

Активность карбогидраз в проксимальном и дистальном отделах тонкой кишки в норме, при синдроме раздраженного кишечника и энтеропатии с нарушением мембранного пищеварения

Е.А. Кондрашова^{✉1}, Н.И. Белостоцкий², А.И. Парфенов²

¹ООО «Клинический госпиталь на Яузе», Москва, Россия;

²ГБУЗ «Московский клинический научно-практический центр им. А.С. Логинова» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

Аннотация

Диагностика энтеропатии с нарушением мембранного пищеварения (ЭНМП) основана на определении активности карбогидраз в слизистой оболочке двенадцатиперстной кишки (СО ДПК). Сведения о диагностическом значении карбогидраз в СО подвздошной кишки (ПК) отсутствуют.

Цель. Оценить диагностическое значение активности карбогидраз в СО ДПК и дистального отдела ПК у пациентов с ЭНМП и синдромом раздраженного кишечника (СРК).

Материалы и методы. В исследование включены 12 пациентов с ЭНМП, 16 – с СРК и 12 относительно здоровых людей (контрольная группа). Дизайн включал анализ переносимости пищевых продуктов и определение активности сахаразы, глюкоамилазы, мальтазы и лактазы в СО ДПК и ПК по методу Далквиста в модификации Н.И. Белостоцкого. Статистическую обработку материала проводили с использованием пакета программ Microsoft Office Excel и Statistica 10.0. Оценку достоверности различий между количественными показателями выполняли с помощью критерия Манна–Уитни. Различия считали значимыми при $p < 0,05$. Сравнение проводили с контрольной группой.

Результаты. У лиц контрольной группы активность карбогидраз в СО ПК не имела статистически достоверных различий при сравнении с показателями активности в СО ДПК. У пациентов группы СРК активность глюкоамилазы и мальтазы в СО ПК была значительно выше, чем в ДПК: глюкоамилазы – в 2,2 раза, мальтазы – в 2 раза. У пациентов с ЭНМП активность глюкоамилазы, мальтазы и сахаразы в СО ПК превышает таковые в ДПК в 5,2, 3,8 и 2 раза соответственно, что свидетельствует о формировании у них компенсаторной реакции по типу адаптационного сдвига, впервые описанного А.М. Уголевым в 1985 г.

Заключение. Исследование активности карбогидраз в СО ПК расширяет сведения о патогенезе ЭНМП и ее дифференциальной диагностике с СРК.

Ключевые слова: карбогидразы, синдром раздраженного кишечника, энтеропатия с нарушением мембранного пищеварения, функциональные заболевания кишечника

Для цитирования: Кондрашова Е.А., Белостоцкий Н.И., Парфенов А.И. Активность карбогидраз в проксимальном и дистальном отделах тонкой кишки в норме, при синдроме раздраженного кишечника и энтеропатии с нарушением мембранного пищеварения. Терапевтический архив. 2024;96(2):102–106. DOI: 10.26442/00403660.2024.02.202589

© ООО «КОНСИЛИУМ МЕДИКУМ», 2024 г.

ORIGINAL ARTICLE

Carbohydrase activity in proximal and distal segments of small intestine in health, irritated bowel syndrome and enteropathy with membrane digestion disturbance

Elena A. Kondrashova^{✉1}, Nikolai I. Belostotsky², Asfold I. Parfenov²

¹LLC «Yauza Medical Center», Moscow, Russia;

²Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow, Russia

Abstract

Diagnostics of enteropathy with membrane digestion disturbance (EMDD) is based on the evaluation of carbohydrase activity in duodenal mucosa (DM). There is no information about diagnostic value of ileum mucosa (IM) carbohydrases.

Aim. Assess the diagnostic value of carbohydrases activity in mucous membrane of duodenum and distal ileum in patients with EMDD and irritable bowel syndrome (IBS).

Materials and methods. The study includes 12 patients with EMDD, 16 patients with IBS and 12 relatively healthy persons (control group). Study design included analysis of food tolerance and evaluation of activity of sucrase, glucoamylase, maltase and lactase in mucous membrane of duodenum and ileum based on the method of Dahlquist with N.I. Belostotsky modification. Microsoft Office Excel and Statistica 10.0 were used for statistical evaluation of material. Mann–Whitney criterion was used to evaluate the differences between quantitative parameters. The differences were considered to be significant at $p < 0.05$. Control group was used for comparison.

Results. In control group the carbohydrases activity in duodenum mucosa was not significantly statistically different from the one in IM. In patients of the IBS group, the activity of glucoamylase and maltase in the IM was significantly higher than in the duodenum: glucoamylase by 2.2 times, maltase by 2 times. In patients with EMDD the activity of glucoamylase, maltase and sucrase in IM is higher than in DM by 5.2, 3.8 and 2 times respectively, which signifies the formation of compensatory reaction of adaptive shift, initially described by A.M. Ugolev in 1985.

Conclusion. The evaluation of carbohydrase activity in IM provides more information about pathogenesis of EMDD and its differential diagnosis with IBS.

Keywords: carbohydrase, irritated bowel syndrome, enteropathy with membrane digestion disturbance, functional gut disorders

For citation: Kondrashova EA, Belostotsky NI, Parfenov AI. Carbohydrase activity in proximal and distal segments of small intestine in health, irritated bowel syndrome and enteropathy with membrane digestion disturbance. *Tерапевтический Архив* (Ter. Arkh.). 2024;96(2):102–106. DOI: 10.26442/00403660.2024.02.202589

Информация об авторах / Information about the authors

✉ Кондрашова Елена Александровна – врач – гастроэнтеролог-эндоскопист ООО «Клинический госпиталь на Яузе».
E-mail: kondrashova@yamed.ru; ORCID: 0009-0004-6754-849X

✉ Elena A. Kondrashova. E-mail: kondrashova@yamed.ru;
ORCID: 0009-0004-6754-849X

Введение

Синдром раздраженного кишечника (СРК) встречается у 10–20% взрослого населения [1]. Этиология СРК остается неизвестной, а в основе патогенеза лежит нарушение висцеральной чувствительности кишечника, обусловленной психоэмоциональными и социальными факторами [2, 3]. В последние годы получены данные о связи клинических проявлений СРК с пищевыми интолерантностями [4] и положительном терапевтическом эффекте диеты со сниженным содержанием короткоцепочечных углеводов и полиолов (low-FODMAP diet; FODMAP – fermentable oligosaccharides, disaccharides, monosaccharides and polyols – ферментируемые олиго-, ди-, моносахариды и полиолы) [5].

Согласно нашим данным, причина появления метеоризма, нарушений стула, болей и дискомфорта в животе у более чем 2/3 пациентов с СРК связана с низкой активностью карбогидраз слизистой оболочки тонкой кишки (СО ТК) [6, 7]. Карбогидразы обеспечивают окончательное расщепление полимеров глюкозы (амилопектина, амилозы, гликогена), которые подверглись первичному гидролизу до олиго- и дисахаридов в процессе полостного пищеварения. Снижение активности какого-либо фермента приводит к формированию непереносимости определенного класса продуктов питания, что влечет за собой появление метеоризма, болей в животе и диареи [8]. Еще более убедительно эта связь подтверждается открытием способности цитопротектора ребамина повысить активность кишечных карбогидраз и толерантность к олиго- и дисахаридам [9, 10]. Результатом выполненных нами экспериментальных и клинических исследований стало описание новой нозологической формы заболевания ТК – энтеропатии с нарушением мембранного пищеварения (ЭНМП) [11]. На основании полученных сведений об активности карбогидраз СО ТК у пациентов с СРК оказалось, что у многих из них на самом деле формируется ЭНМП.

Диапазоны значений активности дисахаридов щеточной каймы впервые описаны Хоффманом [цит. по: 12]. В отличие от классической методики Далквиста, на базе ГБУЗ «МКНЦ им. А.С. Логинова» используется модифицированный метод (модификация доктора медицинских наук Н.И. Белостоцкого), позволяющий оценить величину фонда активности ферментов ТК за счет определения активности в СО, а также в ее надэпителиальном слое [13]. Суть исследования состоит в определении активности лактазы, глюкоамилазы, мальтазы и сахаразы в биоптате, полученном из начального отдела ТК – двенадцатиперстной кишки (ДПК). Между тем изучение активности карбогидраз в других отделах ТК открывает перспективы для дальнейшего клинического изучения ЭНМП.

В 1980-х годах под руководством академика А.М. Уголева проводили экспериментальные работы, показавшие возможность изменения активности ферментов ТК, появившихся при поражении начальных петель тощей кишки [14]. Известно, что у людей активность карбогидраз неравномерно распределена на всем протяжении ТК [15, 16]. Сведений о ферментативной активности подвздошной кишки (ПК) в доступной литературе мы не нашли. Вместе с тем

Таблица 1. Клиническая характеристика пациентов основной группы (СРК и ЭНМП)

Table 1. Clinical characteristics of patients in the main group (irritable bowel syndrome – IBS and enteropathy with impaired membrane digestion – EMDD)

Параметры	Пациенты основной группы (n=28)		
	с пищевой интолерантностью (n=18)	без пищевой интолерантности (n=10)	
Половая принадлежность	Женщины	14	8
	Мужчины	4	2
	18–20	0	0
Возраст, лет	21–30	4	2
	31–40	8	7
	41–50	3	1
	51–60	3	0

эти данные позволили бы расширить наши представления о дифференциальной диагностике ЭНМП с СРК и другими заболеваниями кишечника, а также совершенствовать подходы к лечению данной группы больных.

Цель исследования – оценить диагностическое значение активности карбогидраз в СО ДПК и дистального отдела ПК у пациентов с ЭНМП и СРК.

Материалы и методы

В исследование включены 40 человек, которые были разделены на 3 группы: 12 пациентов с ЭНМП, 16 – с СРК и 12 практически здоровых людей. Дизайн исследования включал анализ переносимости пациентами пищевых продуктов, богатых углеводными соединениями. К ним относятся продукты, содержащие:

- избыток фруктозы (мед, яблоки и манго);
- лактозу (молоко и молочные продукты);
- полиолы, состоящие из сорбита и маннита (авокадо, груши), фруктаны (пшеница, лук и чеснок);
- галактоолигосахариды (бобовые и орехи).

У всех пациентов определяли активность сахаразы, глюкоамилазы, мальтазы и лактазы в СО ДПК и ПК по методу Далквиста в модификации Н.И. Белостоцкого [13].

Число женщин, принявших участие в исследовании, оказалось существенно больше, чем мужчин (78,5% против 21,5%). Преобладали пациенты преимущественно молодого и среднего возраста (табл. 1).

Результаты

Клинически ЭНМП проявляется симптомами, схожими с функциональными заболеваниями кишечника. Пациентов беспокоят боли и дискомфорт в животе, связанные с нарушениями стула (чаще – диарея), повышенное газообразование и урчание в животе. Несмотря на сходство

Информация об авторах / Information about the authors

Белостоцкий Николай Игоревич – д-р мед. наук, ст. науч. сотр. лаб. доклинических методов исследования ГБУЗ «МКНЦ им. А.С. Логинова». ORCID: 0000-0003-4400-1227

Парфенов Асфольд Иванович – д-р мед. наук, проф., зав. отд. патологии кишечника ГБУЗ «МКНЦ им. А.С. Логинова». ORCID: 0000-0002-9782-4860

Nickolai I. Belostotsky. ORCID: 0000-0003-4400-1227

Asfold I. Parfenov. ORCID: 0000-0002-9782-4860

Таблица 2. Частота пищевой intolerance у больных
Table 2. Frequency of food intolerance in patients

Группы пациентов	Пациенты	
	с пищевой intolerance (n=18)	без пищевой intolerance (n=10)
ЭНМП (n=12)	12	0
СРК (n=16)	6	10

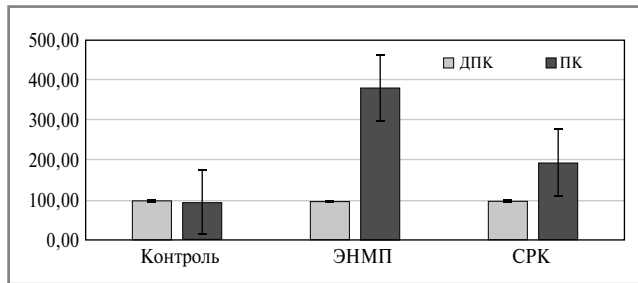


Рис. 1. Активность мальтазы в ПК по отношению к активности в ДПК, принятой за 100%.

Fig. 1. The ileum/duodenum ratio of maltase activity (%).

симптомов с функциональными заболеваниями кишечника, в частности с СРК, при ЭНМП причиной клинических симптомов является плохая переносимость пищевых продуктов. Большая часть пациентов отмечает взаимосвязь симптомов с употреблением определенных пищевых продуктов, чаще всего молока и молочных продуктов, а также фруктов, кондитерских изделий, содержащих углеводы, варенья, соков, реже – жиров и белков [17].

В табл. 2 показана частота пищевой intolerance у пациентов основной группы.

У 18 пациентов из основной группы (n=28) клинически выявлены пищевые intolerance, которые имели приобретенный характер, причем у 17 человек наблюдалась непереносимость более двух продуктов.

Таблица 3. Активность карбогидраз в ДПК и ПК у лиц контрольной группы, больных с СРК и ЭНМП

Table 3. The activity of carbohydrases in the duodenum and ileum in the control group, in patients with IBS and EMDD

Карбогидразы	Сегмент ТК	M±S контроль	Диапазон значений	M±S СРК	Диапазон значений	M±S ЭНМП	Диапазон значений
Глюкоамилаза*	ДПК (1)	776±163	276–1943	590±91	280–1904	164±23	83–309
	ПК (2)	714±121	220–1664	1275±158	190–2357	858±182	228–2020
Мальтаза**	ДПК (1)	2664±317	1257–5031	2118±124	1380–3533	859±76	558–1430
	ПК (2)	2532±438	888–5228	4142±489	1105–6080	3259±596	1140–5510
Сахараза***	ДПК (1)	175±21	87–310	194±33	38–562	69±7	43–121
	ПК (2)	130±27	3–305	191±27	76–490	143±30	28–325
Лактаза****	ДПК (1)	83±17	10–169	84±6,3	4–189	27±6	6–61
	ПК (2)	16±4	5–34	14,4±6,3	1–24	10±3	1–38

* (1) $p_{\text{контроль - ЭНМП}} = 0,0029$, $p_{\text{контроль - СРК}} = 0,2994$; $p_{\text{ЭНМП - СРК}} = 0,0014$;
 *(2) $p_{\text{контроль - ЭНМП}} = 0,5073$, $p_{\text{контроль - СРК}} = 0,0132$; $p_{\text{ЭНМП - СРК}} = 0,1033$;
 ** (1) $p_{\text{контроль - ЭНМП}} = 0,0001$, $p_{\text{контроль - СРК}} = 0,0887$; $p_{\text{ЭНМП - СРК}} < 0,005$;
 ** (2) $p_{\text{контроль - ЭНМП}} = 0,3277$, $p_{\text{контроль - СРК}} = 0,0259$; $p_{\text{ЭНМП - СРК}} = 0,2676$;
 *** (1) $p_{\text{контроль - ЭНМП}} = 0,0002$, $p_{\text{контроль - СРК}} = 0,6480$; $p_{\text{ЭНМП - СРК}} = 0,0068$;
 *** (2) $p_{\text{контроль - ЭНМП}} = 0,7680$, $p_{\text{контроль - СРК}} = 0,1356$; $p_{\text{ЭНМП - СРК}} = 0,2618$;
 **** (1) $p_{\text{контроль - ЭНМП}} = 0,0103$, $p_{\text{контроль - СРК}} = 0,9703$; $p_{\text{ЭНМП - СРК}} = 0,0104$;
 **** (2) $p_{\text{контроль - ЭНМП}} = 0,3186$, $p_{\text{контроль - СРК}} = 0,8024$; $p_{\text{ЭНМП - СРК}} = 0,6693$.

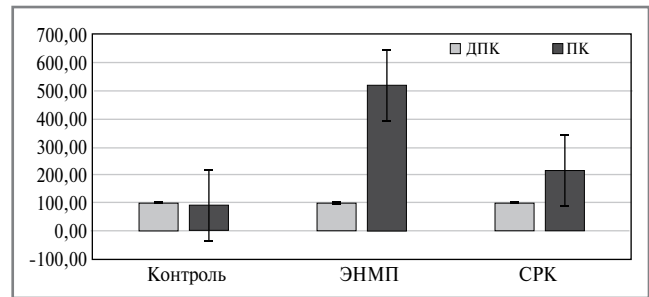


Рис. 2. Активность глюкоамилазы в ПК по отношению к активности в ДПК, принятой за 100%.

Fig. 2. The ileum/duodenum ratio of glucoamylase activity (%).

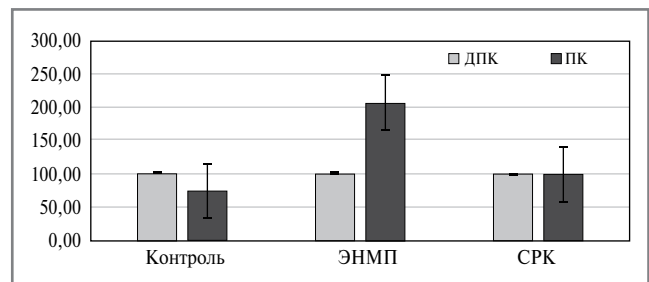


Рис. 3. Активность сахаразы в ПК по отношению к активности в ДПК, принятой за 100%.

Fig. 3. The ileum/duodenum ratio of sucrase activity (%).

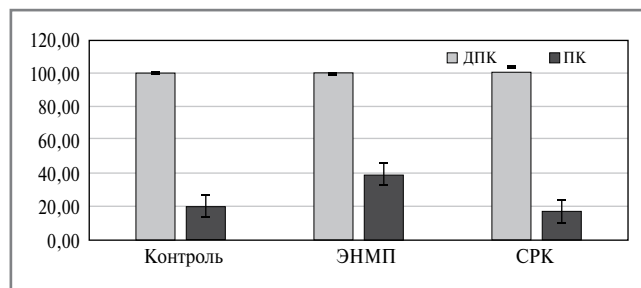
Результаты активности карбогидраз у обследованных больных представлены в табл. 3.

Как можно видеть из представленных данных, прослеживается тенденция к снижению ряда показателей активности кишечных карбогидраз у пациентов с ЭНМП и СРК по сравнению с данными контрольной группы в ДПК.

В табл. 4 и рис. 1–4 показано соотношение активности карбогидраз в ДПК и ПК у лиц контрольной группы и пациентов с СРК и ЭНМП.

Таблица 4. Соотношение активности карбогидраз в ДПК и ПК у контрольных лиц и пациентов с СРК и ЭНМП**Table 4. The ratio of the activity of carbohydrases in the duodenum and ileum in control subjects and in patients with IBS and EMDD**

Параметр	Глюкоамилаза	Мальтаза	Сахараза	Лактаза	
Контроль	ДПК	776±163	2664±317	175±25	83±17
	ПК	714±121	2532±438	130±27	16±4
	<i>p</i>	0,763	0,81	0,2	0,001
СРК	ДПК	590±91	2118±124	194±33	84±6
	ПК	1275±158	4142±489	191±27	14,4±6
	<i>p</i>	0,008	0,0004	0,934	0,002
ЭНМП	ДПК	164±23	859±76	69±7	27±6
	ПК	858±182	3259±59,6	143±30	10±3
	<i>p</i>	0,0014	0,0009	0,03	0,004

**Рис. 4. Активность лактазы в ПК по отношению к активности в ДПК, принятой за 100%.****Fig. 4. The ileum/duodenum ratio of lactase activity (%).**

Как видно из представленных данных, у всех пациентов с ЭНМП уровень глюкоамилазы, мальтазы и сахаразы в СО ПК выше, чем в ДПК. Так, уровень глюкоамилазы в СО ПК выше в 5,2 раза по сравнению с показателями уровня фермента в ДПК, мальтазы – в 3,8 раза, сахаразы – в 2 раза. Эти данные свидетельствуют о формировании у пациентов

с ЭНМП и СРК компенсаторной реакции по типу адапционного сдвига в сторону дистальных отделов ТК, впервые описанного А.М. Уголевым в 1985 г. [18].

Что касается уровня лактазы, то эту тенденцию выявить не удалось, ее средние показатели в СО ПК были в 2,7 раза ниже, чем в СО ДПК. Оказалось, что недостаточность лактазы наблюдалась наиболее часто.

Заключение

Распределение ферментативной активности вдоль ТК является приспособительной функцией различных ее отделов, направленной на достижение максимально эффективной ассимиляции пищевых веществ.

Исследование активности карбогидраз СО ПК расширяет возможности дифференциальной диагностики ЭНМП и СРК.

Раскрытие интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure of interest. The authors declare that they have no competing interests.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Информированное согласие на публикацию. Пациенты подписали форму добровольного информированного согласия на публикацию медицинской информации.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patients for publication of relevant medical information.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Список сокращений

ДПК – двенадцатиперстная кишка
ПК – подвздошная кишка
СО – слизистая оболочка

СРК – синдром раздраженного кишечника

ТК – тонкая кишка

ЭНМП – энтеропатии с нарушением мембранного пищеварения

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Погромов А.П., Мнацаканян М.Г., Ташян О.В. Распространенность синдрома раздраженного кишечника. *Клиническая медицина*. 2016;94(11):869-74 [Pogromov AP, Mnatsakanyan MG, Tashyan OV. Prevalence of irritable bowel syndrome. *Clinical Medicine, Russian Journal*. 2016;94(11):869-74 (in Russian)]. DOI:10.18821/0023-2149-2016-94-11-869-874
2. Lacy BE, Pimentel M, Brenner DM, et al. ACG Clinical Guideline: Management of irritable bowel syndrome. *Am J Gastroenterol*. 2021;116(1):17-44. DOI:10.14309/ajg.0000000000001036
3. Маев И.В., Черемушкин С.В., Кучерявый Ю.А., Черемушкина Н.В. Алгоритм ведения пациентов с синдромом раздраженного кишечника. Римские критерии IV. *РМЖ*. 2017;10:718-22 [Maev IV, Cheryomushkin SV, Kucheryavy YuA, Cheryomushkina NV. Algorithm for managing patients with irritable bowel syndrome. Roman criteria IV. *RMJ*. 2017;10:718-22 (in Russian)].
4. Парфенов А.И. Пищевая непереносимость и тонкая кишка. *Терапевтический архив*. 2022;94(2):153-9 [Parfenov AI. Food intolerance and small intestine. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2022;94(2):153-9 (in Russian)]. DOI:10.26442/00403660.2022.02.201364
5. Dugum M, Barco K, Garg S. Managing irritable bowel syndrome: The low-FODMAP diet. *Cleve Clin J Med*. 2016;83(9):655-62. DOI:10.3949/ccjm.83a.14159

6. Парфенов А.И., Ахмадуллина О.В., Сабельникова Е.А., и др. Дисахаридазная недостаточность под маской функционального заболевания кишечника. *Фарматека*. 2019;26(2):48-53 [Parfenov AI, Akhmadullina OV, Sabelnikova EA, et al. Disaccharidase deficiency under the guise of functional bowel disease. *Pharmateka*. 2019;26(2):48-53 (in Russian)]. DOI:10.18565/pharmateca.2019.2.48-53
7. Парфенов А.И., Ахмадуллина О.В., Белостоцкий Н.И., и др. Дисахаридазная недостаточность – одна из причин функциональных заболеваний кишечника. *Клиническая медицина*. 2018;96(4):365-70 [Parfenov AI, Ahmadullina OV, Belostotskij NI, et al. Disaccharidase deficiency – is one of the causes of functional disorders of intestine. *Clinical Medicine, Russian Journal*. 2018;96(4):365-70 (in Russian)]. DOI:10.18821/0023-2149-2018-96-4-365-370
8. Burke M. Carbohydrate intolerance and disaccharidase measurement – A mini-review. *Clin Biochem Rev*. 2019;40(4):167-74. DOI:10.33176/AACB-19-00025
9. Парфенов А.И., Белостоцкий Н.И., Хомерики С.Г., и др. Ребамипид повышает активность карбогидраз у больных энтеропатией с нарушением мембранного пищеварения. Пилотное исследование. *Терапевтический архив*. 2019;91(2):25-31 [Parfenov AI, Belostotsky NI, Khomeriki SG, et al. Rebamipide increases the disaccharidases activity in patients with enteropathy with impaired membrane digestion. Pilot study. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2019;91(2):25-31 (in Russian)]. DOI:10.26442/00403660.2019.02.000123
10. Бауло Е.В., Белостоцкий Н.И., Ахмадуллина О.В., и др. Влияние цитопротектора ребамипида на активность карбогидраз у больных энтеропатией с нарушением мембранного пищеварения. *Эффективная фармакотерапия*. 2021;17(28):10-4 [Baulo EV, Belostotsky NI, Akhmadullina OV, et al. The effect of the cytoprotector rebamipid on the activity of disaccharidases in patients with enteropathy with impaired membrane digestion. *Effective Pharmacotherapy*. 2021;17(28):10-4 (in Russian)]. DOI:10.33978/2307-3586-2021-17-28-10-14
11. Парфенов А.И., Сабельникова Е.А., Быкова С.В., и др. Энтеропатия с нарушением мембранного пищеварения как нозологическая форма. *Медицинский алфавит*. 2019;1(6):37-46 [Parfenov AI, Sabelnikova EA, Bykova SV, et al. Enteropathy with impaired membrane digestion as nosological form. *Medical Alphabet*. 2019;1(6):37-46 (in Russian)]. DOI:10.33667/2078-5631-2019-1-6(381)-37-46
12. Hackenmueller SA, Grenache DG. Reference intervals for intestinal disaccharidase activities determined from a non-reference population. *J Appl Lab Med*. 2016;1(2):172-80. DOI:10.1373/jalm.2016.020388
13. Белостоцкий Н.И., Новиков А.А., Парфенов А.И. Модификация метода исследования активности карбогидраз в биоптатах слизистой оболочки тонкой кишки. *Справочник заведующего КДЛ*. 2021;3:73-9 [Belostotsky NI, Novikov AA, Parfenov AI. Modification of the method for studying the activity of carbohydrases in biopsy specimens of the small intestine mucosa. *Directory of the Head of the CDL*. 2021;3:73-9 (in Russian)].
14. Ганусенкова М.И. А.М. Уголев, вклад в мировую науку. *Образование и наука в России и за рубежом*. 2018;7(42):116-9 [Ganusenkova MI. A.M. Ugolev, contribution to world science. *Education and Science in Russia and Abroad*. 2018;7(42):116-9 (in Russian)].
15. Puertolas MV, Fifi AC. The role of disaccharidase deficiencies in functional abdominal pain disorders – A narrative review. *Nutrients*. 2018;10(12):1835. DOI:10.3390/nu10121835
16. Amiri M, Naim HY. Characterization of mucosal disaccharidases from human intestine. *Nutrients*. 2017;9(10):1106. DOI:10.3390/nu9101106
17. Парфенов А.И. Энтеропатия с нарушением мембранного пищеварения. 2-е изд. М.: Медконгресс, 2022 [Parfenov AI. Enteropatiia s narusheniem membrannogo pishchevareniiia. 2-e izd. Moscow: Medkongress, 2022 (in Russian)].
18. Уголев А.М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Л.: Наука, 1985 [Ugolev AM. Evoliutsiia pishchevareniiia i printsipy evoliutsii funktsii. Leningrad: Nauka, 1985 (in Russian)].

Статья поступила в редакцию / The article received: 11.09.2023



OMNIDOCTOR.RU