

ПУЛ СВОБОДНЫХ АМИНОКИСЛОТ КРОВИ И СЕКРЕТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ЖЕЛУДКА В ПОКОЕ И ПРИ МЫШЕЧНОЙ НАГРУЗКЕ

А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, А.С. Московкин

Курганский государственный университет, г. Курган, Россия

Цель. Изучить влияние физической нагрузки на ферментовыделительную функцию желудка и участие свободных аминокислот крови в механизмах торможения секреторной функции желудка. **Материалы и методы.** У 16 высококвалифицированных велосипедистов-шоссейников мужского пола (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта – спортивный стаж $6,12 \pm 0,8$ года) в возрасте 18–23 лет методом фракционного гастрального зондирования исследована секреторная функция желудка и содержание в крови 15 свободных аминокислот. В качестве стимулятора желудочной секреции использовался пентагастрин (6 мкг/кг массы тела, подкожно). Объем часовой дозированной велоэргометрической нагрузки равнялся 73 800 кгм. **Результаты.** Дозированная велоэргометрическая нагрузка снижала содержание ферментов, расщепляющих белки (пепсиногена $P < 0,01$, общей протеолитической активности $P < 0,05$), и липазы ($P < 0,001$) и вызывала повышение суммарного пула свободных аминокислот до $125 \pm 11,4$ % ($P < 0,05$). Между содержанием пепсиногена в желудочном секрете, стимулированном пентагастрином, и глютаминовой кислотой крови выявлена отрицательная корреляционная связь $r = -0,69$ ($P < 0,01$), а между пепсиногеном и аспарагиновой кислотой в этих условиях $r = -0,64$ ($P < 0,01$). **Заключение.** Тормозной эффект на желудочную секрецию и особенно ферментовыделительную функцию желудка при физической нагрузке наряду с нервными эндокринными механизмами осуществляется повышением в крови аспарагиновой и глютаминовой кислотами.

Ключевые слова: *желудочная секреция, свободные аминокислоты крови, физическая нагрузка.*

Введение. Свободным аминокислотам отводится важная роль в метаболических процессах организма человека. Они активно участвуют в реакциях гликолиза и гликогенолиза, в синтезе и утилизации витаминов, липотропном действии, стимулируют работу гипофиза, щитовидной железы и надпочечников [14, 17]. Их накопление в основном обеспечивается желудочно-кишечным трактом. Установлено, что 95–97 % аминокислот в крови обеспечивается за счёт всасывания в желудочно-кишечном тракте веществ белковой природы [14, 17].

Естественно, что от гидролитической функции желудочно-кишечного тракта и всасывания продуктов гидролиза белков будет зависеть фонд свободных аминокислот крови [1]. Кроме этого, пищеварительная система участвует в обмене веществ. Обнаружено, что желудочно-кишечный тракт может депонировать ряд веществ, которые затем вовлекаются в процесс метаболизма. Желудок и кишечник способны экскретировать полипептиды и белки в желудочно-кишечный тракт, о чем свиде-

тельствует присутствие в нём в межпищеварительный период мочевины, аммиака, креатинина и аминокислот [11].

В дальнейшем было установлено влияние физической нагрузки на экскрецию в просвет желудочно-кишечного тракта белковых метаболитов, которые затем расщепляются под действием протеаз и всасываются в кровь вместе с содержимым пищи [4, 8], что способствует обогащению химуса веществами, находящимися в пище в недостаточном количестве [11].

Поступившие в кровь аминокислоты принимают участие в регуляции ряда функций в организме, в частности секреторной активности желудочно-кишечного тракта [2]. При этом установлено, что это влияние осуществляется, минуя гормональное звено регуляции. В частности, дикарбоновые кислоты (глутаминовая, аспарагиновая) оказывают регуляторное влияние на желудочно-кишечную секрецию, вызванную различными раздражителями [2, 11]. Обнаружено, что аминокислоты крови влияют на белковый [18], липидный [14] и углевод-

ный обмен [14]. Актуальной проблемой является изучение динамики свободных аминокислот в крови при выполнении физической нагрузки [9, 12, 20]. Причём разными авторами получены различные данные: одни утверждают, что под действием физических упражнений пул свободных аминокислот увеличивается [13], а по мнению других – снижается [16]. Целью нашего исследования было изучение особенностей гидролиза белков в желудке при физической нагрузке и пополнение пула свободных аминокислот за счёт этого процесса и их возможное участие в регуляции секреторной функции желудка.

Организация и методы исследования.

У 16 спортсменов-велосипедистов высокой квалификации (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта) в возрасте 18–23 лет методом гастрольного зондирования исследовалась желудочная секреция. Утром через 10–12 часов после приема пищи извлекалось содержимое желудка натощак, базальная секреция (в течение часа) и стимулированная пентагастрином (6 мкг на кг массы тела) секреция в течение часа. Исследование проводилось в покое и после велоэргометрической нагрузки объемом 73 800 кгм продолжительностью 60 минут. В собранных порциях определялся рН желудочного секрета, концентрация и валовая продукция (дебит-час) пепсиногена и суммарная протеолитическая активность натурального желудочного сока при исходном уровне рН [10]. До зондирования и через 10 минут после введения пентагастрина бралась кровь из локтевой вены. В гепаринизированной крови определяли концентрацию 15 свободных аминокислот на анализаторе ААА881 (Чехия).

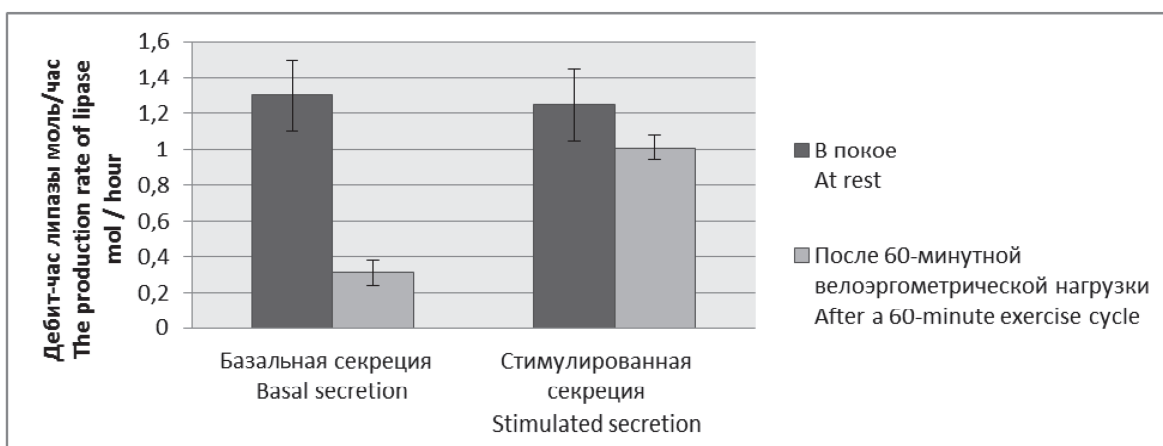
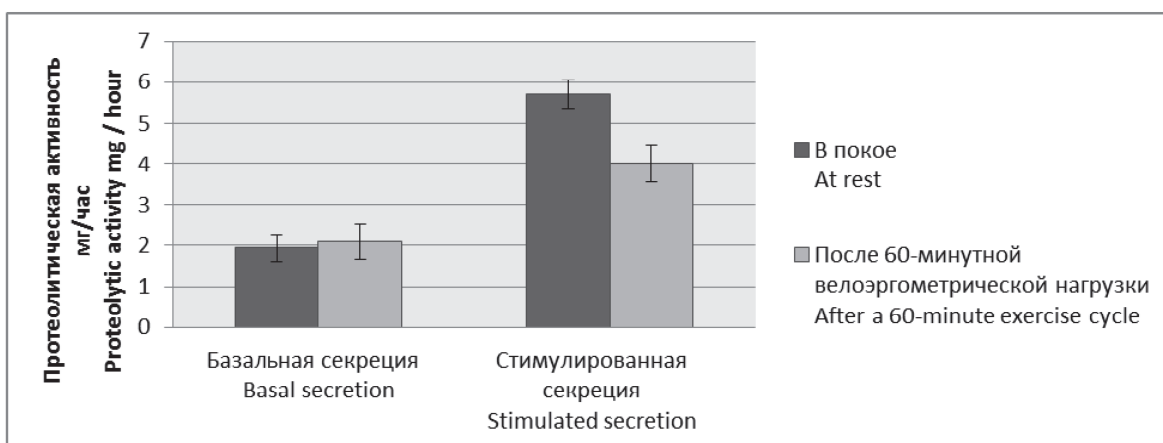
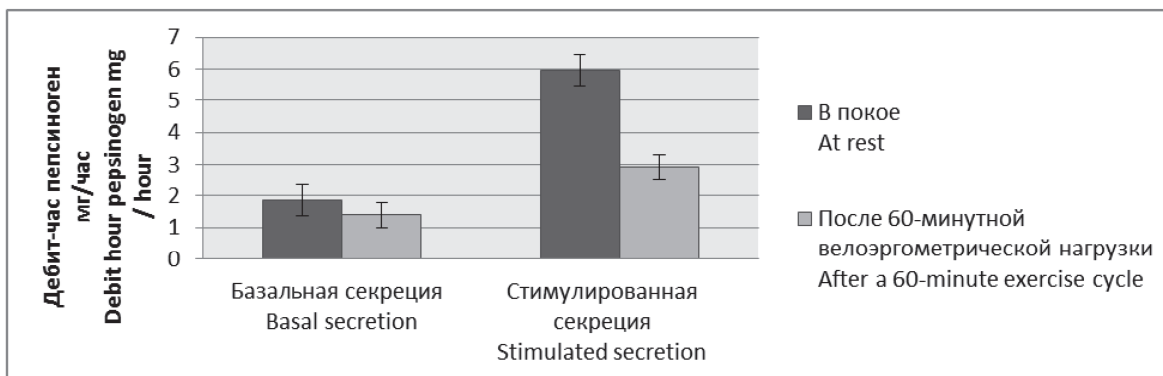
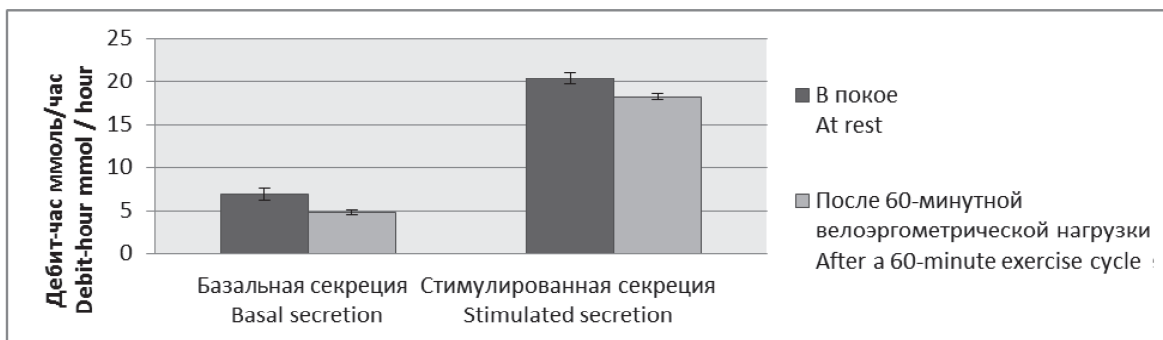
Результаты исследований и их обсуждение. Для исследования секреторной функции желудка используются различные стимуляторы – от субмаксимальных до максимальных, которые, соответственно, вызывают разные ответные реакции. Использование пентагастрина позволяет выявить максимальную секреторную активность главных клеток желудка, продуцирующих пепсиноген, и обкладочных клеток, выделяющих хлористоводородную кислоту, которые обеспечивают кислотный гидролиз белков.

Дозированная велоэргометрическая нагрузка продолжительностью 60 минут оказывает влияние на функциональное состояние желудочных желез (см. рисунок).

Так, объем секреции натощак снизился до $80,3 \pm 0,7$ %, базального секрета – до $72,2 \pm 6,8$ % ($P < 0,05$), стимулированного секрета – до $95,3 \pm 8,4$ %. Наибольшее снижение отмечено в валовом выделении хлористоводородной кислоты (до $65,4 \pm 6,1$ %, $P < 0,01$) в условиях базальной секреции и до $87,5 \pm 7,6$ % – в условиях стимулированной пентагастрином секреции. Выраженные сдвиги происходили при выделении ферментов в полость желудка. В условиях базальной секреции дебит-час пепсиногена снизился до $73,6 \pm 6,1$ % ($P < 0,05$), а в условиях стимулированной секреции – до $46,9 \pm 5,2$ % ($P < 0,01$). Очень важным показателем гидролитической функции желудка является суммарная протеолитическая активность при исходном рН желудочного секрета. Этот показатель отражает гидролитический потенциал желудка. В условиях базальной секреции после выполнения часовой нагрузки суммарная протеолитическая активность даже несколько увеличилась (до $108 \pm 9,1$ %), а в условиях стимулированной пентагастрином секреции снизилась до $73,4 \pm 7,2$ % ($P < 0,05$). Но наибольшие сдвиги отмечались в валовом выделении липазы: в условиях базальной секреции – до $22,01 \pm 4,6$ % ($P < 0,001$), в условиях стимулированной секреции – до $87,3 \pm 7,4$ %.

Нужно подчеркнуть, что в исследованиях участвовали велосипедисты высокой квалификации (кандидаты в мастера спорта, мастера спорта). К такой нагрузке они были достаточно адаптированы. Люди, не занимающиеся спортом, такую нагрузку (73 800 кгм) чаще всего выполнить не могли, а у тех, кто выдерживал, показатели желудочной секреции снижались более чем на 50 % [5, 6].

Параллельно с исследованием секреторной функции желудка в покое и после нагрузки натощак и через 10 минут после введения стимулятора желудочной секреции (пентагастрина) бралась кровь из локтевой вены, в которой определяли содержание 15 свободных аминокислот (см. таблицу). Выявлены достоверные различия в содержании аминокислот в крови до и после часовой дозированной велоэргометрической нагрузки. Так, содержание глютаминовой аминокислоты натощак после нагрузки повышалось до $126,5 \pm 10,5$ % ($P < 0,05$), а после выполнения часовой физической нагрузки на фоне введения пентагастрина – до $127,4 \pm 11,1$ % ($P < 0,05$). Аналогичные изменения наблюдались и в содержании глицина ($126,8 \pm 9,8$ %, $P < 0,01$; $142,9 \pm 12,4$ %,



Ферментовыделительная функция желудка в условиях относительного мышечного покоя и после 60-минутной велоэргометрической нагрузки
Enzyme function of the stomach at rest and after a 60-minute bicycle ergometer load

**Влияние 60-минутной велоэргометрической нагрузки
на содержание свободных аминокислот в крови в условиях натощаковой
и стимулированной пентагастрином желудочной секреции (n = 16)
The effect of a 60-minute bicycle ergometer load on the content of free amino acids
for fasting and stimulated gastric secretion (n = 16)**

Исследуемые показатели, мкмоль/л Parameters, μmol / l	В покое At rest				После 60-минутной велоэргометрической нагрузки After a 60-minute exercise load			
	Натощак On an empty stomach M ± m		Введение пентагастрина Pentagastrin administration M ± m		Натощак On an empty stomach M ± m		Введение пентагастрина Pentagastrin administration M ± m	
Лизин / Lysine	314,6	14,9	304,2	17,6	326,3	14,6	321,1	18,4
Аргинин / Arginine	68,9	6,37	57,2	6,11	74,1	6,24	70,2	6,1
Гистидин / Histidine	118,3	7,54	119,6	8,06	132,6	6,11	126,1	8,71
Треонин / Threonine	165,1	16,3	145,6	10,5	170,3	12,4	163,8	12,3
Аспаргин / Aspargin	160,3	16,71	175,2	16,3	266,2	19,4**	203,6	16,11*
Глутамин / Glutamine	574,8	37,8	524	43,2	712,1**	48,8	684,8	46,4*
Серин / Serine	66,3	4,42	65	5,33	75,4	4,68	71,5	4,19
Фенилаланин / Phenylalanine	75,4	4,51	66,3	4,55	75,4	4,16	72,8	4,81
Тирозин / Tyrosine	94,9	4,81	75,4	4,16	87,1	5,07	84,5	5,3
Лейцин / Leucine	126,1	12,3	115,7	16,3	127,6	10,4	115,7	11,3
Пролин / Proline	192,4	26,2	183,3	30,2	221	21,06	205,4	29,1
Изолейцин / Isoleucine	115	6,1	87,5	6,25	114,3	8,91	92,5	7,25
Глицин / Glycine	269,1	20,6	253,5	20,6	389,3	30,1**	361	29,4**
Валин / Valine	278,2	19,4	252,2	11,7	293,8	19,1	282,1	17,8
Аланин / Alanine	384	30,2	354	26,4	423	30,7*	450,2	23,6*

Примечание: различия достоверны по отношению к показателям в покое * – P < 0,05; ** – P < 0,01.
Note: differences are significant in relation to the indicators at rest * – P < 0.05; ** – P < 0.01.

P < 0,05). Натощак повышалось также и содержание аланина (115 ± 10,1 %) до и после введения пентагастрина. Разными авторами приводятся противоречивые данные по влиянию физической нагрузки на содержание свободных аминокислот в крови. Одни из них наблюдают снижение концентрации аминокислот с разветвлённой цепью [7, 15, 19], а другие отмечают увеличение пула свободных аминокислот под влиянием мышечной нагрузки [13]. С целью взаимодействия отдельных аминокислот в крови с функциональным состоянием секреторного аппарата желудка исследовались корреляционные связи между их концентрацией в крови и показателями желудочной секреции. Это было продиктовано тем, что в лаборатории [2, 3, 11] было установлено регуляторное влияние некоторых аминокислот на функции секреторного аппарата желудка при ведении их в кровь [3].

Суммарное содержание свободных аминокислот после выполнения часовой велоэргометрической нагрузки в условиях стимуляции желудочной секреции пентагастрином увеличивалось в среднем на 122,04 ± 10,1 % (P < 0,05). Между содержанием пепсиногена

в стимулированном секрете и аспарагиновой кислоты выявлена отрицательная корреляционная зависимость (r = –0,64, P < 0,01). При этом валовое выделение пепсиногена снизилось до 46,9 % (P < 0,01) и содержание аспарагиновой кислоты повысилось до 120 ± 10,2 % (P < 0,1).

Между содержанием глутаминовой кислоты в крови и пепсиногеном в условиях стимуляции пентагастрином r = –0,69 (P < 0,01) при выполнении физической нагрузки содержание в крови глутамина увеличилось до 125 ± 11,4 % (P < 0,05), а дебит-час пепсиногена снизился до 46,9 ± 5,2 % (P < 0,01). Высокая отрицательная достоверная связь выявлена также между суммарной протеолитической активностью стимулированного желудочного секрета и содержанием в крови аспаргина и глутамина.

Заключение. У высококвалифицированных спортсменов-велосипедистов, которые хорошо адаптированы к нагрузке на велоэргометре, часовая дозированная нагрузка вызвала снижение ферментовыделительной функции желудка. Это наблюдалось как в условиях базальной секреции пепсиногена и липазы, так и в условиях стимулированной

пентагастрином секреции пепсиногена, липазы и суммарной протеолитической активности желудочного секрета при исходном уровне pH. Параллельно с этими изменениями обнаружено повышение пула свободных аминокислот в крови. Выявлена достоверная отрицательная связь между показателями ферментовыделительной функции желудка и содержанием крови аспаргиновой и глутаминовой кислот. Таким образом, наряду с нервными и эндокринными регуляторными влияниями [5, 6] в механизмах торможения секреторной функции желудка после выполнения физической нагрузки играет роль и повышенный уровень аспарагиновой и глутаминовой кислоты.

Литература

1. Аминокислоты крови в патогенезе и клинике ишемической болезни сердца / М.С. Синькеев, Ю.И. Скворцов, Т.М. Богданова, К.Ю. Скворцов // *Международ. журнал приклад. и фундамент. исследований.* – 2014. – № 11-3. – С. 480–484.
2. Василевская, Л.С. Голод. Механизмы саморегуляции физиологических функций организма в межпищеварительном периоде – периоде голода: (внутреннее звено саморегуляции питания и пищеварения) / Л.С. Василевская. – М.: Эдитус, 2017. – 49 с.
3. Василевская, Л.С. Современные представления об основах питания и пищеварения / Л.С. Василевская. – М.: Эдитус, 2017. – 56 с.
4. Гриднева, В.И. О механизме секреторной функции желудка / В.И. Гриднева. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. – 107 с.
5. Коротько, Г.Ф. Постпрандиальная секреция поджелудочной железы / Г.Ф. Коротько. – Краснодар: Изд-во ЭДВИ, 2017. – 116 с.
6. Коротько, Г.Ф. Физиология системы пищеварения / Г.Ф. Коротько. – Краснодар: Изд-во ООО БК «Группа Б», 2009. – 608 с.
7. Макаров, В.М. Реакция аминокислотного состава крови на перетренировку / В.М. Макаров // *Науч. труды Ярослав. пед. ин-та.* – 1980. – № 188. – С. 23–26.
8. Моргун, Е.Г. Влияние мышечной деятельности на экскреторную функцию желудка / Е.Г. Моргун // *Физиол. обоснование режимов деятельности.* – Киев: Здоровье, 1969. – С. 128–138.
9. Русин, В.Я. Роль надпочечных и щитовидных желез в изменениях аминокислотного состава крови при адаптации к мышечным нагрузкам / В.Я. Русин, В.М. Макаров // *Физиол. журн. СССР.* – 1988. – Т. 74, № 10. – С. 1479–1483.
10. Сабсай, Б.И. Определение суммарной протеолитической активности желудочного сока при исходном pH желудочного содержимого / Б.И. Сабсай // *Лаб. дело.* – 1966. – № 10. – С. 602–606.
11. Шлыгин, Г.К. Роль желудочно-кишечного тракта в обмене веществ: подтверждение и дальнейшее развитие идей И.П. Раженкова / Г.К. Шлыгин // *Вестн. АМН СССР.* – 1989. – № 1. – С. 69–80.
12. Berg, A. Serum alanine during Long-lasting physical exercise / A. Berg, G. Keul // *Int. J. Sports Med.* – 1980. – Vol. 1. – P. 199–202.
13. Felig, P. Amino acid metabolism in exercising man / P. Felig, E.I. Wahren // *J. Clin. Invest.* – 1971. – Vol. 50. – P. 2703–2714.
14. Hall, J.G. Hall Textbook of Medical Physiology Edition 13th / J.G. Hall // *Saunders.* – 2016. – Vol. 1038.
15. Influence of exercise on free amino acid concentrations in rat tissues / G.L. Dohm, G.L. Beecher, R.G. Warren, R.T. Williams // *J. Appl. Physiol.* – 1981. – Vol. 50, № 1. – P. 41–44.
16. Lemon, P.W.R. Effect of intensity on protein utilization during prolonged exercise / P.W.R. Lemon, D.G. Dolny, K.E. Varosheski // *II Med. Sci. Sports Exercise.* – 1984. – Vol. 16. – 151 p.
17. Murphy, M. Clinical Biochemistry 6th Edition / M. Murphy, R. Srivastava, K. Deans // *Elsevier* 2019. – 2018. – Vol. 188.
18. Nair, K.S. Anabolic effect of leucine (LEU) on protein metabolism in humans / K.S. Nair, R.G. Schwartz, S.L. Welle // *FASEB Journal.* – 1989. – Vol. 3, № 3. – P. 341.
19. Shauder, P. Serum Branched chain amino and keto acid response to fasting in humans / P. Shauder, L. Herberts, U. Langenbeck // *Metabolism.* – 1985. – Vol. 34, № 1. – P. 58–61.
20. Ulcek, J. Serove kocentrace a inocove vylucovani aminokyeelin pri fyzicke zatezi vyeoke intenzity u zdravych muzu / J. Ulcek, V. Stemberk // *Cas. Lek. cesk.* – 1990. – Vol. 129, № 36. – P. 1141–1146.

Кузнецов Александр Павлович, доктор биологических наук, профессор, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4. ORCID: 0000-0002-4733-8063.

Смелышева Лада Николаевна, доктор медицинских наук, профессор, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4. E-mail: afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0003-2459-749X.

Московкин Алексей Сергеевич, аспирант кафедры анатомии и физиологии человека, Курганский государственный университет. 640020, г. Курган, ул. Советская, 63, стр. 4. E-mail: afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0002-2396-2734.

Поступила в редакцию 24 ноября 2020 г.

DOI: 10.14529/hsm210106

BLOOD AMINO ACID POOL AND SECRETORY FUNCTION OF THE STOMACH AT REST AND UNDER EXERCISE

A.P. Kuznetsov, ORCID: 0000-0002-4733-8063,
L.N. Smelishева, afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0003-2459-749X,
A.S. Moskovkin, afgh@kgsu.ru, ORCID: 0000-0002-2396-2734
Kurgan State University, Kurgan, Russian Federation

Aim: to study the effect of physical activity on the enzyme function of the stomach and the role of free blood amino acids in inhibiting secretory function of the stomach. **Materials and methods.** The secretory function of the stomach and the blood content of 15 free amino acids were investigated by fractional gastric intubation in 16 highly skilled male road bicycle racers (candidates for master of sports, master of sports, sports experience of 6.12 ± 0.8 years) ages 18–23. Pentagastrin (6 mcg per kg body weight subcutaneously) was used as a stimulant of gastric secretion. Bicycle ergometer load per hour was equal to 73.800 kgm. **Results.** Bicycle ergometer load reduces the content of enzymes that break down proteins (pepsinogen $P < 0.01$, total proteolytic activity $P < 0.05$, lipase $P < 0.001$) and causes an increase in the total pool of free amino acids to $125 \pm 11.4\%$ ($P < 0.05$). A negative correlation $r = -0.69$ ($P < 0.01$) was found between pepsinogen content in gastric secretion stimulated by pentagastrin and glutamic acid, as well as between pepsinogen and aspartic acid $r = -0.64$ ($P < 0.01$). **Conclusion.** The inhibitory effect on gastric secretion and especially the enzyme function of the stomach under exercise is provided by an increase in aspartic and glutamic acids along with the nervous endocrine mechanisms.

Keywords: gastric secretion, free amino acids, physical activity.

References

1. Sin'keyev M.S., Skvortsov Yu.I., Bogdanova T.M., Skvortsov K.Yu. [Amino Acids of Blood in the Pathogenesis and Clinic of Coronary Heart Disease]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research], 2014, no. 11–3, pp. 480–484. (in Russ.)
2. Vasilevskaya L.S. *Golod. Mekhanizmy samoregulyatsii fiziologicheskikh funktsiy organizma v mezhpishchevaritel'nom periode-periodo goloda: (vnutrenneye zveno samoregulyatsii pitaniya i pishchevareniya)* [Hunger. Mechanisms of Self-Regulation of Physiological Functions of the Body in the Inter-Digestive Period-Period of Hunger]. Moscow, Editus Publ., 2017. 49 p.
3. Vasilevskaya L.S. *Sovremennyye predstavleniya ob osnovakh pitaniya i pishchevareniya* [Modern Ideas About the Basics of Nutrition and Digestion]. Moscow, Editus Publ., 2017. 56 p.
4. Gridneva V.I. *O mekhanizme ekskretornoy funktsii zheludka* [On the Mechanism of Gastric Excretory Function]. Tomsk, Tomsk University Publ., 1987. 107 p.

5. Korot'ko G.F. *Postprandial'naya sekretiya podzheludchnoy zhelezy* [Postprandial Secretion of the Pancreas]. Krasnodar, EDVI Publ., 2017. 116 p.
6. Korot'ko G.F. *Fiziologiya sistemy pishchevareniya* [Physiology of the Digestive System]. Krasnodar, OOO BK Group B Publ., 2009. 608 p.
7. Makarov V.M. [Reaction of the Amino Acid Composition of Blood to Overtraining]. *Nauchnyye trudy Yaroslave, pedagogicheskogo instituta* [Scientific Works of Yaroslav, Pedagogical Institute], 1980, no. 188, pp. 23–26. (in Russ.)
8. Morgun E.G. [Influence of Muscle Activity on the Excretory Function of the Stomach]. *Fiziologicheskoye obosnovaniye rezhima deyatel'nosti* [Physiological Substantiation of the Mode of Activity], 1969, pp. 128–138. (in Russ.)
9. Rusin V.Ya., Makarov V.M. [The Role of the Adrenal and Thyroid Glands in Changes in the Amino Acid Composition of the Blood During Adaptation to Muscle Loads]. *Fiziologicheskii zhurnal SSSR* [Physiological Journal of the USSR], 1988, vol. 74, no. 10, pp. 1479–1483. (in Russ.)
10. Sabsay B.I. [Determination of the Total Proteolytic Activity of Gastric Juice at the Initial pH of Gastric Contents]. *Laboratornoye delo* [Laboratory Work], 1966, no. 10, pp. 602–606. (in Russ.)
11. Shlygin G.K. [The Role of the Gastrointestinal Tract in Metabolism. Confirmation and Further Development of the Ideas of I.P. Razenkova]. *Vestnik AMN SSSR* [Bulletin of the USSR Academy of Medical Sciences], 1989, no. 1, pp. 69–80.
12. Berg A., Keul G. Serum Alanine During Long-Lasting Physical Exercise. *Int. J. Sports Med.*, 1980, vol. 1, pp. 199–202. DOI: 10.1055/s-2008-1034659
13. Felig P., Wahren E.I. Amino Acid Metabolism in Exercising Man. *J. Clin. Invest.*, 1971, vol. 50, pp. 2703–2714. DOI: 10.1172/JCI106771
14. Hall J.G. Hall Textbook of Medical Physiology Edition 13th. *Saunders*, 2016, vol. 1038.
15. Dohm G.L., Beecher G.L., Warren R.G., Williams R.T. Influence of Exercise on Free Amino Acid Concentrations in Rat Tissues. *J. Appl. Physiol.*, 1981, vol. 50, no. 1, pp. 41–44. DOI: 10.1152/jappl.1981.50.1.41
16. Lemon P.W.R., Dolny D.G., Varosheski K.E. Effect of Intensity on Protein Utilization During Prolonged Exercise. *II Med. Sci. Sports Exercise*, 1984, vol. 16, 151 p.
17. Murphy M., Srivastava R., Deans K. Clinical Biochemistry 6th Edition. *Elsevier 2019*, 2018, vol. 188.
18. Nair K.S., Schwartz R.G., Welle S.L. Anabolic Effect of Leucine (LEU) on Protein Metabolism in Humans. *FASEB Journal*, 1989, vol. 3, no. 3, p. 341.
19. Shauder P., Herberts L., Langenbeck U. Serum Branched Chain Amino and Keto Acid Response to Fasting in Humans. *Metabolism*, 1985, vol. 34, no. 1, pp. 58–61. DOI: 10.1016/0026-0495(85)90061-7
20. Ulcek J., Stemberk V. Serove Kocentrace a Inocove Vylucovani Aminokyeelin pri Fyzicke Zatezi Vyeoke Intenzity u Zdravych Muzu. *Cas. Lek. Cesk.*, 1990, vol. 129, no. 36, pp. 1141–1146.

Received 24 November 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Кузнецов, А.П. Пул свободных аминокислот крови и секреторная функция желудка в покое и при мышечной нагрузке / А.П. Кузнецов, Л.Н. Смелышева, А.С. Московкин // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 46–52. DOI: 10.14529/hsm210106

FOR CITATION

Kuznetsov A.P., Smelisheva L.N., Moskovkin A.S. Blood Amino Acid Pool and Secretory Function of the Stomach at Rest and Under Exercise. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 1, pp. 46–52. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210106