



ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-3-54-62>

Норма отображения тонкой кишки при компьютерной томографии

© Егоров А.А.^{1*}, Кошелев Э.Г.^{2,3}, Беляев Г.Ю.^{1,2}, Честнова С.С.⁴, Соколова О.В.⁵

¹ ФГБУ "Поликлиника № 2" Управления делами Президента Российской Федерации; 119146 Москва, 2-я Фрунзенская ул., 4, Российская Федерация

² ФГБУ ДПО "Центральная государственная медицинская академия" Управления делами Президента Российской Федерации; 121359 Москва, ул. Маршала Тимошенко, 19, строение 1А, Российская Федерация

³ ГБУЗ "ГКБ № 1 имени Н.И. Пирогова ДЗМ"; 119049 Москва, Ленинский проспект, 8, Российская Федерация

⁴ ГБУЗ МО "Московский областной клинический противотуберкулезный диспансер"; 127055 Москва, Площадь Борьбы, 11, Российская Федерация

⁵ ФГБУ "Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова" Минздрава России; 105203 Москва, Нижняя Первомайская ул., 70, Российская Федерация

Цель исследования: определение нормальной толщины и контрастирования стенки тонкой кишки (ТК) в зависимости от фазы пищеварения при компьютерной томографии (КТ).

Материал и методы. Обследовано 358 пациентов в возрасте от 20 до 88 лет. По результатам анкетирования пациенты разделены на 2 группы. Основную группу составили пациенты, обследованные натощак ($n = 329$), а дополнительную группу – пациенты, обследованные после приема пищи ($n = 29$). КТ-исследование живота выполнялось с толщиной среза не более 2 мм и болюсным контрастным усилением (КУ) неионным контрастным веществом. Результаты измерений толщины стенки ТК и интенсивности контрастирования подвергались группировке и статистической обработке.

Результаты и обсуждение. По результатам нашего исследования среднее значение толщины стенки ТК в норме составляет $3,1 \pm 1,2$ мм с тенденцией уменьшения данного показателя в дистальном направлении. Достоверно определены закономерности изменения толщины и интенсивности контрастирования стенки ТК в норме в зависимости от возраста и последнего приема пищи. С увеличением возраста происходит диффузное истончение стенки ТК. В норме после приема пищи отмечается утолщение стенки ТК до $4,6 \pm 1,8$ мм и повышение интенсивности контрастирования, опосредованного повышением кровенаполнения, с градиентом плотности +10%. При проведении КУ начальные отделы ТК в сравнении с конечными контрастируются ярче. Градиент контрастирования начальных и конечных отделов ТК увеличивается после приема пищи, максимален у молодых пациентов и уменьшается с возрастом.

Выводы. Для достоверной дифференцировки патологического утолщения и изменения контрастирования стенки ТК от физиологического является обязательным выяснение времени и характера последнего приема пищи и учет возраста обследуемого. У "неконтактных" пациентов возможна косвенная ориентировка по степени заполнения желудка и тонкой кишки.

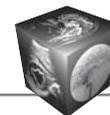
Ключевые слова: компьютерная томография, тонкая кишка, толщина стенки, исследование тонкой кишки, нормальная анатомия

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Егоров А.А., Кошелев Э.Г., Беляев Г.Ю., Честнова С.С., Соколова О.В. Норма отображения тонкой кишки при компьютерной томографии. *Медицинская визуализация*. 2020; 24 (3): 54–62.

<https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-3-54-62>

Поступила в редакцию: 10.10.2019. **Принята к печати:** 25.05.2020. **Опубликована online:** #####.



The norm of the small bowel on computed tomography

© Andrey A. Egorov^{1*}, Eduard G. Koshelev^{2, 3}, Georgy Yu. Belyaev^{1, 2},
Stanislava S. Chestnova⁴, Olga V. Sokolova⁵

¹ Polyclinic No. 2 of Affairs Management Department of President of the Russian Federation; Moscow, 2nd Frunzenskaya str., 4, 119146, Russian Federation

² The Central State Medical Academy of Affairs Management Department of President of the Russian Federation; Moscow, Marshal Timoshenko str., 19, building 1A, 121359, Russian Federation

³ City Clinical Hospital No. 1 in the name of N.I. Pirogov; Moscow, Leninsky Prospekt, 8, 119049, Russian Federation

⁴ Moscow Regional Clinical TB Dispensary; Moscow, Ploshchad' Bor'by, 11, 127055, Russian Federation

⁵ National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; Russia, Moscow, Nizhnaya Pervomayskaya str., 70, 105203, Russian Federation

Purpose of the study. Determination of normal thickness and contrast of the wall of the small bowel (SB) depending on the phase of digestion on computed tomography (CT).

Material and methods. We examined 358 patients aged 20 to 88 years. According to the results of the survey, patients are divided into two groups. The main group consisted of patients examined on an empty stomach ($n = 329$), and an additional group consisted of patients examined after eating ($n = 29$). A CT scan of the abdomen was performed with a cut-off thickness of not more than 2 mm and a bolus contrast enhancement (CE) with a nonionic contrast medium. The results of measurements of the wall thickness of the SB and the intensity of its contrast were subjected to grouping and statistical processing.

Results and discussion. According to the results of our study, the average value of the wall thickness of the SB is normally 3.1 ± 1.2 mm, with a tendency to decrease this indicator in the distal direction. The regularities of changes in the thickness and intensity of contrasting of the wall of the SB in the norm depending on the age and the last meal were determined. With increasing age, diffuse thinning of the SB wall occurs. Normally, after eating, there is a thickening of the SB wall to 4.6 ± 1.8 mm and an increase in the intensity of contrast, mediated by an increase in blood supply, with a density gradient of + 10%. After CE, the proximal sections of the SB are contrasting brighter than the distal. The gradient of contrastion of the proximal and distal parts of the SB increases after meals, is maximum in young patients and decreases with age.

Conclusion. In order to reliably differentiate the pathological thickening and change the contrasting of the SB wall from the physiological one, it is imperative to ascertain the time and nature of the last meal and to take into account the age of the patient. In "non-contact" patients, an indirect orientation is possible according to the degree of filling of the stomach and SB.

Keywords: computed tomography, small bowel, wall thickness, small bowel examination, normal anatomy

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Egorov A.A., Koshelev E.G., Belyaev G.Yu., Chestnova S.S., Sokolova O.V. The norm of the small bowel on computed tomography. *Medical Visualization*. 2020; 24 (3): 54–62.
<https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-3-54-62>

Received: 10.10.2019.

Accepted for publication: 25.05.2020.

Published online: 30.09.2020.

Введение

Лучевая диагностика заболеваний тонкой кишки (ТК) – один из малоизученных разделов, поскольку является малодоступной областью для лучевых исследований. На современном этапе с учетом нового уровня развития методов компьютерно-томографической и магнитно-резонансной визуализации, позволяющих получить субмиллиметровые срезы и изотропные изображения в разных плоскостях, в том числе произвольно направленных, открываются перспективы более широкого использования этих методов для исследования ТК [1–3]. Имеющиеся специализированные

методики исследования ТК при помощи компьютерной томографии (КТ), такие как КТ-энтеро-клизис и КТ-энтерография, имеют ряд ограничений. С учетом длительности выполнения данных исследований, необходимости строгой подготовки к ним и привлечения дополнительных специалистов эти методики не могут предназначаться для повсеместного применения. Напротив, КТ, проводимая по стандартному протоколу, является неинвазивным, доступным методом, перспективным для изучения его диагностических возможностей при заболеваниях ТК.



Анатомические особенности ТК изучены и описаны в полном объеме. Известно, что общая длина ТК по данным аутопсии составляет от 4 до 5 м, а *in vivo* от 2,5 до 3 м. Ход ТК сложен, начальные отделы располагаются в левом верхнем квадранте брюшной полости, средние отделы – каудальнее и левее, конечные – в правом нижнем квадранте брюшной полости. Считается, что при КТ невозможно достоверно отличить тощую кишку от подвздошной, но с высокой вероятностью можно предположить принадлежность петель к различным отделам ТК по их расположению в брюшной полости, а также по складкам Керкринга (Kerkring). Эти тонкие поперечные складки хорошо видны в двенадцатиперстной и тощей кишке и значительно хуже определяются в подвздошной [4, 5]. Вместе с тем в отображении нормальной анатомии ТК при КТ существуют спорные и нерешенные вопросы. Известно, что одним из признаков поражения ТК является изменение толщины стенки [2, 6]. В связи с этим знание нормальных значений толщины стенки ТК имеет первостепенное значение, однако однозначного мнения о нормальных значениях этого показателя в литературе нет [6–9]. Нормальные показатели толщины стенки ТК указываются в диапазоне как от 2 до 3 мм [10, 11], так и от 3 до 5 мм [12]. Часть авторов считают, что на компьютерной томограмме нормальная толщина стенки ТК не должна превышать 4 мм, а толщина более 5 мм признается патологической [13]. Не изучена зависимость толщины стенки кишки от фаз пищеварения и возраста. Другим проблемным вопросом является изменение перфузии стенки в различные фазы пищеварения. Установлено, что сосуды желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) отличаются высокой способностью к ауторегуляции кровотока [14]. Кровоснабжение ТК определяется веноартериальным рефлексом, проявляющимся в повышении тонуса прекапиллярных сфинктеров при локальном увеличении венозного давления в участке пищеварения, что уменьшает местный капиллярный кровоток и создает возможности для “разгрузки” вен и снижения давления на них [15]. Ввиду того что часть КТ-исследований ТК проводится по экстренным показаниям, без подготовки к исследованию, изучение нормы стенки ТК при томографии в разные фазы физиологических процессов имеет практическое и научное значение.

Цель исследования

Определение нормальных параметров толщины стенки с изучением особенностей перфузии стенок тощей и подвздошной кишки в зависимости от фазы пищеварения.

Задачи исследования

1. Разработать методику достоверной оценки толщины стенки тонкой кишки при КТ.
2. Оценить нормальные значения толщины стенки тощей и подвздошной кишки в зависимости от возраста и фазы пищеварения.
3. Определить кинетику распространения контрастного препарата в тощей и подвздошной кишке в зависимости от фазы пищеварения.

Материал и методы

Для реализации поставленных задач мы провели анализ КТ-изображений 366 пациентов в возрасте от 20 до 88 лет, которым КТ-исследование проводилось по поводу заболеваний, не связанных с патологией ЖКТ. Обследования проводили на мультисрезовых компьютерных томографах в ЛПУ Москвы (ГБУЗ “ГП №66 ДЗМ”, ГБУЗ “ГКБ № 4 ДЗМ”, ФГБУ “Поликлиника № 2” УДП РФ). По гендерному признаку преобладали женщины: 78% женщин и 22% мужчин. Средний возраст пациентов составил $54,2 \pm 16,4$ года. КТ-исследование живота выполнялось до и после болюсного контрастного усиления (КУ) с применением неионного контрастного препарата с содержанием йода 350 мг/мл в объеме 1,5 мл/кг массы пациента со скоростью 4 мл/с, мультифазно. Перед исследованием пациенты принимали 500 мл (два стакана) негазированной воды. Данного объема было достаточно для заполнения желудка, двенадцатиперстной кишки и начального отдела тощей кишки. При этом просвет заполненной водой отдела тощей кишки увеличивался в диаметре до средних значений – 10–20 мм. Все пациенты заполняли разработанный опросник, в котором отражались время последнего приема пищи, ее количество и качественный состав. В результате изучения данных опросника выяснилось, что 29 пациентов принимали пищу в интервале 4 ч перед исследованием. Эти пациенты были исключены из основной группы, и из них сформировали вторую, дополнительную группу обследованных. Из основной группы также были исключены случаи выявления при КТ расширения просвета ТК более 30 мм с явлениями пневматоза. Таким образом, было сформировано 2 группы: основная из 329 пациентов и дополнительная из 29 пациентов. Измерение толщины стенки в обеих группах проводили по увеличенным аксиальным срезам толщиной не более 2 мм. Для измерения выбирали аксиальные срезы с отображением поперечного сечения кишки, представляющего на изображениях окружность, стремящуюся к ровному кругу. Измерения проводились только на участках кишки с четко прослеживаемым просветом. Спазмированные

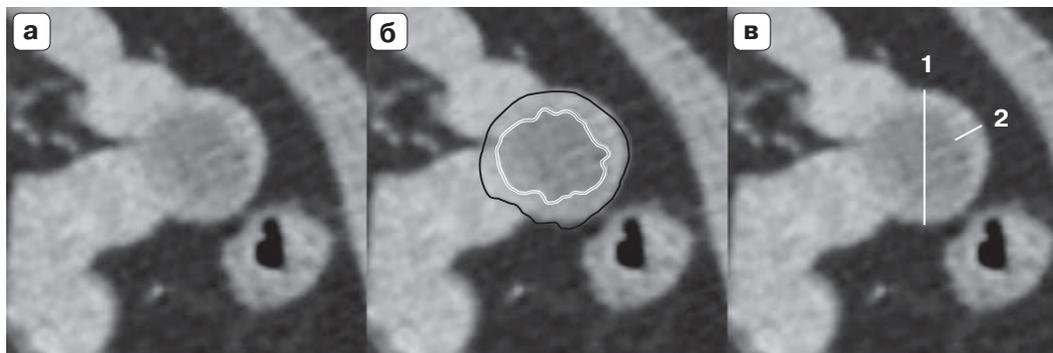
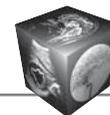


Рис. 1. Пример измерения толщины стенки тонкой кишки. **а** – до измерения; **б** – контурирование внутреннего и наружного контура стенки; **в** – измерение наружного диаметра и толщины стенки: 1 – наружный диаметр, 2 – толщина стенки.

Fig. 1. The example of measuring the wall thickness of the small bowel. **a** – before measurement; **б** – contouring of the inner and outer contour of the wall; **в** – measuring the outer diameter and wall thickness: 1 – outer diameter, 2 – wall thickness.

участки кишки, где просвет не прослеживался, не подвергались обработке. Измерение толщины стенки ТК проводили от вершины складки Керк-ринга (границы гиподенсного содержимого просвета) до серозной оболочки кишки (граница с абдоминальным жиром). Измерение диаметра кишки выполняли на увеличенных изображениях по ее наружному контуру. Методика измерения показана на рис. 1.

Для изучения перфузии контрастного вещества (КВ) в стенке ТК на нативных изображениях, а также на изображениях артериальной и венозной фаз после КУ мы измеряли средний денситометрический показатель стенки кишки. Каждое измерение проводили трижды, за окончательное значение всех выполненных измерений принимали средний результат. Статистическую обработку полученных данных проводили в программе Excel Microsoft Office с применением регрессионного и корреляционного анализа с расчетом критерия Манна-Уитни.

Результаты и их обсуждение

Результаты измерений наружного диаметра и толщины стенки ТК в основной и дополнительной группах и их статистическая обработка представлены в табл. 1.

Так как рассчитанные значения критерия Стьюдента по рассматриваемым критериям в группах больше критического, нами сделаны выводы о том, что наблюдаемые различия статистически значимы ($p < 0,05$).

Как видно из табл. 1, среднее значение наружного и внутреннего диаметров ТК в основной группе (16,6 и 10,8 мм соответственно) существенно отличалась от аналогичных показателей во второй группе (24,8 и 16,3 мм соответственно). Такая же разница наблюдалась и в показателях средних значений толщины стенки ТК: в основной группе $3,1 \pm 1,2$ мм, в дополнительной – $4,6 \pm 1,8$ мм. Таким образом, по всем показателям наибольшее утолщение стенки кишки наблюдалось у пациентов дополнительной группы, принимавших пищу в интервале 4 ч до исследования, что доказывает влияние приема пищи на физиологическое изменение толщины стенки.

Изучение соотношения между наружным диаметром кишки и толщиной ее стенки дало следующие результаты. У пациентов дополнительной группы была выявлена слабopоложительная линейная корреляция (с коэффициентом +0,41) между толщиной стенки кишки и ее наружным диаметром. Толщина стенки увеличивалась вместе с увеличением наружного диаметра, т.е. фактор

Таблица 1. Результаты морфометрии стенки и диаметра тонкой кишки

Table 1. The results of morphometry of the wall and the diameter of the small bowel

Группа обследованных	Количество измерений	Наружный диаметр, мм	Диаметр просвета, мм	Толщина стенки, мм
Основная	329	$16,6 \pm 2,6$	$10,8 \pm 2,7$	$3,1 \pm 1,2$
Дополнительная	29	$24,8 \pm 1,4$	$16,3 \pm 3,2$	$4,6 \pm 1,8$
p		<0,05	<0,05	<0,05



Таблица 2. Значения толщины стенки тонкой кишки в разных возрастных группах
Table 2. Values of the wall thickness of the small bowel in different age groups

Возраст	Количество пациентов в группе	Среднее значение, мм	Стандартное отклонение, мм	p	Отношение толщины стенки к диаметру просвета, %
Молодой	34	3,5	±1,0	<0,05	22,27
Средний	101	3,1	±1,2	<0,05	20,0
Пожилый	180	2,9	±1,2	<0,05	19,46
Старческий	14	2,6	±0,9	<0,05	16,21

растяжения просвета кишки отсутствовал. В основной группе между показателями наружного диаметра просвета ТК и толщиной ее стенки была получена слабоотрицательная линейная корреляция (с коэффициентом $-0,4$), т.е. увеличение диаметра кишки сопровождалось уменьшением толщины ее стенки. Такая отрицательная линейная корреляция, как следствие растяжения, была описана и другими авторами на примере толстой кишки [8, 16]. Полученный нами средний показатель нормальной толщины стенки в основной группе ($3,1 \pm 1,2$ мм) совпадал с данными исследований других авторов (2–3 мм и 3–5 мм) [10–13], а в дополнительной группе ($4,6 \pm 1,8$ мм) превышал показатели нормальных значений, определенных другими исследователями. Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют об увеличении средней толщины стенки ТК после приема пищи. Эти данные согласуются с результатами описанных в литературе физиологических исследований, указывающих, что толщина стенки кишки главным образом зависит от кровенаполнения ее слизистого слоя [14]. Известно, что

в состоянии покоя на долю кровоснабжения ЖКТ приходится до 20% сердечного выброса. Кровоток в различных отделах ЖКТ неодинаков: в желудке он достигает 40 мл/100 г/мин, в тонкой кишке – 35 мл/100 г/мин, в толстой – 20 мл/100 г/мин. При физиологически нормальной максимальной дилатации сосудов кишечника кровоток в нем увеличивается в 8–10 раз, причем более 90% дополнительной крови поступает в слизистую оболочку. В первые минуты после приема пищи происходит увеличение кровотока в сосудах ЖКТ (отчасти за счет выпрямления спиралевидных артерий), причем в отделах, функциональная активность которых усилена. Эта фаза реакции сосудистой системы ЖКТ на прием пищи продолжается 5–30 мин. Через 30 мин после приема пищи кровоток в брыжеечной артерии значительно возрастает (на 30–130% по сравнению с состоянием “натощак”) и сохраняется на таком уровне в течение 3–7 ч [15].

Не меньший интерес представляет зависимость толщины стенки ТК в разных возрастных группах, которая представлена в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что значение отношения толщины стенки к диаметру просвета кишки уменьшалось в зависимости от увеличения возраста пациентов. Нагляднее эта зависимость показана на рис. 2, на котором представлено геометрическое отображение средних значений отношения толщины стенки к диаметру просвета кишки в разных возрастных группах, выраженное в процентах. Расположение линии тренда (стрелка) показывает устойчивую тенденцию снижения средних значений анализируемых показателей. То есть с возрастом происходит “истончение” стенки ТК. В молодом возрасте среднее значение толщины стенки составляло $3,5 \pm 1,0$ мм (с соотношением толщины стенки к ее диаметру, выраженным в процентах, – 22,27%), тогда как в старческом – $2,6 \pm 0,9$ (16,21%). Как видно, разница значений толщины между крайними возрастными группами составляет в среднем до 0,9 мм со статистической достоверностью $p < 0,05$.

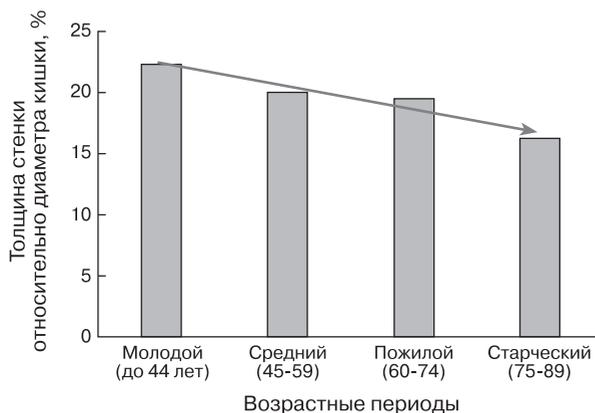


Рис. 2. Соотношение толщины стенки к диаметру просвета тонкой кишки (выраженное в процентах) по разным возрастным группам с построением линии тренда.

Fig. 2. The ratio of wall thickness to the diameter of the lumen small bowel (expressed as a percentage) for different age groups with the construction of a trend line.

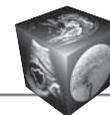


Таблица 3. Результаты денситометрии стенки тонкой кишки при КТ в разные фазы контрастного усиления
Table 3. Densitometry of the wall of the small bowel on CT in different phases of contrast enhancement

Группа обследованных	Количество измерений	Значения денситометрии по фазам КУ, НУ*		
		нативное исследование	артериальная фаза	венозная фаза
Основная	329	45,5 / 45,3	63,5 / 60,2	101,5 / 99,7
Дополнительная	29	40,2 / 39,8	71,2 / 66,4	110,2 / 102,3

* Числитель – значения измерений в проксимальном отделе ТК, знаменатель – в дистальном. НУ – единицы Хаунсфилда.

* Numerator – the measurement values in the proximal section of the SB, the denominator – in the distal. HU – the Hounsfield unit.

Также нами отмечено различие изучаемых параметров ТК в проксимальном и дистальном отделах. Мы выявили преобладание у пациентов как основной, так и дополнительной группы толщины стенки тощей кишки над толщиной подвздошной кишки на $1,4 \pm 0,3$ мм ($p < 0,01$). Эти данные противоречат публикациям, в которых отмечено отсутствие изменения толщины стенки ТК в дистальном направлении [17–19].

Степень увеличения кровотока после приема пищи определяется ее химическим составом и исходным функциональным состоянием органов ЖКТ [20]. В нашем исследовании качественный состав последнего приема пищи также оказывал влияние на степень утолщения стенки. Пища, богатая простыми углеводами (сахарами), и жареная пища в большинстве случаев приводила к более выраженному утолщению стенки, чем пища со сложными углеводами и/или богатая белком. Однако с учетом малой выборки и отсутствия достоверного подтверждения состава принимаемой пищи, кроме данных анкетирования, данные результаты требуют дальнейшего изучения.

С целью определения кинетики кровотока в стенке кишки у пациентов основной и дополнительной групп мы изучили денситометрические изменения кишечной стенки после внутривенного болюсного контрастного усиления. Результаты измерений представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что средняя плотность стенки ТК в проксимальном и дистальном отделах при нативном исследовании в основной и дополнительной группах статистически не различалась ($p = 0,001$). В дополнительной группе денситометрический показатель продемонстрировал большую гиперденсность стенки во все фазы контрастирования с уровнем значимости $p < 0,01$. При этом тощая кишка имела более выраженное контрастирование ($p < 0,05$), чем подвздошная. Таким образом, болюсное внутривенное контрастирование позволило доказать более интенсивное контрастирование стенки начального и конечного

отделов ТК у лиц, принимавших пищу в 4-часовом интервале перед КТ-исследованием, причем прослеживалась тенденция более выраженного контрастирования у молодых пациентов и его снижение с возрастом. Измеренные нами показатели степени контрастирования ТК на разных уровнях отличаются от данных части авторов [2], утверждающих об отсутствии разницы контрастирования между начальными и конечными отделами ТК. На рис. 3 представлена разница интенсивности контрастирования и изменения толщины стенки ТК до приема пищи (а) и после приема (б). Интервал между исследованиями составлял 24 ч. Изображение на рис. б выполнено через 90 мин после приема жирной пищи.

Ранее в работах отечественных и зарубежных авторов было показано, что на физиологическое изменение толщины стенки ТК влияют перистальтика и изменения кровенаполнения слизистого и подслизистого слоев в процессе пищеварения [10, 14–16]. Нейрогуморальная регуляция этих процессов осуществляется симпатическими вазоконстрикторными волокнами. Возбуждение этих волокон вызывает сужение артериальных и венозных сосудов, а также прекапиллярных сфинктеров, что приводит к увеличению регионарного сопротивления и уменьшению кровотока в органе. При снижении частоты импульсов в симпатических волокнах возникает обратный эффект – расширение сосудов ЖКТ [14]. Гуморальная регуляция артериальных сосудов кишечника широко представлена α - и β -адренорецепторами. При выделении катехоламинов β -адренорецепторы ограничивают констрикторный эффект, возникающий при возбуждении α -адренорецепторов. Это служит механизмом обеспечения необходимого кровоснабжения кишечника при активации симпатoadренальной системы. При длительном возбуждении симпатических вазоконстрикторных нервов в кишечнике происходит “ауторегуляторное ускользание” из-под влияния сосудосуживающих волокон нервной системы. Значение его в поддер-

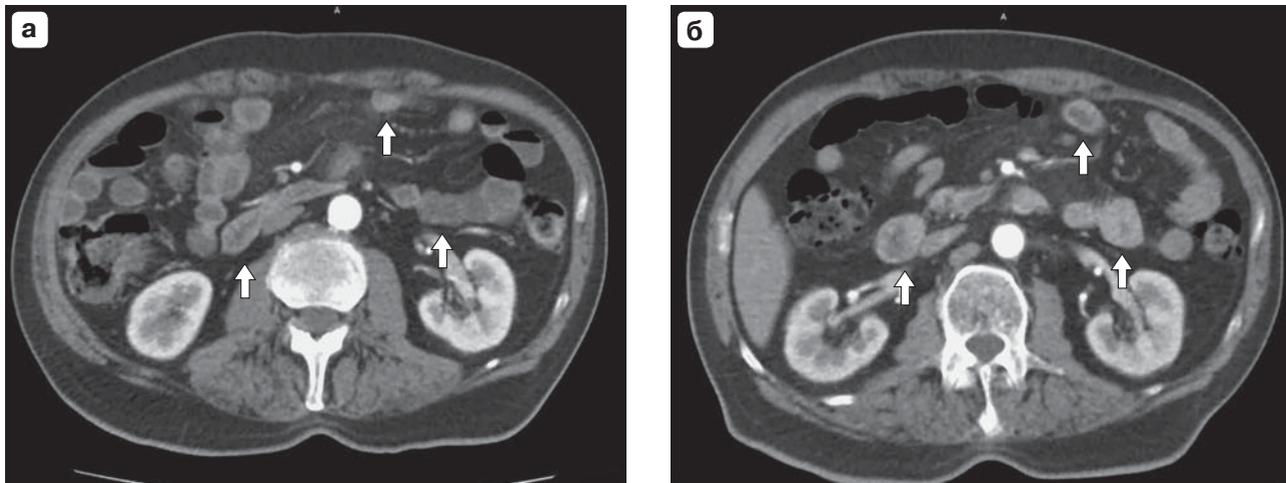


Рис. 3. КТ брюшной полости, артериальная фаза контрастного усиления, аксиальные срезы. **а** – контрастирование и толщина стенки тонкой кишки натощак; **б** – контрастирование и толщина стенки тонкой кишки после приема пищи у одного и того же пациента. На рис. **б** показано яркое контрастное усиление стенки тонкой кишки, сопоставимое с контрастированными почечными венами. Также определяется увеличение толщины стенки тонкой кишки (стрелки).

Fig. 3. CT abdomen, arterial phase CE, axial sections. **a** – the intensity of the contrast and wall thickness small bowel on an empty stomach (**b**) the intensity of the contrast and wall thickness small bowel after meals in the same patient. In fig. **b** shows a bright contrast enhancement of the wall of the small bowel, comparable with the contrasted renal veins. The increase in the wall thickness of the small bowel (arrows) is also determined.

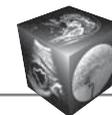
жании постоянного кровотока и защите тканей ЖКТ (например, от ишемии при стрессорных воздействиях) велико [16]. Объектом гуморальных влияний агентов в сосудах ЖКТ являются, главным образом, артериолы и прекапиллярные сфинктеры. Велика роль в регуляции кровотока в ЖКТ таких метаболитов, как CO_2 , H^+ и др. Эти вещества, как и недостаток кислорода, оказывают вазодилаторное действие. Метаболиты снижают тонус гладких мышц артериол и тем самым понижают сопротивление в системе брыжеечной артерии, увеличивая кровоток в сосудах ЖКТ. В ЖКТ существует ряд специфических механизмов вазодилатации, не связанных с изменением содержания в тканях истинных метаболитов. Так, функциональная гиперемия ЖКТ после приема пищи обусловлена действием на сосуды ряда гастроинтестинальных гормонов, например гастрин и гистамина. Противоположное действие на них оказывают вазопрессин, гастрон, простагландин Е. Большое значение отводится веществам, высвобождающимся в активно работающем органе. В тонкой кишке расширение артериальных сосудов и прекапиллярных сфинктеров вызывают секретин и холецистокинин [14]. Данные физиологические изменения соответствуют полученным нами результатам и наглядно подтверждают сложность и многофакторность процесса регуляции пищеварения.

Выводы

1. Измерение толщины стенки ТК целесообразно проводить от вершины складки Керкринга до серозной оболочки в ортогональной плоскости. Утолщение стенки ТК встречается как вариант физиологической нормы. Для достоверной оценки толщины стенки ТК требуется выяснение времени и характера последнего приема пищи. У “неконтактных” пациентов возможна косвенная ориентировка по оценке степени заполнения желудка и кишечника.

2. Среднее значение толщины стенки ТК составляет $3,1 \pm 1,2$ мм с тенденцией уменьшения данного показателя в дистальном направлении. С увеличением возраста происходит диффузное истончение стенки ТК. Разница толщины между крайними возрастными группами составляет в среднем до 0,9 мм ($p < 0,05$). После приема пищи в течение 4 ч отмечается утолщение стенки ТК до средних значений $4,6 \pm 1,8$ мм за счет повышения кровенаполнения преимущественно слизистого и подслизистого слоев.

3. При проведении КУ начальные отделы ТК в сравнении с конечными контрастируются сильнее. Градиент контрастирования более выражен у молодых пациентов и уравнивается с возрастом. Эта разница усиливается у пациентов, обследованных при КТ в 4-часовом интервале после приема пищи.



Участие авторов

Егоров А.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных, написание текста.

Кошелев Э.Г. – концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта статьи.

Беляев Г.Ю. – участие в научном дизайне, анализ и интерпретация полученных данных.

Честнова С.С. – сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, подготовка и редактирование текста.

Соколова О.В. – ответственность за целостность всех частей статьи.

Authors' participation

Egorov A.A. – conducting research, collection and analysis of data, writing text.

Koshelev E.G. – concept and design of the study, approval of the final version of the article.

Belyaev G.Yu. – participation in scientific design, analysis and interpretation of the obtained data.

Chestnova S.S. – collection and analysis of data, statistical analysis, text preparation and editing.

Sokolova O.V. – responsibility for the integrity of all parts of the article.

Список литературы

- Hayakawa K., Tanikake M., Yoshida S., Yamamoto A., Yamamoto E., Morimoto T. CT findings of small bowel strangulation: the importance of contrast enhancement. *Emerg. Radiol.* 2013; 20 (1): 3–9. <http://doi.org/10.1007/s10140-012-1070-z>
- Horton K.M., Eng J., Fishman E.K. Normal enhancement of the small bowel: evaluation with spiral CT. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2000; 24 (1): 67–71. <http://doi.org/10.1097/00004728-200001000-00014>
- Markova I., Kluchova K., Zboril R., Mashlan M., Herman M. Small bowel imaging – still a radiologic approach? *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky. Olomouc. Czech. Repub.* 2010; 154 (2): 123–132. <http://doi.org/10.5507/bp.2010.019>
- Стрекаловский В.П., Колесникова Г.Д., Араблинский В.М. Энтероскопия. *Клиническая медицина.* 1981; 5: 51–54.
- Chung Kuao CT manifestations of small bowel ischemia due to impaired venous drainage-with a correlation of pathologic findings. *Chou Indian J. Radiol. Imaging.* 2016; 26 (3): 342–351. <http://doi.org/10.4103/0971-3026>
- Fernandes T., Oliveira M., Castro R. Bowel wall thickening at CT: simplifying the diagnosis. Berlin; Heidelberg: Springer, 2014; 5 (2): 195–208. <http://doi.org/10.1007/s13244-013-0308-y>
- Dietrich C.F., Chiorean L., Cui X.-W., Schreiber-Dietrich D., Braden B. Conventional and new ultrasound techniques in inflammatory bowel disease – Update review of the literature 2014.
- Khan A.N. Small-Bowel Obstruction Imaging. *Medscape.* Retrieved 2017-03-07. Updated: Sep. 22, 2016. <http://emedicine.medscape.com/article/374962-overview>
- Macari M., Megibow A.J., Balthazar E.J. A pattern approach to the abnormal small bowel: observations at MDCT and CT enterography. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188: 1344–1355. <http://doi.org/10.2214/AJR.06.0712>

- Парфенов А.И. Энтерология: Руководство для врачей. 2-е изд., перераб. и доп. М.: МИА, 2009. 880 с.
- Finkelstone L., Wolf E.L., Stein M.W. Etiology of small bowel thickening on computed tomography. *Can. J. Gastroenterol.* 2012; 26 (12): 897–901. <http://doi.org/10.1155/2012/282603>.
- Fernandes T., Oliveira M.I., Castro R., Araújo B., Viamonte B., Cunha R. Bowel wall thickening at CT: simplifying the diagnosis. *Insights Imaging.* 2014; 5 (2): 195–208. <http://doi.org/10.1007/s13244-013-0308-y>
- Patak M.A., Mortelet K.J., Ros P.R. Multidetector row CT of the small bowel. *Radiol. Clin. N. Am.* 43 (2005) 1063–1077. <http://doi.org/10.1016/j.rcl.2005.07.009>
- Ноздрачев А.Д., Филиппова Л.В. Интероцепция и нейроиммунные взаимодействия. Л.: Наука, 2007. 296 с.
- Ткаченко Б.И. Нормальная физиология человека. 2-е изд. М.: Медицина, 2005. 928 с.
- Ciarletta P., Balbi V., Kuhl E. Pattern selection in growing tubular tissues. *Phys. Rev. Lett.* 2014; 113 (24): 248101. <http://doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.248101>.
- Megibow A.J., Babb J.S., Hecht E.M. et al. Evaluation of bowel distention and bowel wall appearance by using neutral oral contrast agent for multi-detector row CT. *Radiology.* 2006; 238: 87–95. <http://doi.org/10.1259/bjr.20170352>.
- Bender G.N., Timmons J.H., Willard W.C., Carter J. Computed tomographic enteroclysis: one methodology. *Invest. Radiol.* 1996; 31: 43–49. PMID: 8850364.
- Fisher I.K. Normal colon wall thickness on CT. *Radiology.* 1982; 145: 415–418. <http://doi.org/10.1148/radiology.145.2.7134445>.
- Scheppach W. Effects of short chain fatty acids on gut morphology and function. *Gut.* 1994; 35 (1, Suppl.): S35–S38. http://doi.org/10.1136/gut.35.1_suppl.s35.

References

- Hayakawa K., Tanikake M., Yoshida S., Yamamoto A., Yamamoto E., Morimoto T. CT findings of small bowel strangulation: the importance of contrast enhancement. *Emerg. Radiol.* 2013; 20 (1): 3–9. <http://doi.org/10.1007/s10140-012-1070-z>
- Horton K.M., Eng J., Fishman E.K. Normal enhancement of the small bowel: evaluation with spiral CT. *J. Comput. Assist. Tomogr.* 2000; 24 (1): 67–71. <http://doi.org/10.1097/00004728-200001000-00014>
- Markova I., Kluchova K., Zboril R., Mashlan M., Herman M. Small bowel imaging – still a radiologic approach? *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky. Olomouc. Czech. Repub.* 2010; 154 (2): 123–132. <http://doi.org/10.5507/bp.2010.019>
- Strekalovsky V.P., Kolesnikova G.D., Arablinsky V.M. Enteroscopy. *Clinical Medicine (Russian Journal) = Klinicheskaja meditsina.* 1981; 5: 51–54. (in Russian)
- Chung Kuao CT manifestations of small bowel ischemia due to impaired venous drainage-with a correlation of pathologic findings. *Chou Indian J. Radiol. Imaging.* 2016; 26 (3): 342–351. <http://doi.org/10.4103/0971-3026>
- Fernandes T., Oliveira M., Castro R. Bowel wall thickening at CT: simplifying the diagnosis. Berlin; Heidelberg: Springer, 2014; 5 (2): 195–208. <http://doi.org/10.1007/s13244-013-0308-y>
- Dietrich C.F., Chiorean L., Cui X.-W., Schreiber-Dietrich D., Braden B. Conventional and new ultrasound techniques



- in inflammatory bowel disease – Update review of the literature 2014.
8. Khan A.N. Small-Bowel Obstruction Imaging. *Medscape*. Retrieved 2017-03-07. Updated: Sep. 22, 2016. <http://emedicine.medscape.com/article/374962-overview>
 9. Macari M., Megibow A.J., Balthazar E.J. A pattern approach to the abnormal small bowel: observations at MDCT and CT enterography. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188: 1344–1355. <http://doi.org/10.2214/AJR.06.0712>.
 10. Parfenov A.I. Enterology: Guide for doctors. 2nd ed. Moscow: MIA, 2009. 880 p. (In Russian)
 11. Finkelstone L., Wolf E.L., Stein M.W. Etiology of small bowel thickening on computed tomography. *Can. J. Gastroenterol.* 2012; 26 (12): 897–901. <http://doi.org/10.1155/2012/282603>.
 12. Fernandes T., Oliveira M.I., Castro R., Araújo B., Viamonte B., Cunha R. Bowel wall thickening at CT: simplifying the diagnosis. *Insights Imaging.* 2014; 5 (2): 195–208. <http://doi.org/10.1007/s13244-013-0308-y>
 13. Patak M.A., Morteel K.J., Ros P.R. Multidetector row CT of the small bowel. *Radiol. Clin. N. Am.* 43 (2005) 1063–1077. <http://doi.org/10.1016/j.rcl.2005.07.009>
 14. Nozdrachev A.D., Filippova L.V. Interception and neuroimmune interactions. Leningrad: Nauka, 2007. 296 p. (In Russian)
 15. Tkachenko B.I. Normal human physiology. 2nd ed. Moscow: Medicine, 2005. 928 p. (In Russian)
 16. Ciarletta P., Balbi V., Kuhl E. Pattern selection in growing tubular tissues. *Phys. Rev. Lett.* 2014; 113 (24): 248101. <http://doi.org/10.1103/PhysRevLett.113.248101>.
 17. Megibow A.J., Babb J.S., Hecht E.M. et al. Evaluation of bowel distention and bowel wall appearance by using neutral oral contrast agent for multi-detector row CT. *Radiology.* 2006; 238: 87–95. <http://doi.org/10.1259/bjr.20170352>.
 18. Bender G.N., Timmons J.H., Wiliard W.C., Carter J. Computed tomographic enteroclysis: one methodology. *Invest. Radiol.* 1996; 31: 43–49. PMID: 8850364.
 19. Fisher I.K. Normal colon wall thickness on CT. *Radiology.* 1982; 145: 415–418. <http://doi.org/10.1148/radiology.145.2.7134445>.
 20. Scheppach W. Effects of short chain fatty acids on gut morphology and function. *Gut.* 1994; 35 (1, Suppl.): S35–S38. http://doi.org/10.1136/gut.35.1_suppl.s35.

Для корреспонденции*: Егоров Андрей Андреевич – 119146 Москва, 2-я Фрунзенская ул., д. 4. ФГБУ “Поликлиника № 2” Управления делами Президента Российской Федерации. Тел.: +7-916-196-36-34. E-mail: egorov.scan@gmail.com

Егоров Андрей Андреевич – врач-рентгенолог ФГБУ “Поликлиника №2” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-8609-6319>

Кошелев Эдуард Геннадьевич – канд. мед. наук, заведующий кафедрой рентгенологии и ультразвуковой диагностики ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия”; заведующий отделением КТ и МРТ ГКБ №1 имени Н.И. Пирогова ДЗМ г. Москвы, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-5494-0327>

Беляев Георгий Юрьевич – канд. мед. наук, доцент кафедры рентгенологии и ультразвуковой диагностики ФГБУ ДПО “Центральная государственная медицинская академия”; заведующий рентгенологическим отделением ФГБУ “Поликлиника №2” Управления делами Президента Российской Федерации, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-1119-9102>

Честнова Станислава Сергеевна – врач-рентгенолог ГБУЗ МО “Московский областной клинический противотуберкулезный диспансер”, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-4851-0435>

Соколова Ольга Вячеславовна – доктор мед. наук, врач-гастроэнтеролог отделения гастроэнтерологии НМХЦ имени Н.И. Пирогова, Москва. <https://orcid.org/0000-0002-9090-6820>

Contact*: Andrey A. Egorov – 2nd Frunzenskaya str., 4, Moscow, 119146, Russia. Polyclinic No. 2 of Affairs Management Department of President of the Russian Federation. Phone: + 7-916-196-36-34. E-mail: egorov.scan@gmail.com

Andrey A. Egorov – radiologist, Polyclinic No. 2 of Affairs Management Department of President of the Russian Federation. Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-8609-6319>

Eduard G. Koshelev – Cand. of Sci. (Med.), head of the department of radiology and ultrasound diagnostics of the Central State Medical Academy of Affairs Management Department of President of the Russian Federation; Head of the department of CT and MRI of the City Clinical Hospital №1 named after N.I. Pirogov, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-5494-0327>

Georgy Yu. Belyaev – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Radiology and Ultrasound Diagnostics of the Central State Medical Academy of Affairs Management Department of President of the Russian Federation; Head of the Radiology Department of Polyclinic No. 2 of Affairs Management Department of President of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-1119-9102>

Stanislava S. Chestnova – radiologist, Moscow Regional Clinical TB Dispensary, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-4851-0435>

Olga V. Sokolova – Doct. of Sci. (Med.), gastroenterologist, gastroenterology department of the National Medical and Surgical Center named after N.I. Pirogov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. <https://orcid.org/0000-0002-9090-6820>