

© ЗИМАТКИН С.М., МАРКОВЕЦ Н.И., 2016

СРАВНИТЕЛЬНАЯ АНАТОМИЯ ПЕЧЕНИ И ЖЕЛЧЕВЫВОДЯЩИХ ПУТЕЙ ЧЕЛОВЕКА И КРЫСЫ

ЗИМАТКИН С.М., МАРКОВЕЦ Н.И.

УО «Гродненский государственный медицинский университет», г. Гродно, Республика Беларусь

Вестник ВГМУ. – 2016. – Том 15, №3. – С. 18-23.

COMPARATIVE ANATOMY OF THE LIVER AND BILE DUCTS OF HUMANS AND RATS

ZIMATKIN S.M., MARKAVETS N.I.

Educational Establishment «Grodno State Medical University», Grodno, Republic of Belarus

Vestnik VGMU. 2016;15(3):18-23.

Резюме.

Обзор посвящен сравнительному анализу анатомии печени и желчевыводящих путей человека и крысы, а также установлению особенностей их органо- и гистогенеза. В морфогенезе печени и желчевыводящих путей крысы в течение пренатального развития имеют место сходные с человеком закономерные стадии образования органа, непрерывно переходящие одна в другую. Несмотря на относительно большую массу печени, большее количество долей печени и отсутствие желчного пузыря у крыс, показано, что микроскопическая организация печени и цитофизиологические особенности гепатоцитов крысы и человека принципиально не отличаются. В обзоре приведены данные, доказывающие гомологичность печени и желчевыводящих путей человека и крысы, что является основанием для экстраполяции на человека результатов экспериментальных исследований на лабораторных крысах.

Ключевые слова: печень, желчевыводящие пути, желчный пузырь, крыса.

Abstract.

This review is devoted to the comparative analysis of anatomy of the liver and biliary tract of human beings and rats, as well as the determination of the specificity of their organohistogenesis. In the morphogenesis of the liver and biliary tract in rats during their prenatal development the formation periods similar to those in the human body take place which are continuously passing one into another. Despite the relatively large mass of the liver, the greater number of hepatic lobules and the absence of the gallbladder in rats show that microscopic organization of the liver and cytophysiological hepatocytes peculiarities of rats and human beings do not differ fundamentally. The review presents data demonstrating the homology of the liver and biliary tract of human beings and rats, which is the basis for extrapolation of the results of the experimental studies on laboratory rats onto humans.

Key words: liver, bile ducts, gallbladder, rat.

Болезни печени и желчевыводящих путей широко распространены в современном обществе и являются важной проблемой практической медицины [1, 2]. Существенный вклад в эту патологию вносит желчнокаменная болезнь: от 10 до 15% людей в промышленно развитых странах, 20% европейцев и около 50% американских индейцев страдают этим заболеванием [3, 4].

Печень – жизненно важный орган, выполняющий множество важных функций, в

частности совместно с желчевыводящими путями обеспечивает выведение в кишечник физиологически важного секрета гепатоцитов – желчи [5].

При моделировании на животных патологии печени и желчевыводящих путей человека часто используют лабораторных крыс [6 - 10]. Для экстраполяции полученных экспериментальных данных на человека необходимо глубокое понимание морфофункциональных особенностей печени и желчевыводящих пу-

тей у крысы, особенностей их гисто- и органо-генеза, начиная от эмбрионального периода развития и заканчивая взрослым животным и человеком.

Этапы развития печени

Зачаток печени и желчевыводящих путей человека возникает в конце 3-й недели эмбриогенеза в виде утолщения энтодермы первичной кишки, называемого «печеночным полем». Далее образуется печеночный дивертикул, который подразделяется на 2 неравные части: большая – краниальный отдел, меньшая – каудальный отдел, из которых в дальнейшем, соответственно, развиваются печень с печеночным протоком и желчный пузырь с его протоком [10 - 13]. У зародышей крысы в конце 10-х суток в энтодерме кишечной трубки образуется утолщение, клетки которого митотически делятся и на 14-е сутки эмбриогенеза погружаются в вентральную брыжейку по направлению к сердцу, формируя печеночный дивертикул [9, 14]. По степени дифференцировки среди эпителиальных элементов зачатка у человека и крысы можно выделить клетки гепато- и холангиообластического дифференцирования. Холангиобласты и холангиоциты контактируют с мезенхимными и фибробластоподобными клетками развивающихся прослоек соединительной ткани и крупных кровеносных сосудов [10-13].

В раннем постнатальном развитии у крыс (первые 14 суток) наибольший вклад по сравнению с другими периодами вносят пролиферация и гипертрофия клеток, которая обусловлена увеличением числа и размеров органелл вследствие интенсификации функции печени. Заметный вклад в увеличение массы печени с 15-е по 60-е сутки после рождения вносит полиплоидизация и пролиферация гепатоцитов. Гемопоэтическая функция печени характерна для раннего периода ее развития, а к моменту рождения осуществляется переход в основном на медуллярный путь кроветворения [15]. Характерной особенностью эмбриональной печени в первой половине эмбриогенеза является наличие многочисленных очагов кроветворения. В последнюю неделю эмбриогенеза происходит постепенное замещение сетчатой структуры печени на дольчатую, при этом происходят существенные изменения как в строении, так и в цитохимии паренхиматоз-

ных клеток [11]. Дифференцировка гепатоцитов и холангиоцитов у крыс заканчивается в постнатальном периоде на 50-60 сутки [10]. У человека формирование окончательной структуры печеночных долек заканчивается к 8-10 годам [16].

Анатомия печени и желчевыводящих путей

Печень у человека расположена непосредственно под диафрагмой, в верхней части брюшной полости справа, так что лишь сравнительно небольшая часть органа у взрослого заходит влево от срединной линии; у новорожденного она занимает большую часть брюшной полости. Масса печени взрослого 1,5-2 кг, что составляет 2-3% массы человека. В печени человека различают две доли: правую и меньшую, левую, которые на диафрагмальной поверхности отделены друг от друга серповидной связкой печени. Каждая доля печени поделена на секторы, которые, в свою очередь, разделяются на сегменты [17]. Таким образом, орган разделен на две доли, 5 секторов и 8 сегментов. На печени различают 2 поверхности и 2 края. Верхняя, или, точнее, передневерхняя, поверхность выпукла соответственно вогнутости диафрагмы, к которой она прилежит; нижняя поверхность обращена вниз и назад и несет на себе ряд вдавлений от других органов брюшной полости, к которым она прилежит. Верхняя и нижняя поверхности отделяются друг от друга острым нижним краем. Другой край печени, верхнезадний, напротив, настолько тупой, что его можно рассматривать как заднюю поверхность печени [17, 18] (рис. 1).

Внутрипеченочные протоки долей печени, сливаясь, образуют левый и правый печеночный протоки. Они соединяются и образуют общий печеночный проток, соединяющий систему желчных протоков с желчным пузырем. После соединения общего печеночного и пузырного протоков образуется общий желчный проток [17, 18]. Общий желчный проток впадает в двенадцатиперстную кишку (наиболее часто в средней трети нисходящей ее части), притом не просто в стенку кишки, а в центр особого сосочкообразного выбухания (фатеров сосок). Перед этим в большинстве случаев (около 75%) конечная часть общего желчного протока соединяется с главным протоком под-

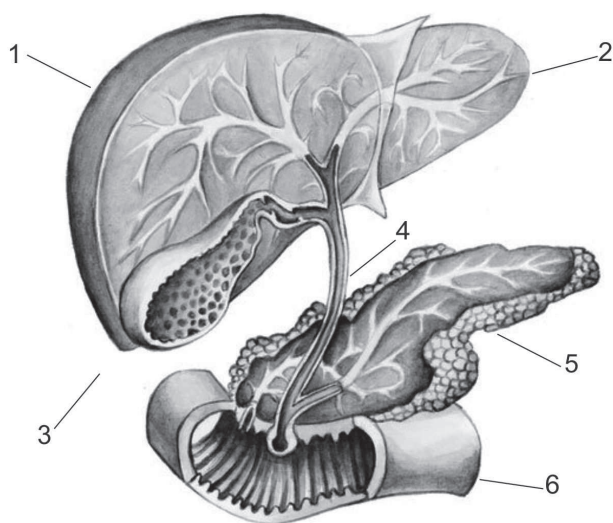


Рисунок 1 – Печень человека: 1 – правая доля, 2 – левая доля, 3 – желчный пузырь, 4 – общий желчный проток, 5 – поджелудочная железа, 6 – двенадцатиперстная кишка.

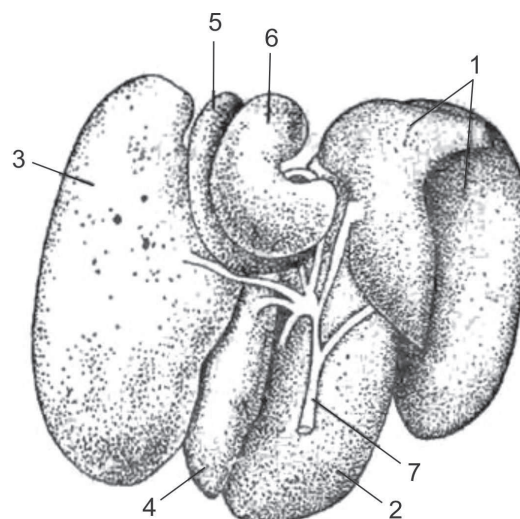


Рисунок 2 – Печень белой крысы (вид сзади): 1 – правая боковая, 2 – правая центральная, 3 – левая боковая, 4 – левая центральная, 5 – хвостатая, 6 – добавочная (срединная) доля печени, 7 – общий желчный проток.

желудочной железы. В месте их слияния образуется печеночно-поджелудочная ампула, в которой происходит смешивание желчи и панкреатического сока, что имеет определенное физиологическое значение. Иногда общий желчный и панкреатический протоки не сливаются и не образуют ампулу, а открываются на большом дуоденальном сосочке отдельными отверстиями; возможны и другие варианты (например, слияние общего желчного протока с добавочным протоком поджелудочной железы) [18-20]. Печень человека выделяет в сутки 250-1000 мл желчи [21, 22].

Желчный пузырь — часть желчевыделительной системы человека, небольшой полый орган, служащий для накопления желчи в межпищеварительный период, ее концентрирования и выделения во время приема пищи и пищеварения. Он представляет собой тонкостенный грушевидный мешок (его размеры весьма вариabельны – длина 5-14 см, наибольший диаметр 3,5-4 см), вмещающий около 30-70 мл желчи.

Следует отметить, что все отделы желчевыделительной системы человека анатомически весьма вариabельны (число печеночных протоков, длина отдельных участков, места соединения, расположение и т.д.) [17, 18].

Масса печени крысы составляет от 6,5 г (у крыс массой 150 г) до 10-12 г (у крыс массой 250 г), что составляет 4-6% массы животного.

Это округлый с неправильными очертаниями орган красно-коричневого цвета, самый крупный в брюшной полости. Большая часть органа находится в правом подреберье. Различают краниальную (диафрагмальную) поверхность печени и каудальную (висцеральную) поверхность, соприкасающуюся с желудком. В центре висцеральной поверхности расположены ворота печени – участок вхождения сосудов, нервов и выхода печеночных протоков. Печень посредством междолевых вырезов подразделяется на шесть долей: правую (боковую и центральную), левую (боковую и центральную), хвостовую и добавочную [7, 23] (рис. 2).

Добавочная (срединная) доля печени крысы расположена наиболее краниально. Правая доля печени больше, краниально прилежит к срединной доле, каудально – к двенадцатиперстной кишке. Левая доля печени самая крупная, каудальным краем прилежит к желудку, вентральнее ее располагается хвостатая доля. Хвостатая доля самая маленькая, расположена вокруг пищевода, прилежит к срединной и левой долям [7, 9, 23].

От каждой доли отходит печеночный проток, они сливаются и образуют общий желчный проток. Последний проток полупрозрачный, шириной около 1 мм, идет от ворот печени, где он принимает печеночные протоки от долей печени, проходит через ткань подже-

лудочной железы в нескольких миллиметрах ниже двенадцатиперстной кишки и впадает в ее каудальный конец. В общий желчный проток впадают многочисленные выводные протоки поджелудочной железы [7, 9, 14].

Печень крысы вырабатывает и выделяет за сутки в среднем 11,6 мл желчи. Печеночная желчь имеет рН 8,3 [7, 9, 14, 23]. Характерным отличием желчевыведительной системы крысы является отсутствие желчного пузыря, поэтому образующаяся в печени желчь не депонируется, а сразу поступает в кишечник. Кроме того, у крыс имеются особенности в образовании желчи, обмене билирубина, процессах регенерации печени [8]. Крысы способны регидроксилировать литохолевую кислоту в ди- и тригидроксижелчные кислоты, чего не наблюдается у людей [7, 24].

Микроструктура печени

Микроскопическая организация печени человека и крысы очень похожа [25]. Строма образована соединительнотканной капсулой, покрывающей орган снаружи и плотно сращенной с висцеральным листком брюшины. Отходящие от капсулы прослойки соединительной ткани разделяют паренхиму органа на дольки, являющиеся его структурными и функциональными единицами. Классические печеночные дольки в печени имеют форму шестигранных призм размером до 1,5 мм; количество долек в органе достигает 500 тысяч. У крыс и человека на гистологических препаратах классические дольки не имеют четких границ, но об их наличии и очертаниях можно судить по расположению центральной вены и портальных зон [26, 27].

Гепатоциты человека и крысы имеют неправильную многоугольную форму и составляют 60% всех клеточных элементов печени. Диаметр их достигает 20-25 мкм. Многие из них (до 20% в печени человека) содержат два ядра и больше. Гепатоциты крыс и человека имеют полигональную форму, границы их хорошо различимы даже на окрашенных гематоксилином и эозином препаратах. Интересно, что гепатоциты крысы значительно крупнее, чем у человека [28].

Сравнительный цитологический анализ печеночной паренхимы позвоночных, проведенный в последние годы, показал, что электронно-микроскопическая организация и ци-

тофизиологические особенности гепатоцитов крысы и человека принципиально не отличаются [8, 10, 14, 25].

Известно, что различные отделы печеночной дольки выполняют неодинаковые функции. При этом выделяют два функциональных поля – центральное (перивенозное) и периферическое (перипортальное). На основании гистохимических и электронно-микроскопических исследований введено понятие о гетерогенности, разнородности гепатоцитов в дольке. Из-за особенностей кровоснабжения в печеночной дольке гепатоциты находятся в неравных условиях: клетки периферии долек получают кровь, более оксигенированную и содержащую больше питательных веществ. Соответственно, у этих клеток лучше развиты органеллы и выше активность различных ферментов. Поэтому выше и способность противостоять действию неблагоприятных факторов. Под влиянием последних обычно в первую очередь поражаются клетки центральных отделов долек [12, 29, 30]. По этим параметрам печень крысы и человека также сходны.

Заключение

Таким образом, несмотря на очевидные различия размеров и формы органа, приведенные выше данные подтверждают гомологичность строения печени и желчевыводящих путей человека и крысы (за исключением желчного пузыря), а также схожую динамику морфологических преобразований органа на протяжении эмбриогенеза, что позволяет использовать данное экспериментальное животное для изучения закономерностей развития печени и моделирования разных заболеваний и патологических состояний человека.

Литература

1. Бабак, О. Я. Синдром холестаза: что нужно знать каждому врачу / О. Я. Бабак // Укр. терапевт. журн. – 2005. – № 3. – С. 4–22.
2. Вовк, Е. И. Желчнокаменная болезнь в XXI веке: что нового? / Е. И. Вовк // Лечащий врач. – 2011. – № 2. – С. 58–65.
3. Konikoff, F. Gallstones – approach to medical management / F. Konikoff // Med. Gen. Med. – 2003 Oct. – Vol. 5, N 4. – P. 8.
4. Intrahepatic cholestasis of pregnancy: molecular pathogenesis, diagnosis and management / F. Lammert [et al.] // J. Hepatol. – 2000 Dec. – Vol. 33, N 6. – P. 1012–1021.

5. Lichtenstein, D. Hepatobiliary complications of inflammatory bowel disease / D. Lichtenstein // *Curr. Gastroenterol. Rep.* – 2011 Oct. – Vol. 13, N 5. – P. 495–505.
6. Максимова, Л. А. Пригодность некоторых видов лабораторных животных для моделирования холестатических поражений печени / Л. А. Максимова [и др.] // *Лабораторные животные в медицинских исследованиях* : тез. докл. конф., 3–4 окт. 1974 г. – М., 1974. – С. 142–144.
7. *Лабораторные животные. Разведение, содержание, использование в эксперименте* / И. П. Западнюк [и др.]. – Киев : Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 383 с.
8. Регенерация печени белых крыс при холестазах / Д. В. Дзидзигури [и др.] // *Цитология.* – 2004. – Т. 46, № 5. – С. 411–415.
9. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских технологиях / под ред. Н. Н. Каркищенко, С. В. Грачева. – М. : Профиль-2С, 2010. – 358 с.
10. *Руководство по гистологии* : в 2 т. Т. 2 / под ред. К. Данилова. – СПб. : СпецЛит, 2011. – 512 с.
11. Верин, В. К. Дифференцировка гепатоцитов и холангиоцитов в эмбриональном и постнатальном периоде онтогенеза крыс / В. К. Верин // *Архив анатомии, гистологии и эмбриологии.* – 1982. – Т. 82, № 2. – С. 106–114.
12. Никитюк, Б. А. *Морфология человека* : учеб. пособие / Б. А. Никитюк, В. П. Чтецова. – 2-е изд. – М. : Изд-во МГУ, 1990. – 344 с.
13. *Гистология, цитология и эмбриология* : учеб. для студентов мед. вузов / под ред. Ю. И. Афанасьева, Н. А. Юриной. – М. : Медицина, 2002. – 744 с.
14. Ноздрачев, А. Д. *Анатомия крысы (Лабораторные животные)* / А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков. – СПб. : Лань, 2001. – 464 с.
15. Experimental obstructive cholestasis: the wound-like inflammatory liver response / M.-A. Aller [et al.] // *Fibrogenesis Tissue Repair.* – 2008 Nov. – Vol. 1, N 1. – P. 6.
16. Леонтьев, А. С. *Основы возрастной гистологии* : учеб. пособие / А. С. Леонтьев, Б. А. Слука. – Мн. : Выш. шк., 2000. – 416 с.
17. Зуфаров, К. А. Структурные особенности печени при нарушении ее экскреторной функции / К. А. Зуфаров, А. Ф. Садриддинов // *Морфология.* – 1993. – Т. 105, № 10. – С. 81.
18. Привес, М. Г. *Анатомия человека* / М. Г. Привес, Н. К. Лысенков, В. И. Бушкович. – СПб. : Издательский дом СПбМАПО, 2006. – 720 с.
19. Esteller, A. Physiology of bile secretion / A. Esteller // *J. World. Gastroenterol.* – 2008 Oct. – Vol. 14, N 37. – P. 5641–5649.
20. Wang, D. Q.-H. The biliary system / D. Q.-H. Wang, B. A. Neuschwander-Tetri, P. Portincasa. – Florida, US : Morgan & Claypool Life Sciences, 2012. – 156 p.
21. Иванченкова, Р. А. Генетические аспекты желчеобразования / Р. А. Иванченкова, В. П. Гаценко, Е. Р. Атькова // *Эксперим. и клин. гастроэнтерология.* – 2009. – № 3. – С. 56–63.
22. Flörkemeier, V. *Cholestatic Liver Disease* / V. Flörkemeier. – Freiburg : Dr. Falk Pharma GmbH, 2006. – 112 p.
23. Гамбарян, П. П. *Крыса* : учеб. пособие для ун-тов / П. П. Гамбарян, Н. М. Дукельская. – М. : Совет. наука, 1955. – 255 с.
24. Морфология печени при CCl₄-индуцированном циррозе под влиянием фотодинамической терапии / А. В. Могилевец [и др.] // *Проблемы здоровья и экологии.* – 2015. – № 1. – С. 71–75.
25. Лебедева, Е. И. Сравнительная морфофункциональная характеристика печени белых крыс и человека при алкогольном циррозе / Е. И. Лебедева, О. Д. Мяделец // *Новости мед.-биол. наук.* – 2015. – Т. 12, № 3. – С. 97–106.
26. Усынин, И. Ф. Адаптивная роль функциональной гетерогенности гепатоцитов / И. Ф. Усынин // *Бюл. СО РАМН.* – 2007. – № 5. – С. 17–23.
27. New insights into functional aspects of liver morphology / D. E. Malarkey [et al.] // *Toxicol. Pathol.* – 2005. – Vol. 33, N 1. – P. 27–34.
28. Лебедева, Е. И. Морфофункциональная характеристика печени белых крыс в норме / Е. И. Лебедева, О. Д. Мяделец, В. С. Прудников // *Учен. зап. Витеб. ордена «Знак Почета» гос. акад. ветеринар. медицины.* – 2015. – Т. 51, вып. 1, ч. 1. – С. 80–83.
29. Серов, В. В. *Ультрасруктурная патология* / В. В. Серов, В. С. Пауков. – М. : Медицина, 1975. – 432 с.
30. Хэм, А. *Гистология* : в 5 т. / А. Хэм, Д. Кормак. – М. : Мир, 1983. – Т. 4. – 245 с.

Поступила 27.05.2016 г.

Принята в печать 16.06.2016 г.

References

1. Babak OYa. Sindrom kholestaza: chto nuzhno znat' kazhdomu vrachu [Cholestasia syndrome: what each doctor needs to know]. *Ukr Terapevt Zhurn.* 2005;(3):4-22.
2. Vovk EI. Zhelchnokamennaia bolezn' v KhKhI veke: chto novogo? [Cholelithiasis in the XXI century: any news?] *Lechashchii Vrach.* 2011;(2):58-65.
3. Konikoff F. Gallstones – approach to medical management. *Med Gen Med.* 2003 Oct;5(4):8.
4. Lammert F, Marschall HU, Glantz A, Matern S. Intrahepatic cholestasis of pregnancy: molecular pathogenesis, diagnosis and management. *J Hepatol.* 2000 Dec;33(6):1012-21.
5. Lichtenstein D. Hepatobiliary complications of inflammatory bowel disease. *Curr Gastroenterol Rep.* 2011 Oct;13(5):495-505.
6. Maksimova LA, Zaltsmane VK, Kartashova OYa, Mayore AYа, Saldava LA, Sondore VYa, Raytsic AB. Prigodnost' nekotorykh vidov laboratornykh zhyvotnykh dlia modelirovaniia kholestatischeikh porazhenii pecheni [Suitability of some species of laboratory animals for modeling of cholestatic lesions of a liver]. V: *Laboratornye zhyvotnye v meditsinskikh issledovaniakh: tez dokl konf 3–4 okt 1974 g.* Moscow, RF; 1974. P. 142-4.
7. Zapadnyuk IP, Zapadnyuk VI, Zakhariya EA, Zapadnyuk BV. *Laboratornye zhyvotnye. Razvedenie, sodержanie, ispol'zovanie v eksperimente* [Laboratory animals.

- Delution, maintenance, use in experiment]. Kiev, Ukraine: Vishcha shkola. Golovnoe izd-vo; 1983. 383 p.
8. Dzidziguri DV, Bakuradze ED, Kakhidze IG, Megrelishvili GZ, Kordzaia DD. Regeneratsiia pecheni belykh krysh pri kholestaze [Neogenesis of a liver of white rats at a cholestasia]. *Tsitologiya*. 2004;46(5):411-5.
 9. Karkishchenko NN, Grachev SV, red. Rukovodstvo po laboratornym zhivotnym i al'ternativnym modeliam v biomeditsinskikh tekhnologiiakh [The guide to laboratory animals and alternative models in biomedical technologies]. Moscow, RF: Profil'-2S; 2010. 358 p.
 10. Danilov K, red. Rukovodstvo po gistologii [Guide to a histology]: v 2 t. T. 2. Saint-Petersburg, RF: SpetsLit; 2011. 512 p.
 11. Verin VK. Differentsirovka gepatotsitov i kholangiotsitov v embrional'nom i postnatal'nom periode ontogeneza krysh [Differentiation of hepatocytes and cholangiocytes in the fetal and post-natal period of an ontogenesis of rats]. *Arkhiv Anatomii Gistologii Embriologii*. 1982;82(2):106-14.
 12. Nikityuk BA, Chtetsova VP. Morfologiya cheloveka [Morphology of the person]: ucheb posobie. 2-e izd. Moscow, RF: Izd-vo MGU; 1990. 344 p.
 13. Afanasyev YuI, Yurina NA, red. Gistologiya, tsitologiya i embriologiya [Histology, cytology and fetology]: ucheb dlia studentov med vuzov. Moscow, RF: Meditsina; 2002. 744 p.
 14. Nozdrachev AD, Polyakov EL. Anatomiya krysy (Laboratornye zhivotnye) [Anatomy of a rat (Laboratory animals)]. Saint-Petersburg, RF: Lan'; 2001. 464 p.
 15. Aller MA, Arias JL, Garcia-Dominguez J, Arias JJ, Durán M, Arias J. Experimental obstructive cholestasis: the wound-like inflammatory liver response. *Fibrogenesis Tissue Repair*. 2008 Nov;1(1):6.
 16. Leontyuk AS, Sluka BA. Osnovy vozrastnoi gistologii [Fundamentals of age histology]: ucheb posobie. Minsk, RB: Vysh shk; 2000. 416 p.
 17. Zufarov KA, Sadridinov AF. Strukturnye osobennosti pecheni pri narushenii ee ekskretornoj funktsii [Structural features of a liver at disturbance of its excretory function]. *Morfologiya*. 1993;105(10):81.
 18. Prives MG, Lysenkov NK, Bushkovich VI. Anatomiya cheloveka [Human anatomy]. Saint-Petersburg, RF: Izdatel'skii dom SPbMAPO; 2006. 720 p.
 19. Esteller A. Physiology of bile secretion. *World J Gastroenterol*. 2008 Oct;14(37):5641-9.
 20. Wang D Q-H, Neuschwander-Tetri BA, Portincasa P. The biliary system. Florida, US: Morgan & Claypool Life Sciences; 2012. 156 p.
 21. Ivanchenkova RA, Gatsenko VP, Atkova ER. Geneticheskie aspekty zhelcheobrazovaniia [Genetic aspects of biliation]. *Ekspirim Klin Gastroenterologiya*. 2009;(3):56-63.
 22. Flörkemeier V. Cholestatic Liver Disease. Freiburg: Dr Falk Pharma GmbH; 2006. 112 p.
 23. Gambaryan PP, Dukelskaya NM. Krysa [Rat]: ucheb posobie dlia un-tov. Moscow, RF: Sovet nauka; 1955. 255 p.
 24. Mogilevets EV, Garelik PV, Zimatkin SM, Anufrik SS, Prokopchik NI. Morfologiya pecheni pri CCl4-indutsirovannom tsirroze pod vlianiem fotodinamicheskoi terapii [Liver morphology at the CCl4-induced cirrhosis under the influence of photodynamic therapy]. *Problemy Zdorov'ia Ekologii*. 2015;(1):71-5.
 25. Lebedeva EI, Myadelets OD. Sravnitel'naia morfofunktsional'naia kharakteristika pecheni belykh krysh i cheloveka pri alkohol'nom tsirroze [The comparative morfofunktsionalny characteristic of a liver of white rats and the person at an alcoholic cirrhosis]. *Novosti Med-Biol Nauk*. 2015;12(3):97-106.
 26. Usynin IF. Adaptivnaia rol' funktsional'noi heterogenosti gepatotsitov [Adaptive role of functional heterogeneity of hepatocytes]. *Biul SO RAMN*. 2007;(5):17-23.
 27. Malarkey DE, Johnson K, Ryan L, Boorman G, Maronpot RR. New insights into functional aspects of liver morphology. *Toxicol Pathol*. 2005;33(1):27-34.
 28. Lebedeva EI, Myadelets OD, Prudnikov VS. Morfofunktsional'naia kharakteristika pecheni belykh krysh v norme [The Morfofunktsionalny characteristic of a liver of white rats is normal]. *Uchen Zap Viteb Ordena Znak Pocheta Gos Akad Veterinar Meditsiny*. 2015;51(vyp 1, ch 1):80-3.
 29. Serov VV, Paukov VS. Ul'trastrukturnaia patologiya [Ultrastructural pathology]. Moscow, RF: Meditsina; 1975. 432 p.
 30. Khem A, Kormak D. Gistologiya [Histology]: v 5 t. Moscow, RF: Mir; 1983. T 4. 245 p.

Submitted 27.05.2016

Accepted 16.06.2016

Сведения об авторах:

Зиматкин С.М. – д.б.н., профессор, заведующий кафедрой гистологии, цитологии и эмбриологии УО «Гродненский государственный медицинский университет»;

Марковец Н.И. – ассистент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии УО «Гродненский государственный медицинский университет».

Information about authors:

Zimatkin S.M. – Doctor of Biological Sciences, professor, head of the Chair of Histology, Cytology & Embryology, Educational Establishment «Grodno State Medical University»;

Markovets N.I. – teacher of the Chair of Histology, Cytology & Embryology, Educational Establishment «Grodno State Medical University».

Адрес для корреспонденции: Республика Беларусь, 230009, г. Гродно, ул. Горького, 80, УО «Гродненский государственный медицинский университет», кафедра гистологии, цитологии и эмбриологии. E-mail: smzimatkina@mail.ru – Зиматкин Сергей Михайлович.

Correspondence address: Republic of Belarus, 230009, Grodno, 80 Gorky str., Educational Establishment «Grodno State Medical University», Chair of Histology, Cytology & Embryology. E-mail: smzimatkina@mail.ru – Zimatkin S.M.