Vplyv fizychnykh vprav na mikrobom kyshechnyky ta insulinorezystentnist u osib z metabolichnym syndromom. [The impact of physical exercise on the gut microbiome and insulin resistance in individuals with metabolic syndrome]. *Ukrainskyi zhurnal medytsyny, biolohii ta sportu – Ukrainian Journal of Medicine, Biology and Sports*, 5(27), 324–331. [in Ukrainian].
11. Dohnalová, L., Lundgren, P., Carty, J.R.E., Goldstein, N., Wenski, S.L., Nanudorn, P., et al. (2022). A micro-

Огляди літератури, **оригінальні дослідження**, погляд на проблему, випадок з практики, короткі повідомлення

biome-dependent gut-brain pathway regulates motivation for exercise. *Nature*, 612(7941), 739–747.

12. Crowson, M.M., & McClave, S.A. (2020). Does the Intestinal Microbiome Impact Athletic Performance? *Curr Gastroenterol Rep*, 11, 53.

13. Ticinesi, A., Lauretani, F., Tana, C., Nouvenne, A., Ridolo, E., & Meschi, T. (2019). Exercise and immune system as modulators of intestinal microbiome: implications for the gut-muscle axis hypothesis. *Exerc Immunol Rev*, 25, 84–95.

14. Guest, N.S., Horne, J., Vanderhout, S.M., & El-Sohemy, A. (2019). Sport nutrigenomics: personalized nutrition for athletic performance. *Front Nutr*, 6, 8.

15. Kolodiazna, O.A., Ivanchenko, N.V., Yelnykova, O.P. (2019). Mikrobiom kalu: struktura ta funktsii. [Fecal microbiome: structure and functions]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: Biologiya – Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Biology*, 45, 55–60. [in Ukrainian].

THE LARGE INTESTINE MICROBIOME AFTER PHYSICAL ACTIVITY

©S. V. Babak, K. S. Mal'ko

National University of Ukraine of Physical Education and Sport, Kyiv

SUMMARY. The gut microbiome plays a pivotal role in the body's functioning, its metabolism and homeostasis. The gut microbiome is quite sensitive to a wide range of factors, one of which is physical activity. Currently, the impact of physical activity on the gut microbiota has been little studied. There is some evidence that the large intestine microbiome changes after physical activity.

The aim – to explore the impact of physical activity on the large intestine microbiome (based on fecal analysis).

Material and Methods. Seven male volunteers aged between 24 and 36 participated in the study. These volunteers do not exercise in their daily lives and followed an omnivorous diet. The volunteers were asked to actively participate in a 21-day physical activity program, which included running and strength exercises at a gym. Before and after the study, the volunteers provided fecal samples for microbiome analysis at the DIAGEN medical laboratory in Kyiv. Qualitative and quantitative analysis of PCR test results for "MICROBIOME / METABOLISM" were conducted. The study was carried out in accordance with international bioethics standards and Ukrainian legislation.

Results. It has been found that physical activity promotes a significant increase in the overall bacterial mass. This mainly occurs due to an increase in the quantity of bacteria – representatives of the beneficial microbiota.

An increase in the number of *Prevotella* spp. bacteria was observed, which can be explained by increased carbohydrate consumption with increasing physical activity. Additionally, a 100-fold increase in the quantity of *Faecalibacterium prausnitzii* bacteria (7 times higher than normal) has been recorded. This bacterium is the most common in the intestines of healthy adults. The number of *Bacteroides thetaiotaomicron*, a commensal symbiont living in the human intestine, has also increased 70-fold. The quantity of beneficial *Blautia* spp. bacteria has also grown.

Conclusions. Physical activity over a period of 21 days contributes changes in the large intestine microbiome (feces). The overall bacterial mass has increased primarily due to beneficial bacteria such as: *Prevotella* spp., *Faecalibacterium prausnitzii*, *Bacteroides thetaiotaomicron* and *Blautia* spp.

KEY WORDS: physical activity; microbiome; omnivorous diet; beneficial bacteria; large intestine; fecal analysis; gut microbiome.

Отримано 03.08.2024

Електронна адреса для листування: s.babak.s.1234@gmail.com