Дата публикации: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_5
УДК 796.01; 612.33

Publication date: 01.03.2024
DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_5
UDC 796.01; 612.33

КИШЕЧНИК КАК УЗЛОВАЯ ТОЧКА В ОРГАНИЗМЕ ПРИ СИНДРОМЕ ПЕРЕТРЕНИРОВАННОСТИ

Т.Р. Габитов, А.Л. Ясенявская
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Астрахань, Россия

Аннотация. В представленной обзорной статье рассматривается вопрос о роли кишечника при таком заболевании, как синдром перетренированности. Являясь частью пищеварительной системы, кишечник представляет собой важную узловую точку в организме человека, в которой происходят многочисленные физиологические процессы, в том числе всасывание питательных веществ и синтез аминокислот. При синдроме перетренированности общее закисление организма приводит к возникновению нарушений в физиологических функциях многих его систем, в том числе и в пищеварительной системе. Угнетение нормальной работы функций кишечника на фоне переизбытка тренировочной нагрузки у спортсменов приводит их к патологическому состоянию, при котором организм перестает в достаточной степени синтезировать новые белки в процессе мышечной гипертрофии, а также резко увеличивает риск возникновения психических расстройств вследствие нарушений продуцирования некоторых аминокислот, в частности триптофана. В ходе обзора, на примере многочисленных исследований подробно рассматриваются механизмы описанных выше патологических изменений в состоянии организма спортсмена на фоне испытываемого им синдрома перетренированности.
Ключевые слова: спорт, тренировка, кишечник, перетренированность, гипертрофия, центральная нервная система.

INTESTINE AS A NODAL POINT IN THE BODY IN OVERTRAINING SYNDROME

T.R. Gabitov, A.L. Yasenyavskaya
Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

Abstract. This review article discusses the role of the intestine in overtraining syndrome. As part of the digestive system, the intestine is an important nodal point in the human body, where numerous physiological processes take place, including absorption of nutrients and synthesis of amino acids. In overtraining syndrome, the general acidification of the body leads to disorders in the physiological functions of many of its systems, including the digestive system. Suppression of normal intestinal functions due to the excessive training activity in athletes leads to a pathological state in which the body ceases to synthesize new proteins sufficiently in the process of muscle hypertrophy, and also sharply increases the risk of mental disorders due to the distorted production of some amino acids, tryptophan in particular. In the course of the review, on the example of numerous studies, we thoroughly examine the mechanisms of the above-described pathological changes in the state of an athlete's body against the background of the experienced overtraining syndrome.
Keywords: sport, training, intestine, overtraining, hypertrophy, central nervous system.

Введение. Синдром перетренированности представляет собой патологическое состояние организма, клиническую картину которого определяют функциональные нарушения в центральной нервной системе, возникающие вследствие переизбытка тренировочной нагрузки [1-2]. Данный синдром имеет определенную последовательность своего развития, которую принято делить на три стадии:

1. Отсутствие или снижение роста спортивных достижений;

2. Функциональные нарушения в работе систем организма;

3. Резкие изменения в центральной нервной системе (ЦНС).

Снижение производительности и общей тренировочной работоспособности спортсменов как одного из признаков проявления данного синдрома следует связывать с рядом факторов, ухудшающих физиологические функции организма. К таким факторам можно отнести нарушения в работе нервной, кровеносной, дыхательной, опорно-двигательной, пищеварительной и иммунной систем. Нарушения в работе перечисленных систем чаще всего находят свое отражение в форме таких симптомов, как:

- повышенная усталость и утомляемость;
- длительная боль в мышцах;
- повышение частоты сердечных сокращений (ЧСС) в покое;
- повышенный травматизм;
- нарушения менструального цикла у женщин;
- снижение концентрации внимания;
- ухудшение координации движений;
- нарушения сна;
- появление тревоги и депрессии;
- снижение мотивации.

Несмотря на широкое разнообразие симптоматики и кажущуюся на первый взгляд неоднородность причин её возникновения, есть веские основания полагать, что общим началом, запускающим описанные выше патологические процессы, может являться ухудшение функционального состояния кишечника. Снижение качественного микробиотического состава кишечника, а также увеличение проницаемости его стенок способны изменять как физическое, так и психическое состояние организма.

Цель исследования состоит в теоретическом анализе научных работ, представляющих роль кишечника как одного из наиболее важных узловых центров в организме спортсмена, участвующих в ускоренном развитии синдрома перетренированности. Предполагается, что угнетение физиологических функций кишечника способно приводить к стойким физическим и психическим нарушениям в работе организма.

Методы и организация исследования. В рамках представленной обзорной статьи в качестве основного метода исследования был использован теоретический анализ литературных материалов. Поиск необходимых исследований проводился в базах данных PubMed, Google Scholar, MedNar и КиберЛенинка по ключевым словам «перетренированность (overtraining), кишечник (intestines)». Были рассмотрены исследования, опубликованные в период с 2010 по 2024 г. Ограничений по языку публикаций установлено не было.

Результаты исследования и их обсуждение. *Функции кишечника.* Кишечник – это пищеварительный и выделительный орган у позвоночных животных. У человека он анатомически состоит из двух сегментов, а именно из тонкой и толстой кишки [3-4]. В тонкой части выделяют двенадцатиперстную, тощую и подвздошную отделы, а в толстой – отделы слепой, ободочной и прямой кишки. Основные функции кишечника состоят в окончательном всасывании питательных веществ в кровь. Непереваренные остатки пищи составляют каловые массы и естественным путем выходят из организма. Важность здорового кишечника для успешных занятий спортом нельзя переоценить. Желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) играет решающую роль в доставке углеводов и жидкости во время тренировок, а также обеспечивает аминокислотами клетки организма для построения новых мышечных тканей [5-6]. На данный момент имеются подтвержденные данные, свидетельствующие о том, что системные перегрузки организма физическими упражнениями достоверно приводят к снижению функциональных свойств кишечника, ухудшая его микробиотический состав [7]. На фоне разворачивающегося синдрома перетренированности и ухудшения состояния ЖКТ у спортсменов возникают нарушения в работе организма, выражающиеся в изменении его физической и психической деятельности.

Нарушения в работе организма на фоне синдрома перетренированности. Кишечник и процесс абсорбции питательных веществ. Как было отмечено, главным негативным проявлением синдрома перетренированности является общее снижение работоспособности [8-9]. Выше был перечислен ряд факторов, обуславливающих это явление, которые включают в себя патологические изменения во многих системах организма. Несмотря на широту всевозможных физических нарушений, остановим внимание на наиболее важном из них, которое оказывает свое губительное воздействие на организм всех спортсменов, невзирая на специфику их вида спортивной деятельности. Так как одной из главных потребностей всех спортсменов является потребность в качественной мускулатуре, которую обеспечивает процесс так называемого синтеза белка, в качестве первоочередного негативного эффекта от переизбытка тренировочной нагрузки можно выделить снижение биодоступности основных макронутриентов потребляемых с пищей (белки, жиры, углеводы) и следственное ухудшение процесса построения новых мышечных тканей. Как известно, чрезмерная физическая нагрузка пагубно влияет на кишечник [10]. Происходит это по причине колоссального стресса, приводящего к высокому уровню закисления отдельных систем организма, в частности пищеварительной системы [11]. На фоне изменения баланса кислотно-щелочной среды в кишечнике увеличивается проницаемость стенок, а также ухудшается его микробиотический состав [12]. Подобные патологические изменения существенно снижают качество функционирования всего ЖКТ. Показано, что, находясь в состоянии перетренированности, организм существенно снижает свою способность к абсорбции (всасыванию) основных питательных веществ, что в свою очередь опосредованно влияет и на его возможность наращивать мускулатуру [13]. В исследовании Катажины Пшевлоцкой о влиянии синдрома перетренированности на кишечник был отмечен интересный факт, показывающий, что так называемая «кишечно-мышечная ось» имеет обратную коррелирующую зависимость, в рамках которой как физическая нагрузка может влиять на состояние кишечника, так и состояние кишечной микробиоты способно изменять функциональное состояние мышц [11]. Иными словами, не только переизбыток тренировочной нагрузки способен снизить общую работоспособность спортсмена по причине ухудшения состава его кишечной микробиоты, но и не связанные с синдромом перетренированности нарушения в работе кишечника способны ухудшать качество функциональной деятельности его скелетных мышц. Зависит это, прежде всего, от качественного состава потребляемой спортсменом пищи, входящих в нее макро и микроэлементов, недостаток или переизбыток в которых способен пагубно сказываться на мышечной работе [14-16].

Кишечник и нервно-психические расстройства. Как уже упоминалось, патологические изменения в кишечнике способны не только вызывать физические нарушения в состоянии организма спортсмена, но и оказывать негативное влияние на его психику. В своем исследовании Игорю Червенке удалось установить прямую взаимосвязь между ухудшением физиологических функций пищеварительной системы и потенциально возможным возникновением тревожно-депрессивного расстройства [17]. В своей работе автор утверждает, что подобный метаморфоз происходит из-за накопления в организме кинуренина – промежуточного продукта ферментативного распада триптофана. Им было установлено, что снижение качества кишечной микрофлоры и недостаток необходимых бактерий, в том числе способных метаболизировать триптофан, приводят к его последующей конвертации в кинуренин по кинуренину-вому пути. В отличие от кинуреновой кислоты, будучи ферментированным на периферии (за пределами головного мозга), кинуренин несет в себе негативные последствия не только для области своего синтеза, но также и для других областей

организма, в частности для ЦНС [17]. Имеются подтвержденные данные о том, что образованный в ходе избыточной экспрессии триптофана кинуренин способен проникать в головной мозг через гематоэнцефалический барьер [18-19]. Из этого следует, что ухудшение состояния кишечника на фоне синдрома перетренированности напрямую влияет на психическое состояние организма спортсмена и на его некоторые когнитивные способности (анализ информации, внимание, память и т.д.) [20]. Рассматривая возможную симптоматику, проявляющуюся вследствие избыточной концентрации кинуренина в организме спортсмена, следует выделить ухудшение нервно-мышечной проводимости, приводящей к снижению максимальных произвольных усилий, а также возникновение тревожно-депрессивного психологического фона, снижающего мотивацию спортсмена.

Заключение. Кишечник является одним из наиболее важных узловых центров в организме человека, отвечающих за его нормальное функционирование как в физическом, так и психическом плане. Показано, что снижение качественного состава микробиоты кишечника снижает абсорбцию питательных веществ. Также показано, что избыточная экспрессия триптофана и невозможность его ферментации в кишечнике способна приводить к психическим нарушениям.

Следует отметить, что при должном понимании механизмов возникновения и течения такого заболевания, как синдром перетренированности, у тренеров и медицинского персонала появляется возможность своевременного принятия необходимых мер по его профилактике и последующей борьбы с ним. Что же касается пищеварительной системы, и в частности кишечника, то определение его как одного из главных и наиболее уязвимых центров в организме предоставляет возможность разрабатывать методы лечения синдрома перетренированности за счет соответствующих средств физической культуры, диетологии и фармакологии.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interest. The author declares no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трунина, С. Г. Перетренированность у спортсменов – проявление, лечение, меры профилактики / С. Г. Трунина // Вестник КазНМУ. – 2012. – № 1. – С. 447-449.
2. Ясенявская, А. Л. Анализ современных концепций синдрома перетренированности / А. Л. Ясенявская, Т. Р. Габитов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 11(125). – С. 60.
3. Методическое пособие по оперативной хирургии и топографической анатомии с элементами программированного контроля / Г. И. Сонголов, О. П. Галеева, С. Н. Редков, Д. Б. Кихтенко. – Иркутск: ИГМУ, 2010. – 72 с.
4. Сулаева, О. Н. Учебное пособие по гистологии / О. Н. Сулаева. – Запорожский государственный медицинский университет, 2015. – 63 с.
5. Гольберг, Н. Д. Гипертрофия скелетных мышц и питание спортсменов / Н. Д. Гольберг, В. А. Рогозкин // Вестник спортивной науки. – 2014. – № 6. – С. 31-35
6. Jeukendrup, A. E. Training the Gut for Athletes. / A. E. Jeukendrup // Sports Med. – 2017. – 47(Suppl 1). – P. 101-110.
7. Effect of Intensity and Duration of Exercise on Gut Microbiota in Humans: A Systematic Review / Bonomini-Gnutzmann R., Plaza-Díaz J., Jorquera-Aguilera C. [et al] // Int J Environ Res Public Health. – 2022. – № 19(15). – P. 9518.
8. Symptoms of Overtraining in Resistance Exercise: International Cross-Sectional Survey / Grandou C., Wallace L., Coutts A. J. [et al] // Int J Sports Physiol Perform. – 2021. – № 16(1). – P. 80-89.
9. Weakley, J. Overtraining Syndrome Symptoms and Diagnosis in Athletes: Where Is the Research? A Systematic Review / J. Weakley, S. L. Halson, I. Mujika // Int J Sports Physiol Perform. – 2022. – № 17(5). – P. 675-681.

10. Changes in intestinal microbiota composition and metabolism coincide with increased intestinal permeability in young adults under prolonged physiological stress / Karl J. P., Margolis L. M., Madslien E. H. [et al] // Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. – 2017. – № 312(6). – P. 559-571.
11. Gut-Muscle AxisExists and May Affect Skeletal Muscle Adaptation to Training / Przewłócka K., Folwarski M., Kaźmierczak-Siedlecka K. [et al] // Nutrients. – 2020. – № 12(5). – P. 1451.
12. Impact of Physical Exercise on Gut Microbiome, Inflammation, and the Pathobiology of Metabolic Disorders / Sohail M. U., Yassine H. M., Sohail A. [et al] // Rev Diabet Stud. – 2019. – № 15. – P. 35-48.
13. Gaudichon, C. Determinants of amino acid bioavailability from ingested protein in relation to gut health / C. Gaudichon, J. Calvez // Curr Opin Clin Nutr Metab Care. – 2021. – № 24(1). – P. 55-61.
14. Effects of underfeeding and oral vancomycin on gut microbiome and nutrient absorption in humans/ Basolo A., Hohenadel M., Ang Q. Y. [et al] // Nat Med. – 2020. – № 26 (4). – P. 589-598.
15. The Potential Role of Nutrition in Overtraining Syndrome: A Narrative Review / la Torre M. E., Monda A., Messina A. [et al] // Nutrients. – 2023. – № 15(23). – P. 4916.
16. Contributions of the Interaction Between Dietary Protein and Gut Microbiota to Intestinal Health / Ma N., Tian Y., Wu Y. [et al] // Curr Protein Pept Sci. – 2017. – № 18(8). – P. 795-808.
17. Cervenka, I. Kynurenines: Tryptophan's metabolites in exercise, inflammation, and mental health / I. Cervenka, L. Z. Agudelo, J. L. Ruas // Science. – 2017. – № 357(6349). – P. eaaf9794.
18. Никулина, Г. Ю. Современные критерии перенапряжения и гипотезы синдрома перетренированности у спортсменов / Г. Ю. Никулина // Прикладная спортивная наука. – 2020. – № 1(11). – С. 98-105.
19. Шилов, Ю. Е. Кинуренины в патогенезе эндогенных психических заболеваний / Ю. Е. Шилов, М. В. Безруков // Вестник РАМН. – 2013. – № 1. – С. 35-41.
20. Symons, I. K. Impact of Overtraining on Cognitive Function in Endurance Athletes: A Systematic Review / I. K. Symons, L. Bruce, L. C. Main // Sports Med Open. – 2023. – № 9(1). – P. 69.

REFERENCES

1. Trunina S.G. Overtraining for sportsmen – appearance, treatment, measures of preventive maintenance. *Vestnik KazNMU*, 2012, no. 1, pp. 447-449. (in Russ.)
2. Yasenyavskaya A.L., Gabitov, T.R. Analysis of modern concepts of overtraining syndrome. *International Research Journal*, 2022, no. 11(125), p. 60 (in Russ.)
3. Songolov G.I., Galeeva O.P., Redkov S.N., Kikhtenko D.B. Methodological manual on operative surgery and topographic anatomy with elements of programmed checkout. Irkutsk State Medical University, Ministry of Health and Social Development of the Russian Federation, 2010. 72 p. (in Russ.)
4. Sulaeva O.N. Textbook on histology. Zaporizhzhia State Medical University, 2015. 63 p. (in Russ.)
5. Golberg N.D., Rogozkin V.A. Skeletal muscle hypertrophy and sports nutrition. *Sports Science Bulletin*, 2014, no. 6, pp. 31-35 (in Russ.)
6. Jeukendrup A.E. Training the Gut for Athletes. *Sports medicine*, 2017, no. 47 (suppl 1), pp. 101-110.
7. Bonomini-Gnutzmann R., Plaza-Díaz J., Jorquera-Aguilera C., Rodríguez-Rodríguez A., Rodríguez-Rodríguez F. Effect of Intensity and Duration of Exercise on Gut Microbiota in Humans: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 2022, no. 19(15), p. 9518.
8. Grandou C., Wallace L., Coutts A.J., Bell L., Impellizzeri F.M. Symptoms of Overtraining in Resistance Exercise: International Cross-Sectional Survey. *International journal of sports physiology and performance*, 2021, no. 16(1), pp. 80-89.
9. Weakley J., Halson S.L., Mujika I. Overtraining Syndrome Symptoms and Diagnosis in Athletes: Where Is the Research? A Systematic Review. *International journal of sports physiology and performance*, 2022, no. 17(5), pp. 675-681.
10. Karl J.P., Margolis L.M., Madslien E.H., Murphy N.E., Castellani J.W., Gundersen Y., Hoke A.V., Levangie M.W., Kumar R., Chakraborty N. et al. Changes in intestinal microbiota composition and metabolism coincide with increased intestinal permeability in young adults under prolonged physiological stress. *American journal of physiology. Gastrointestinal and liver physiology*, 2017, no. 312(6), pp. 559-571.
11. Przewłócka K., Folwarski M., Kaźmierczak-Siedlecka K., Skonieczna-Żydecka K., Kaczor J.J. Gut-Muscle Axis Exists and May Affect Skeletal Muscle Adaptation to Training. *Nutrients*, 2020, no. 12(5), p. 1451.

12. Sohail M.U., Yassine H.M., Sohail A., Thani A.A.A. Impact of Physical Exercise on Gut Microbiome, Inflammation, and the Pathobiology of Metabolic Disorders. *The review of diabetic studies: RDS*, 2019, no 15, pp. 35-48.
13. Gaudichon C., Calvez J. Determinants of amino acid bioavailability from ingested protein in relation to gut health. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care*, 2021, no. 24(1), pp. 55-61.
14. Basolo A., Hohenadel M., Ang Q.Y., Piaggi P., Heinitz S., Walter M., Walter P., Parrington S., Trinidad D.D., von Schwartzenberg R.J., Turnbaugh P.J., Krakoff, J. Effects of underfeeding and oral vancomycin on gut microbiome and nutrient absorption in humans. *Nature medicine*, 2020, no. 26(4), pp. 589-598.
15. la Torre M.E., Monda A., Messina A., de Stefano M.I., Monda V., Moscatelli F., Tafuri F., Saraiello E., Latino F., Monda M. et al. The Potential Role of Nutrition in Overtraining Syndrome: A Narrative Review. *Nutrients*, 2023, no. 15(23), p. 4916.
16. Ma N., Tian Y., Wu Y., Ma X. Contributions of the Interaction Between Dietary Protein and Gut Microbiota to Intestinal Health. *Current protein & peptide science*, 2017, no. 18(8), pp. 795-808.
17. Cervenka I., Agudelo L.Z., Ruas J.L. Kynurenines: Tryptophan's metabolites in exercise, inflammation, and mental health. *Science*, 2017, no 357(6349), p. eaaf9794.
18. Nikulina G.Yu. Modern overstrain criteria and overtraining syndrome conjecture in athletes. *Prikladnaya sportivnaya nauka*, 2020, no. 1 (11), pp. 98-105. (in Russ.)
19. Shilov Yu.E., Bezrukov M.V. Kynurenines in pathogenesis of endogenous psychiatric disorders. *Annals of the Russian academy of medical sciences*, 2013, no. 1, pp. 35-41 (in Russ.)
20. Symons I.K., Bruce L., Main L.C. Impact of Overtraining on Cognitive Function in Endurance Athletes: A Systematic Review. *Sports Med Open*, 2023, no. 9(1), p. 69.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Тимур Рашидович Габитов – лаборант кафедры физической культуры, ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России, Астрахань, e-mail: gabi.tim1990@gmail.com.
Анна Леонидовна Ясенявская – кандидат медицинских наук, доцент, руководитель Научно-исследовательского центра, доцент кафедры фармакогнозии, фармацевтической технологии и биотехнологии, ФГБОУ ВО Астраханский ГМУ Минздрава России, Астрахань, Россия, e-mail: yasen_9@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Timur R. Gabitov – Laboratory Assistant of the Department of Physical Culture, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, e-mail: gabi.tim1990@gmail.com.
Anna L. Yasenyavskaya – Candidate of Medical Science, Associate Professor, Head of the Research Center, Associate Professor of the Pharmacognosy, Pharmaceutical Technology and Biotechnology Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: yasen_9@mail.ru.

Для цитирования: Габитов, Т. Р. Кишечник как узловая точка в организме при синдроме перетренированности / Т. Р. Габитов, А. Л. Ясенявская // Современные вопросы биомедицины. – 2024. – Т. 8. – № 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_5

For citation: Gabitov T.R., Yasenyavskaya A.L. Intestine as a nodal point in the body in overtraining syndrome. *Modern Issues of Biomedicine*, 2024, vol. 8, no. 1. DOI: 10.24412/2588-0500-2024_08_01_5