

DOI: 10.18499/2225-7357-2019-8-4-9-14

УДК 611.345+57.086]:612.392.71

03.03.04 – клеточная биология, цитология, гистология

© Коллектив авторов, 2019



Особенности макро-микроскопической морфологии желез толстой кишки человека при преимущественно вегетарианском типе питания

Н. Т. Алексеева^{1*}, С. В. Ключкова^{2, 4}, Е. А. Рожкова³, Д. Б. Никитюк^{2, 3}

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Воронеж, Россия

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет), Москва, Россия

³ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия

⁴ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва, Россия

Цель – изучить макро- и микроскопическое строение, а также клеточном составе желез толстой кишки людей, при жизни длительно придерживавшихся преимущественно вегетарианского типа питания.

Материал и методы. Проводили сравнительное исследование структурных и количественных показателей железистого аппарата толстой кишки трупов четырех людей в возрасте 60–89 лет, длительно придерживавшихся преимущественно вегетарианского питания. Микроскопическое исследование проводили на гистологических препаратах, окрашенных метиленовым синим, гематоксилином и эозином, по Ван Гизону, по Гримелиусу и альциановым синим. Для статистической обработки данных использовали методы параметрической статистики на основе программы Statistica 6.0. Статистическая обработка данных включала вычисление среднеарифметических показателей, их ошибок.

Результаты. В условиях длительной вегетарианской диеты выявлено достоверное увеличение как количества, так и площади кишечных желез: с максимумом для слепой и сигмовидной кишки в 126% и 179% соответственно. Отмечено статистически значимое 5% увеличение доли бокаловидных клеток в железистой ткани и соответственное увеличение объема слизи в потреблении растительной пищи. При этом доля недифференцированных (камбиальных) клеток незначительно (около 3,5%) уменьшалась. Показатели желез проксимальных 2/3 толстой кишки демонстрировали достоверный проксимо-дистальный градиент: отмечалось плавное снижение как числа эпителиоцитов, так и их морфометрических характеристик.

Заключение. В результате проведенного исследования было выявлено активное формообразующее влияние растительной пищи, обеспечивающее развитие железистого аппарата толстой кишки человека. Показано наличие проксимо-дистального градиента, выражающегося в снижении по направлению к прямой кишке количества и размеров кишечных желез, и не зависящего от особенностей питания.

Ключевые слова: толстая кишка, кишечные железы, клеточный состав, морфометрия, вегетарианство.

Features of Macro-Microscopic Morphology of the Human Large Intestine Glands with a Predominant Vegetarian Type of Diet

© N. T. Alexeeva^{1*}, S. V. Klochkova^{2, 4}, E. A. Rozhkova³, D. B. Nikityuk^{2, 3}, 2019

¹N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, Russia

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia

³The Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

⁴M.V. Lomonosov State University, Moscow, Russia

The aim of investigation is to obtain data about the macro- and microscopic structure, as well as the cellular composition of the human large intestine glands from people who long adhere to the predominant vegetarian type of food.

Material and methods. We conducted a comparative study of structural and quantitative indicators of the glandular apparatus of the large intestine of the corpses of four people 60–89 years of age, who had long adhered to a predominantly vegetarian diet. Microscopic observation was carried out on histological preparations stained with methylene blue, hematoxylin-eosin, van Gieson, Grimalius, alcian blue. For statistical data processing methods of parametric statistics based on the program Statistica 6.0 were used. Statistical data processing included calculation of arithmetic averages and their errors.

Results. The analysis of the qualitative assessment of the cellular composition of the epithelium and morphometric measurements of the size parameters of the intestinal glands in a long vegetarian diet revealed a significant increase in both the number and area of the intestinal glands: with a maximum for the caecum and sigmoid intestine in 126% and 179%, respectively. There was a statistically significant 5% increase in the proportion of goblet cells in glandular tissue and a corresponding increase in the volume of mucus in the consumption of plant foods. The proportion of undifferentiated (cambial) cells decreased slightly (about 3.5%). Indicators of the

glands of the proximal 2/3 of length of the large intestine showed a significant proximo-distal gradient: there was a smooth decrease in both the number of epithelial cells and their morphometric characteristics.

Key words: colon, intestinal glands, cell composition, morphometry, vegetarian diet.

***Автор для переписки:**

Алексеева Наталья Тимофеевна
Воронежский государственный медицинский университет
им. Н.Н. Бурденко, ул. Студенческая, 10, г. Воронеж,
394036, Россия

E-mail: alexeevant@list.ru

***Corresponding author:**

Nataliya Alexeeva
N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, ul. Studencheskaya, 10, Voronezh, 394036, Russia
E-mail: alexeevant@list.ru

Введение

Пища является важным формообразующим фактором, определяющим структурно-функциональные характеристики многих органов и систем тела человека. Ее специфика может влиять, в частности, на формирование и деятельность пищеварительных желез [4, 9]. Имеются экспериментальные данные о стимулирующем действии растительной пищи, содержащей значительное количество пребиотиков (присутствуют во фруктах, овощах, злаках и др.) на железистый аппарат толстой кишки [5, 13, 14, 16]. Эти материалы могут иметь практическое значение, учитывая высокую долю людей в популяции, придерживающихся употребления преимущественно растительной пищи в рационе (вегетарианцы, веганы), а также наличия большого количества программ, направленных на редукцию массы тела. С другой стороны, пищевая продукция, основанная на использовании овощей и фруктов, широко используется в лечебно-профилактическом питании при формировании соответствующих рационов [2, 6, 7, 15]. Поэтому актуальность данного вопроса не вызывает сомнений. Вместе с тем, в научной литературе почти отсутствуют материалы о воздействии растительной пищи на формообразование пищеварительных желез у человека, и, в частности, кишечных желез (Либеркюновых крипт), что, очевидно, связано со сложностью получения соответствующего анатомического (секционного) фактического материала.

Целью исследования явилось получение данных о макро- и микроскопическом строении, клеточном составе желез толстой кишки людей, длительно при жизни придерживающихся преимущественного вегетарианского питания.

Материал и методы исследования

Объектом изучения явились препараты толстой кишки 4 человек – 3 мужчин в возрасте 60, 75 и 89 лет и 1 женщины 63 лет – погибших от случайных причин (травмы), без признаков патологии органов пищеварения на аутопсии, с анамнестически доказанным при беседах с родственниками длительным

(на протяжении 10 лет, 17 лет, около 20 лет и около 25 лет жизни соответственно) употреблением преимущественно растительной пищи. Группой сравнения (нормативной) явилась общая популяция (50 наблюдений) аналогичного возрастного диапазона (без учета особенностей питания). Материал получали в ГБУЗ Бюро судебно-медицинской экспертизы Департамента здравоохранения г. Москвы в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации. На проведение эксперимента получено заключение этического комитета ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи» от 26.10.2012 г. Фрагменты толстой кишки фиксировали в забуференном нейтральном формалине. Макро-микроскопические исследования желез различных отделов толстой кишки проводили на тотальных препаратах с использованием МБС-9; ув. 16, после элективной окраски метиленовым синим [3, 12, 14]. На макропрепаратах подсчитывали количество устьев кишечных желез в поле зрения в 1 мм² слизистой оболочки для всех отделов толстой кишки. Дополнительно из средней трети каждого отдела толстой кишки изготавливали продольные парафиновые срезы, толщиной 4–5 мкм, которые окрашивали гематоксилином и эозином, выборочно срезы окрашивали по Ван Гизону, метенамином–серебром Р.А.С.М., по Гримелиусу, альциановым синим по Г.А. Меркулову [3].

Для статистической обработки данных использовали методы параметрической и непараметрической статистики на основе программы Statistica 6.0. Для оценки характера распределения использовались графический метод построения гистограмм и критерии Колмогорова–Смирнова и Лилиенфорса. Межгрупповые сравнения выполнялись с помощью параметрического парного t-критерия Стьюдента и непараметрического критерия Вилкоксона–Манна–Уитни. Статистическую обработку производили при эквивалентном объеме выборок экспериментальной и контрольной групп для всех изучаемых клеточных элементов и количественных показателей. Данные представлены в виде среднеарифметических и их ошибок.

Результаты и их обсуждение

На тотальных препаратах толстой кишки, окрашенных метиленовым синим, хорошо заметны при обзоре со стороны покровного эпителия устья кишечных желез, имеющих округлую и овальную форму. Их постоянное наличие во всех участках слизистой оболочки при этом придает покровному эпителию

Количество кишечных желез у взрослых людей в зависимости от типа питания ($X \pm Sx$; min-max)

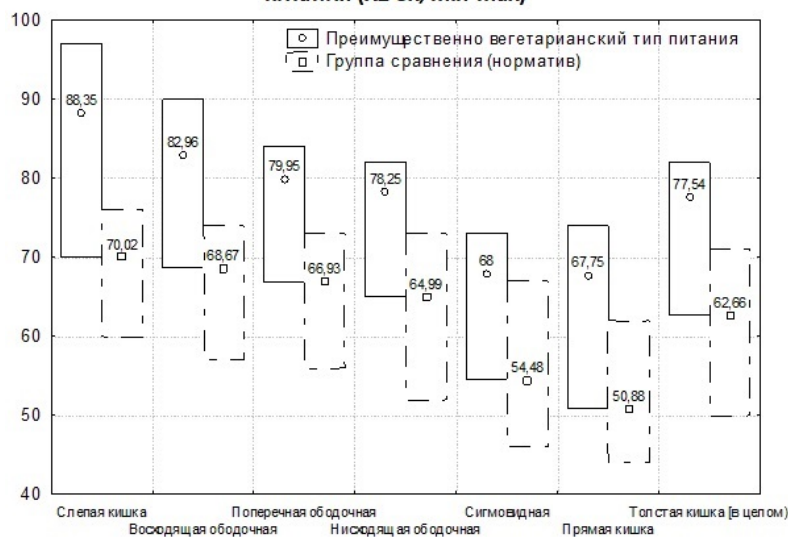


Рис. 1. Количество кишечных желез у взрослых людей в зависимости от типа питания. По оси абсцисс – отделы толстой кишки, по оси ординат – количество желез в 1 мм² слизистой оболочки ($X \pm Sx$).

Длина кишечной железы у взрослых людей в зависимости от типа питания (X мкм; min-max)

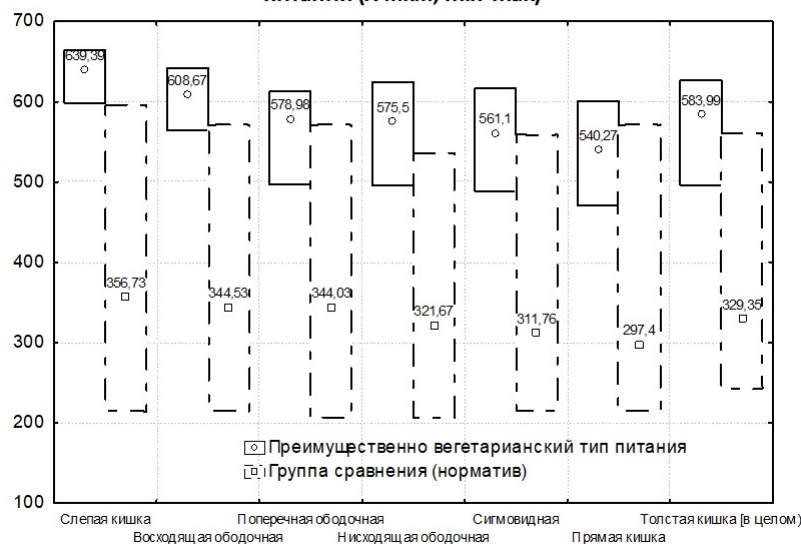


Рис. 2. Длина кишечной железы у взрослых людей в зависимости от типа питания. По оси абсцисс – отделы толстой кишки, по оси ординат – длина железы (мкм, $X \pm Sx$).

«ажурный сетчатый характер». Отмечается зависимость количества желез от характера питания человека (рис. 1).

При преимущественно вегетарианском типе питания число желез, по сравнению с нормативными данными (группой сравнения), в стенках слепой кишки больше в 1.26 раза ($p < 0.05$), в восходящей ободочной – в 1.21 раза ($p < 0.05$), в поперечной ободочной – в 1.19 раза ($p < 0.05$), в нисходящей ободочной – в 1.20 раза ($p < 0.05$), в сигмовидной ободочной – в 1.25 раза ($p < 0.05$), в прямой кишке – в 1.33 раза ($p < 0.05$) и в толстой кишке в целом – в 1.24 раза ($p < 0.05$).

Необходимо отметить, что на основании полученных данных, преимущественно растительное питание также способствует увеличению размеров толстой кишки у человека. В частности, была выявлена тенденция к увеличению длины слепой (на 3.2%) и ободочной (на 2.12%) кишок, а также площади слизистой оболочки всей толстой кишки (при расправленных полулунных складках) на

3.87%, по отношению к показателям в группе сравнения. Известно также, что у травоядных животных размеры желудка и кишечника, особенно толстой кишки (часто разделенной на несколько отделов), значительно больше, чем у плотоядных. Считается, что увеличение размеров толстой кишки связано с необходимостью постоянного питания мало энергоемкой растительной пищей. Поэтому восполнение энергзатрат обеспечивается лишь при потреблении значительного количества пищи, что отражается на размерах желудочно-кишечного тракта [8].

Употребление преимущественно растительной пищи способствует увеличению длины кишечных желез на протяжении всех отделов толстой кишки (рис. 2).

Длина железы при длительном употреблении преимущественно растительной пищи, по сравнению с нормативными данными, в стенке слепой кишки больше в 1.79 раза ($p < 0.05$), восходящей ободочной – в 1.77 раза ($p < 0.05$), поперечной ободочной – в 1.68 раза

Площадь кишечной железы у взрослых людей в зависимости от типа питания ($X_{\text{мм}^2 \times 10^{-4}}$; min-max)

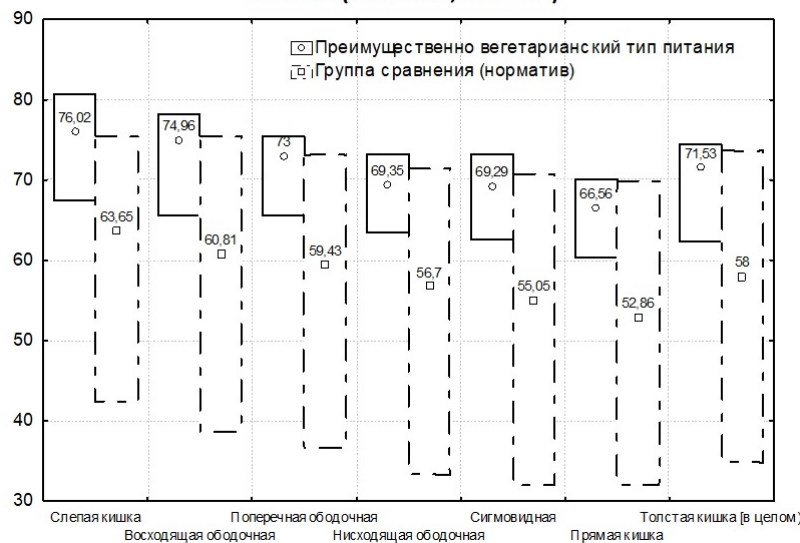


Рис. 3. Площадь кишечной железы у взрослых людей в зависимости от типа питания. По оси абсцисс – отделы толстой кишки; по оси ординат – площадь железы на продольном срезе ($\text{мм}^2 \times 10^{-4}$, $X \pm Sx$).

Количество эпителиоцитов в составе кишечной железы у взрослых людей в зависимости от типа питания (X ; min-max)

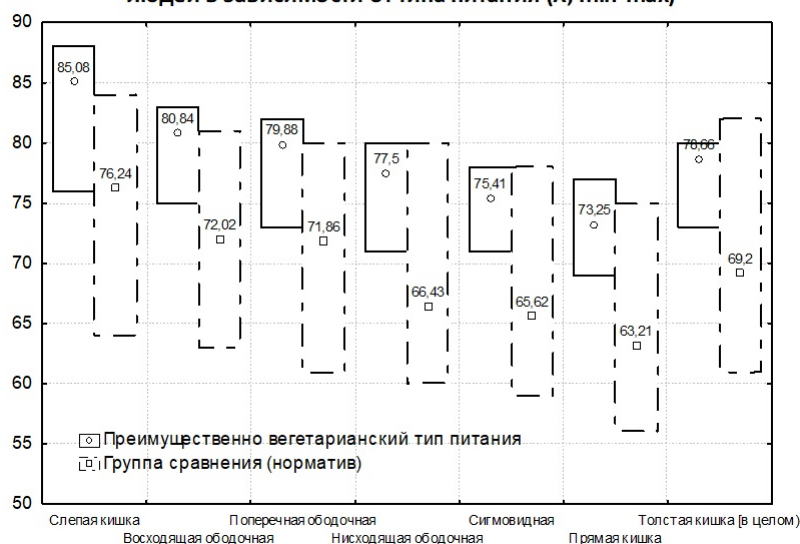


Рис. 4. Количество эпителиоцитов в составе кишечной железы у взрослых людей в зависимости от типа питания. По оси абсцисс – отделы толстой кишки; по оси ординат – количество эпителиоцитов на продольном срезе железы ($X \pm Sx$).

($p < 0.05$). нисходящей ободочной – в 1.79 раза ($p < 0.05$), сигмовидной ободочной – 1.80 раза ($p < 0.05$), прямой кишки – в 1.82 раза ($p < 0.05$) и толстой кишки в целом – в 1.77 раза ($p < 0.05$).

Площадь кишечной железы (на продольном ее срезе) также закономерно демонстрирует связь с особенностями питания (рис. 3).

При длительном употреблении преимущественно растительной пищи, отмечается достоверно значимое увеличение площади железы, по сравнению с нормативами, в стенках слепой кишки в 1.19 раза ($p < 0.05$), восходящей ободочной – в 1.23 раза ($p < 0.05$), поперечной ободочной – в 1.22 раза ($p < 0.05$), нисходящей ободочной – в 1.26 раза ($p < 0.05$), сигмовидной ободочной – 1.26 раза ($p < 0.05$), прямой кишки – в 1.26 раза ($p < 0.05$) и толстой кишки в целом – в 1.23 раза ($p < 0.05$).

Для оценки функциональных особенностей толстой кишки при различных типах пи-

тания большое значение имеет соотношение клеточного состава желез слизистой оболочки. Так, число эпителиальных клеток в составе кишечной железы демонстрирует связь с особенностями питания (рис. 4). Количество таких клеток при длительном употреблении преимущественно растительной пищи, по сравнению с нормативами, больше в стенке слепой кишки в 1.16 раза ($p < 0.05$), восходящей ободочной – в 1.12 раза ($p < 0.05$), поперечной ободочной – в 1.11 раза ($p < 0.05$), нисходящей ободочной – в 1.17 раза ($p < 0.05$), сигмовидной ободочной – 1.15 раза ($p < 0.05$), прямой кишки – в 1.16 раза ($p < 0.05$) и толстой кишки в целом – в 1.14 раза ($p < 0.05$). Учитывая, что при питании преимущественно растительной пищей человек потребляет обычно ежедневно до 150 г клетчатки [4, 7], что существенно больше, чем при смешанном питании, поэтому покровный эпителий слизистой оболочки нуждается в значительном слое слизи, выполняющем протекторную роль и

защищающем слизистую от повреждения. Так, наряду с увеличением числа эпителиоцитов, обращает внимание выявленный нами при окрашивании альциановым синим, факт увеличения численности бокаловидных клеток (синтезирующих слизистый секрет) в структуре желез при употреблении преимущественно растительной пищи. Анализ полученных данных указывает на то, что при вегетарианском питании на протяжении толстой кишки относительная доля бокаловидных клеток на продольном срезе железы варьирует от 41.75% (в сигмовидной ободочной кишке) до 49.08% (в слепой кишке) и достоверно превышает показатели группы сравнения, составляющие 38.8%–44.0% соответственно. Напротив, доля недифференцированных (камбиальных) клеток при вегетарианстве изменяется от 13.5% (в слепой кишке) до 21.78% (в сигмовидной ободочной кишке), что несколько ниже показателей группы сравнения – 18.14%–24.08% соответственно. Известно, что недифференцированные клетки желез обеспечивают регенерацию компонентов железы, в том числе и покровного эпителия, поэтому снижение их количественного представительства при вегетарианском питании может отражать увеличение продолжительности его «жизни», что связано с нормализацией моторной и эвакуаторной функций толстой кишки при таких особенностях питания [4, 10, 11, 15]. Число абсорбционных клеток, согласно полученным нами данным, не зависит от типа питания – показатели доли таких клеток во всех изученных препаратах находятся в диапазоне 35.09%–37.50%. Схожая ситуация наблюдается и для эндокринных (аргентофильных) клеток (0.43%–2.0%).

Индивидуальные показатели количества кишечных желез (на площади в 1 мм²), их размеры, количественный и качественный состав эпителия кишечных желез на протяжении всех отделов толстой кишки при длительном вегетарианском питании демонстрируют достоверные отличия от группы сравнения (рис. 1–4). Можно предположить, что преобладание в пище продуктов, богатых клетчаткой, является для кишечных желез стимулирующим и формирующим фактором. Следует также обратить внимание на проявление проксимо-дистального градиента, который выражается в уменьшении в направлении от слепой к прямой кишке как количества кишечных желез, так и их размерных показателей, а также числа эпителиоцитов в составе железы, что наблюдается как в нормативной группе, так и при длительной вегетарианской диете (рис. 1–4). Железы проксимальной части толстой кишки, как известно, дают начало формированию слизистого барьера, покрывающего слизистую оболочку толстой кишки. От его прочности и непрерывности зависит способность стенок толстой киш-

ки противостоять разнообразному химическому и механическому воздействию содержимого по отношению к покровному эпителию [1, 5, 16]. Поэтому максимальное развитие желез в стенках слепой и восходящей ободочной кишки представляется в полной мере функционально обусловленным.

Заключение

Таким образом, в результате проведенного исследования было выявлено активное формообразующее влияние растительной пищи, обеспечивающее развитие железистого аппарата толстой кишки человека. Показано наличие проксимо-дистального градиента, выражающегося в снижении по направлению к прямой кишке количества и размеров кишечных желез, и не зависящего от особенностей питания.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы / References

1. Быкова А.П., Козлова И.В. Клинико-эндоскопические и морфологические особенности слизистой оболочки толстой кишки при хроническом панкреатите. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2017; 3(139):22–7 [Bykova AP, Kozlova IV. Clinical-endoscopic and morphological features of the colon in chronic pancreatitis. *Ekspperimental'naya i Klinicheskaya Gastroenterologiya*. 2017; 139(3):22–7] (in Russian).
2. Капрелянц Л.В., Бужилов Н.Г. Пшеничные отруби как источник полезных веществ для человека. Актуальные научные исследования в современном мире. 2019; 4-2(48):14–9 [Kaprelyants LV, Buzhylov NG. Wheat cuts as sources of useful human consumers. *Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire*. 2019; 4-2(48):14–9] (in Russian).
3. Коржевский Д.Э., Гиляров А.В. Основы гистологической техники. СПб: СпецЛит; 2010. 95 [Korzhevskii DE, Gilyarov AV. *Osnovy gistologicheskoi tekhniki*. Saint-Petersburg: SpetsLit; 2010. 95] (in Russian).
4. Никитюк Д.Б., Колесников Л.Л., Шадлинский В.Б., Баженов Д.В., Алексеева Н.Т., Клочкова С.В. Многоклеточные железы стенок пищеварительной и дыхательной систем (вопросы функциональной морфологии). Воронеж: Научная книга; 2017. 278 [Nikityuk DB, Kolesnikov LL, Shadlinskii VB, Bazhenov DV, Alekseeva NT, Klochkova SV. *Mnogokletochnye zhelezy stenok pishchevaritel'noi i dykhatel'noi sistem (voprosy funktsional'noi morfologii)*. Voronezh: Nauchnaya kniga; 2017. 278] (in Russian).
5. Подбельцев Д.А., Никитюк Д.Б., Поздняков А.Л. Влияние пребиотиков на морфологическую структуру слизистой оболочки толстой кишки крыс. Вопросы питания. 2006; 75(2):26–9 [Podbeltsev DA, Nikityuk DB, Posdnyakov AL. Influence of prebiotics on

- morphologic structure of the mucous membrane of *intestinum crassum* of rats. Problems of Nutrition. 2006; 75(2):26–9] (in Russian).
6. Тамова М.Ю., Шамкова Н.Т., Тутельян В.А. Организация питания детей раннего и дошкольного возраста в дошкольной образовательной организации. М.: ДеЛи плюс; 2019. 157 [Tamova MYu, Shamkova NT, Tutel'yan VA. Organizatsiya pitaniya detei rannego i doshkol'nogo vozrasta v doshkol'noi obrazovatel'noi organizatsii. Moscow: DeLi plus; 2019. 157] (in Russian).
 7. Тутельян В.А., Гаппаров М.М.Г., Каганов Б.С., Шарафетдинов Х.Х. Лечебное питание: современные подходы к стандартизации диетотерапии. М.: Династия; 2010. 304 [Tutel'yan VA, Gapparov MMG, Kaganov BS, Sharafetdinov KhKh. Lechebnoe pitaniye: sovremennyye podkhody k standartizatsii dietoterapii. Moscow: Dinastiya; 2010. 304] (in Russian).
 8. Филлипс С.Ф. Физиология и патофизиология желудочно-кишечного тракта. М.: Медицина; 1989: 340–55 [Fillips SF. Fiziologiya i patofiziologiya zheludochno-kishechnogo trakta. Moscow: Meditsina; 1989: 340–55] (in Russian).
 9. Яцковский А.Н., Боронихина Т.В. Влияние рациона с избытком клетчатки на морфофункциональное состояние дуоденальных желез крыс. Архив анатомии. 1987. 88 (11):87–92 [Yatskovskii AN, Boronikhina TV. Vliyanie ratsiona s izbytkom kletchatki na morfofunktsional'noe sostoyanie duodenal'nykh zhelez krysa. Arkhiv anatomii. 1987. 88 (11):87–92] (in Russian).
 10. Cheng L, Kong C, Walvoort MTC, Faas MM, de Vos P. Human Milk Oligosaccharides Differently Modulate Goblet Cells Under Homeostatic, Proinflammatory Conditions and Under ER-Stress. Mol Nutr Food Res. 2019 Dec 4:e1900976. doi: 10.1002/mnfr.201900976.
 11. Doughty MJ. Multiple count sampling of goblet cells in microscope high-power fields using conjunctival impression cytology. Clin Exp Optom. 2019 Dec 3. doi: 10.1111/cxo.13007.
 12. Ficsor L, Varga VS, Tagscherer A, Tulassay Z, Molnar B. Automated classification of inflammation in colon histological sections based on digital microscopy and advanced image analysis. Cytometry Part A. 2008 Mar;73A(3):230–7. doi: 10.1002/cyto.a.20527
 13. Kleessen B, Hartmann L, Blaut M. Fructans in the diet cause alterations of intestinal mucosal architecture, released mucins and mucosa-associated bifidobacteria in gnotobiotic rats. British Journal of Nutrition. 2003 May;89(5):597–606. doi: 10.1079/bjn2002827
 14. Pereira RT, Nebo C, de Paula Naves L et al. Distribution of goblet and endocrine cells in the intestine: A comparative study in Amazonian freshwater Tambaqui and hybrid catfish. J Morphol. 2020 Jan;281(1):55–67. doi: 10.1002/jmor.21079.
 15. Treveil A, Sudhakar P, Matthews ZJ et al. Regulatory network analysis of Paneth cell and goblet cell enriched gut organoids using transcriptomics approaches. Mol Omics. 2019 Dec 10. doi: 10.1039/c9mo00130a.
 16. Weijun T, Teng Z. Probiotics inhibit immune fluctuation in the intestinal mucous layer in rats. Surgery Today. 2015 Feb 11;45(12):1553–9. doi: 10.1007/s00595-015-1123-5

Поступила в редакцию 6.07.2019

Received 6.07.2019

Принята в печать 21.09.2019

Accepted 21.09.2019

Для цитирования: Алексеева Н.Т., Клочкова С.В., Рожкова Е.А., Никитюк Д.Б. Особенности макромикроскопической морфологии желез толстой кишки человека при преимущественно вегетарианском типе питания. Журнал анатомии и гистопатологии. 2019; 8(4): 9–14. doi: 10.18499/2225-7357-2019-8-4-9-14

For citation: Alexeeva N.T., Klochkova S.V., Rozhkova E.A., Nikityuk D.B. Features of macro-microscopic morphology of the human large intestine glands with a predominant vegetarian type of diet. Journal of Anatomy and Histopathology. 2019; 8(4): 9–14. doi: 10.18499/2225-7357-2019-8-4-9-14