

© Лазутина Г.С., Румянцева Т.А., 2013  
УДК 611.3

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ И ФУНКЦИИ СФИНКТЕРОВ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА

Г.С. Лазутина<sup>1</sup>, Т.А. Румянцева<sup>2</sup>

Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова,  
г. Рязань (1)

Ярославская государственная медицинская академия, г. Ярославль (2)

Статья посвящена краткому литературному обзору по определениям «сфинктеров пищеварительной системы». В статье освещаются морфологические данные о различных сфинктерах желудочно-кишечного тракта с позиции взаимосвязи строения, функции и организации их нервного аппарата. В статье приведена паспортная сводка сведений разных авторов по терминологии, классификации и иннервации сфинктерного аппарата желудочно-кишечного тракта. Особое внимание уделено авторами роли собственных водителей ритмов (организаторам перистальтики) трубчатых органов – клеткам Кахаля.

*Ключевые слова:* сфинктеры желудочно-кишечного тракта, интерстициальные клетки Кахаля.

Широко известно, что сфинктерные аппараты в пищеварительном канале – это функционально активные зоны, имеющие чрезвычайно важное значение в регуляции пассажа пищи и химуса. Благодаря наличию сфинктеров весь пищеварительный тракт разделен на отдельные полости (ротовая полость, желудок) или части одного органа (кишечник), которые характеризуются свойственными для них осмотическим давлением, внутриполостным давлением, микрофлорой, участием в механизме поддержания постоянства среды, и т.д. Все сфинктеры пищеварительного тракта позволяют содержимому совершать поступательное движение и препятствуют его рефлюксу (обратному движению). С нарушением нормальной деятельности сфинктеров связаны многие заболевания пищеварительной системы: кардиоспазм, ахалазия кардии, ахалазия верхнего пищеводного сфинктера, рефлюкс-эзофагит, рефлюкс-энтерит и др. Ряд гастроэнтерологов [3,9], считают, что пусковым механизмом развития многих неинфекционных заболеваний органов пищеварения является нарушение функции сфинктерных аппаратов. Нару-

шение функции сфинктеров может вызвать тяжелые заболевания желудочно-кишечного тракта, ведущие порой к гибели организма. Патологоанатомическая статистика последних лет свидетельствует о неуклонном росте опухолевых поражений в зоне локализации сфинктерных аппаратов. Поэтому интерес различных ученых к изучению морфологии и патологии сфинктерных аппаратов не уменьшается с давних времен.

Задачей данной работы является анализ наиболее распространенных определений «сфинктера пищеварительной системы» и попытка определения этого понятия с позиции взаимосвязи структуры, функции и организации их нервного аппарата.

Традиционное, общее определение морфологов: сфинктер – утолщение циркулярного слоя мышечной оболочки, жом, замыкающий просвет какого-либо трубчатого органа (желудка, прямой кишки) [9].

Характерной чертой сфинктерных (клапанных) аппаратов служит сужение просвета. Именно здесь стенка полого органа имеет наибольшее утолщение и преимущественную выраженность циркулярно расположенных мышечных воло-

кон. Сфинктерный аппарат обладает своими вспомогательными элементами - складки слизистой оболочки, подслизистые вены. Последние, расположенные выше сфинктеров, формируют венозные сплетения большой емкости, которые являются своеобразными «подушками» при открытии и закрытии сфинктера.

По мнению томских морфологов Ф.Ф. Сакса и В.Ф. Байтингера (1994), «сфинктер пищеварительной системы - это скопление циркулярно расположенных мышечных элементов стенки пищеварительной трубки с наличием дилататорных структур, расположенных в переходном ее участке, которое выполняет антирефлюксную функцию и обладает функциональной автономией» [10]. Я.Д. Витебский (1989) предпочитает говорить о клапанном аппарате применительно к пищеварительному тракту, в наиболее развитой форме, представленном при переходе подвздошной кишки в слепую. Клапанные аппараты, по его мнению, обеспечивают относительную анатомо-функциональную автономность отделов пищеварительного тракта и тем самым поддерживают в них постоянство среды. [2]. В понятие «клапанный аппарат» включаются сфинктеры как исполнительные механизмы, а также рецепторные приборы и нервно-рефлекторная дуга. Я.Д. Витебский делит все клапанные аппараты на две большие группы: арефлюксные клапаны (абсолютного барьерного действия) и антирефлюксные (относительного барьерного действия). К первой группе он относит большой дуоденальный сосочек и илеоцекальный клапан. Они находятся в области Т-образного соединения отделов пищеварительного тракта и выполняют барьерную функцию наиболее надежно. При любых, даже очень значительных повышениях внутри полостного давления у здоровых людей, они не допускают рефлюкса. В глоточном, кардиальном, пилорическом и дуоденоюнальном клапанных аппаратах ведущими функциональными элементами являются усиленные пучки циркулярного мышечного слоя. Они осуществляют барьерную функцию лишь при определен-

ных показателях внутриполостного давления. При значительном повышении давления эти клапаны не препятствуют регургитации содержимого. Такое относительное барьерное действие совершенно необходимо как основной механизм борьбы, например, с переполнением желудка при переедании, с отравлением и другими патологическими состояниями.

К.М. Быков, Г.М. Давыдов (1935) и Джаксон И.М. (1949) обратили внимание на клеточные элементы интрамуральных ганглиев, а также на афферентную иннервацию. В своих работах они показывают, что чувствительность илеоцекального сфинктера значительно выше, чем смежных с ним участков [1,4]. Механические, термические и химические раздражения рецепторов илеоцекального сфинктера вызывают усиленное выделение сока поджелудочной железы, желчи. В.Е. Гавришина (1958) произвела экспериментально-морфологические исследования нервного аппарата илеоцекального сфинктера у различных сельскохозяйственных животных. Она обнаружила большое количество рецепторов во всех слоях стенки кишечника этой области [3]. В работах Р.Е. Pahlin (1975) изучалось строение и иннервация илеоцекального угла у кошек [23].

Наиболее подробную и развернутую классификацию сфинктеров пищеварительной системы представили L.J.A. Didio и M.C. Anderson (1968). Все сфинктеры желудочно-кишечного тракта они разделили на наружные и внутренние, те и другие - на мышечные и мышечно-сосудистые. Мышечно-сосудистые в свою очередь были разделены на мышечно-венозные и мышечно-артериальные. Мышечно-сосудистые сфинктеры за счет наличия своеобразных венозных структур в подслизистой основе либо за счет значительной густоты артериальных капиллярных сетей обеспечивают лучшую герметизацию просвета переходных зон по сравнению с просто мышечными сфинктерами. К разряду мышечно-венозных сфинктеров были отнесены верхний пищеводный, илеоцекальный и др. сфинктеры. К мышечно-артериальным - губы у новорожденных и детей грудного возраста.

та и лежащая в их основе круговая мышца рта («лабиальный привратник»). По гистологическому строению все сфинктеры были разделены на поперечнополосатые – рабдосфинктеры и гладкомышечные – лейосфинктеры. [13].

Однако в последнее время морфологи пользуются другим понятием – «сфинктерный аппарат». Этот термин использует в своих работах Сакс Ф.Ф. (1984, 1987). В пределах пищеварительной системы он насчитал около 35 сфинктеров. Все сфинктеры пищеварительной системы он также разделил на наружные и внутренние. Наружный сфинктер образован внекишечной мускулатурой, которая циркулярно охватывает кишку на том или ином протяжении и при своем сокращении пережимает ее просвет. Внутренний сфинктер представляет скопление циркулярно расположенных мышечных элементов собственной мышечной оболочки пищеварительной трубки, которое обеспечивает регулируемый транзит пищевых масс, обладает относительной функциональной автономией и выполняет антирефлюксную функцию [9]. Ф.Ф. Сакс соглашается с мнением Андерсона, что в меньшей степени сфинктеры построены из поперечнополосатой мышечной ткани. Большинство сфинктеров состоят из гладких по строению мышц и обладают произвольным действием. Произвольные сфинктеры иннервируются соматическими нервами из ствола мозга или сакрального отдела спинного мозга, а произвольные иннервируются интрамуральной нервной системой. Однако он отрицает доводы Б.М. Хромова, который предложил разделять все сфинктеры на анатомические и функциональные (физиологические) [11]. Он утверждает, что функциональных сфинктеров, т.е. сфинктеров без морфологической основы, не существует [10].

Ф.Ф.Сакс и Л.Л. Колесников подробно изучали ход мускулатуры в области клапанов. Они отмечают, что обычно не существуют какие-нибудь изолированные сокращения мышц продольных и мышц циркулярных [5,9]. Ф.Ф. Сакс уточняет, что нередко в пределах пищеварительного

тракта продольные мышечные волокна проходят как транзитом над сфинктером, так и в большей своей массе пронизывают циркулярную мускулатуру сфинктера. И те, и другие пучки спиралевидно перекрещиваются друг с другом. Поэтому их взаимодействие обеспечивает не только сокращение, но и последовательное раскрытие-сужение просвета. В состав сфинктерного аппарата вместе со сфинктером включают вспомогательные элементы в виде складок слизистой, сосудистые образования и нервные сплетения. Но мышечные элементы сфинктеров не везде одинаково выражены. Например, пилорический или анальные сфинктеры хорошо выражены, а вот кардиальный, бульбо-дуоденальный выявляются хуже. Выше и ниже каждого сфинктера, на некотором протяжении, в слизистой оболочке пищеварительного тракта сконцентрированы рецепторы, образующие рефлексогенные зоны. Раздражение рефлексогенной зоны ниже сфинктера вызывает усиление его тонуса, что исключает рефлюкс. Закрытие сфинктера возникает при раздражении рецепторов соответствующей рефлексогенной зоны с участием энтеральной нервной системы. Раскрытие сфинктера происходит вследствие угнетения центров энтеральной нервной системы при распространении возбуждения на расположенные выше центры нервной системы или физиологически активными веществами.

Структурное обеспечение сфинктерного устройства в настоящее время выделяется как макроскопическим, так и микроструктурным своеобразием. Это необходимо учитывать при проведении хирургического, рентгенологического или эндоскопического исследования [5].

В литературе также можно найти термин «сфинктерная система» [10], в которую включены мышечные, миоэпителиальные элементы и вспомогательные сфинктерные механизмы.

По определению Л.Л.Колесникова, сфинктер – это специально организованная мышечная ткань (гладкая или поперечнополосатая), позволяющая регулировать вели-

чину и/или длительность сообщения между компартаментами (сегментами, частями) полого органа [5]. Он отмечает, что существуют обычные в нашем понимании сфинктеры – это специализированные участки замыкательных аппаратов и сфинктерные компартменты: в их пределах правомочно различать предсфинктерную часть, сам сфинктер и постсфинктерную часть [5]. Л.Л. Колесников в своих работах выделяет «сфинктерологию» - актуальное и перспективное направление в биологии и медицине, которое обосновывает изучение такого сложного по строению и функции аппарата как сфинктер. Все это ставит на новый уровень проблему изучения сфинктеров пищеварительной системы. Это направление является очень перспективным и имеет большое значение для теоретической и практической медицины.

Нервные сплетения пищеварительного тракта описаны очень подробно. Многочисленные исследования продемонстрировали выраженное разнообразие нейроцитов интрамуральных ганглиев по метрическому, гистохимическому, иммуногистохимическому и функциональным параметрам, по связям с центрами симпатической и парасимпатической частей автономной нервной системы, что обеспечивает возможности нервного аппарата органа самостоятельно обрабатывать внешнюю и внутреннюю сенсорную информацию, генерировать организованный “выход”, координирующий и контролирующий поведение эффекторных висцеральных систем. Такая сложность и наибольшая степень относительной независимости, значительные отличия структуры и функции интрамуральных ганглиев позволило А.Д. Ноздрачеву [7,8] выделить их в особую метасимпатическую часть вегетативной нервной системы.

Несмотря на это, сведения об особенностях структурной организации нервного аппарата сфинктеров весьма ограничены, в целом нейрохимия нервных волокон и нейронов, участвующих в их иннервации сходна с таковыми соответствующей зоны пищеварительного тракта, но по плотности, срокам достижения дефиниции, нервным связям и возрастным изменениям значимо отличается [12].

По схеме Ленгли, Б.И. Лаврентьева и других исследователей, аксоны клеток 1-го типа Догеля должны иннервировать клеточные элементы гладкой мускулатуры и железистых образований [6, 21]. Однако в работах Хабонеро мы впервые встречаемся с упоминанием об интерстициальных клетках Кахаля (1954). Хабонеро утверждает, что аксоны клеток 1-го типа Догеля не вступают в непосредственную связь с гладкомышечными клетками. Это он показал при изучении прямой кишки, пищевода и желчного пузыря. Гладкие мышечные клетки иннервируются, по его мнению, интерстициальными клетками, которые он рассматривает как промежуточное звено между преганглионарными волокнами и клетками иннервируемой ткани [16].

В работах отечественных морфологов до сих пор не встречаются данные о собственных водителях ритма (организаторах перистальтики) трубчатых органов - клетках Кахаля. Тем не менее, в многочисленных зарубежных источниках [14, 17, 18, 24, 25, 26] показано, что клетки Кахаля являются не просто автоматическими организаторами работы сфинктеров, но и посредниками между гладкомышечными и нервными эффекторными клетками. Организуя перистальтику пищеварительного тракта в целом, формируя индивидуальные по структуре сети в разных органах, они образуют локусы сгущения, которые топографически связаны с зонами сфинктеров [26]. Forrest A.S. et al. (2009) своими исследованиями доказали, что клетки Кахаля в антральном отделе желудка имеют простагландиновые рецепторы [24]. Показано, что на клетках Кахаля выявляются возбуждающие холинергические и тормозящие нитроксидагические контакты [14, 20]. Более того, доказана относительная автономность сетей Кахаля в продольном и циркулярном слоях трубчатых органов, позволяющая модулировать изолированную медленно-волновую и быстро-волновую сократительную активность кишки. Horiguchi K. et al. (2003) отмечают особенности в распределении, плотности и ультраструктуре клеток

Кахаля в аноректальной зоне у собак, сгущение клеток Кахаля в циркулярном слое сфинктера [17]. Cobine C.A. et al. (2010) обнаружили избирательность распределения симпатических и нитроксидаергических нервов в различных слоях сфинктера. Отмечалась уникальность строения клеток Кахаля в области внутреннего сфинктера по сравнению с клетками других отделов желудочно-кишечного тракта. Эти клетки могут быть водителями ритма, тогда как их ограниченное отношение к нервам предполагает, что они не участвуют в нервно-мышечной передаче [14, 26].

Все это приводит к выводу, что сети клеток Кахаля следует рассматривать как неотъемлемую часть «сфинктерного аппарата» наряду со всеми составляющими: мышечной тканью, нервными регуляторными центрами, вспомогательными структурами (складками и заслонками).

#### Литература

1. Быков К.М. Исследование по физиологии двигательной функции кишок у человека / К.М. Быков, Г.М. Давыдов // Нервно-гуморальная регуляция в деятельности пищеварительного аппарата у человека. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1965. – С. 55-82.
2. Витебский Я.Д. Клапанные анастомозы в хирургии пищеварительного тракта / Я.Д. Витебский. – М.: Медицина, 1988. – 112 с.
3. Гавришина В.Е. Рецепторы илеоцекального сфинктера / В.Е. Гавришина // Тр. Саратов. Зоовет ин-та. – Саратов, 1958. – Т. 7. – С. 49-52.
4. Джаксон И.М. К механизму рефлекторных связей илеоцекальной области и желудка / И.М. Джаксон // Нейрогуморальные регуляции деятельности пищеварительного аппарата. – М.: Изд-во АМН СССР, 1949. – С. 33-36.
5. Колесников Л.Л. Сфинктерология / Л.Л. Колесников. – М.: Гэотар-Медиа, 2008. – 151 с.
6. Лаврентьев Б.И. Чувствительная иннервация внутренних органов / Б.И. Лаврентьев // Морфология чувствительной иннервации внутренних органов. – М.: Изд-во АМН СССР, 1948. – С. 78-83.
7. Ноздрачев А.Д. Химическая структура периферического автономного (висцерального) рефлекса / А.Д. Ноздрачев // Успехи физиол. наук. – 1996. – Т. 27, № 2. – С. 28-60.
8. Ноздрачев А.Д. Адренергические, холинергические, серотонинергические и пептидергические нейроны метасимпатической нервной системы / А.Д. Ноздрачев // Физиол. журн. СССР. – 1984. – Т. 70, № 5. – С. 649-661.
9. Сакс Ф.Ф. Структурно-функциональная организация сфинктеров пищеварительного тракта / Ф.Ф. Сакс // Сфинктеры пищеварительного тракта. – Томск: Изд-во Сибирского мед. ун-та, 1994. – С. 17-24.
10. Сакс Ф.Ф. Определение понятия «сфинктер пищеварительного тракта» / Ф.Ф. Сакс, В.Ф. Байтингер // Сфинктеры пищеварительного тракта. – Томск: Изд-во Сибирского мед. ун-та, 1994. – С. 11-13.
11. Хромов Б.М. Сфинктеры и клапаны пищеварительной системы / Б.М. Хромов // Клиническая медицина. – 1976. – №10. – С. 31-38.
12. Browning K.N. Plasticity of vagal brainstem circuits in the control of gastrointestinal function / K.N. Browning, R.A. Travagli // Auton Neurosci. – 2011. – Vol. 161, № 1-2. – P. 6-13.
13. Didio L.J.A. The sphincters of Digestive System / L.J.A. Didio, M.C. Anderson. – Baltimore: The Williams and Wilkins Company, 1968. – 255 p.
14. Interstitial cells of Cajal in the cynomolgus monkey rectoanal region and their relationship to sympathetic and nitregeric nerves / C.A. Cobine [et al.] // Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. – 2010. – Vol. 298. – P. G643-G656.
15. Hornby P.J. Central control of lower esophageal sphincter relaxation / P.J. Hornby, T.P. Abrahams // Am J Med. – 2000. – Vol. 108 (Suppl. 4a). – P. 90S-98S.
16. Jabonero V. Innervation afferent de la musculature lisse / V. Jabonero // Acta Neuroveget. – 1954. – Vol. 10.

17. Horiguchi K. Distribution of interstitial cells of Cajal in tunica muscularis of the canine rectoanal region / Horiguchi Kazuhide, Kathleen D. Keef, Sean M. Ward // *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* – 2003. – Vol. 284. – P. G756-G767.
18. Kito Yoshihiko. The functional role of intramuscular interstitial cells of Cajal in the stomach / Yoshihiko Kito // *J. Smooth Muscle Res.* – 2011. – Vol. 47, №2. – P. 47-53.
19. Komuro T. Structure and organization of interstitial cells of Cajal in the gastrointestinal tract / T. Komuro // *J Physiol.* – 2006. – Vol. 576, №3. – P. 653-658.
20. Kuramoto H. Morphological demonstration of a vagal inhibitory pathway to the lower esophageal sphincter via nitrergic neurons in the rat esophagus / H. Kuramoto, M. Kadowaki, N. Yoshida // *Neurogastroenterol Motil.* – 2013. – Vol. 25, № 7. – P. e485-494.
21. Langley J. The autonomic nervous system / J. Langley // *Brain.* – 1903. – Vol. 26, №1.
22. Organization and neurochemistry of vagal preganglionic neurons innervating the lower esophageal sphincter in ferrets / N.P. Hyland [et al.] // *J Comp Neurol.* – 2001. – Vol. 430, № 2. – P. 222-234.
23. Pahlin P.E. Reflexogenic contraction of the ileo-cecal sphincter in the cat following small or large intestinal distension / P.E. Pahlin, J. Kewenter // *Acta Physiol Scand.* – 1975. – Vol. 95, № 1. – P. 126-132.
24. Prostaglandin regulation of gastric slow waves and peristalsis / A.S. Forrest [et al.] // *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* – 2009. – Vol. 296. – P. G1180-G1190.
25. Takaki M. Gut Pacemaker Cells: the intestinal Cells of Cajal (ICC) / M. Takaki // *J. Smooth Muscle Res.* – 2003. – Vol. 39. – P. 137-161.
26. The interstitial cells of Cajal and gastroenteric pacemaker system / I. Takayama [et al.] // *Arch. Histol. Cytol.* – 2002. – Vol. 65, №1. – P. 1-26.

## REGULARITIES OF GASTROINTESTINAL SPHINCTER STRUCTURE AND FUNCTIONS

*G.S. Lazutina, T.A. Rumyantseva*

**The article provides a brief literature review of the definitions "sphincters of digestive system." The authors discuss various morphological data of gastrointestinal sphincters in connection of structure, function and organization of their innervation. The article presents data of different authors about terminology, classifications and innervation of the sphincter apparatus of the gastro-intestinal tract. Particular attention is paid to the role of their own pacemaker interstitial cells of Cajal (the organizers of peristalsis).**

**Keywords:** *digestive system, sphincters, interstitial cells of Cajal.*

Лазутина Г.С. – канд. мед. наук, доц., зав. кафедрой анатомии Рязанского медицинского университета им. акад. И.П. Павлова.

г. Рязань, ул. Высоковольтная, д. 9.

E mail: lazutinagalina@mail.ru.

Румянцева Т.А. – д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой анатомии человека Ярославской государственной медицинской академии.

150000, г. Ярославль, ул. Революционная, д. 5.

E-mail: rum-yar@mail.ru.