

Особенности топографии желчного пузыря у женщин с различными типами телосложения и абдоминальным ожирением

Е.М. ТРУНИН¹, А.И. ЩЁГОЛЕВ¹, Б.В. СИГУА¹, Е.В. САДЫКОВА², А.ЗАХАРОВА²

Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация¹

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова, ул. Профессора Попова, д. 52, г. Санкт-Петербург, 197376, Российская Федерация²

Актуальность Распространенность желчнокаменной болезни и значительные затраты общества на ее лечение являются одной из проблем современной медицины. До 10-15% взрослого населения страдают данным заболеванием. Ежегодно в России регистрируется 800000 новых случаев желчнокаменной болезни (ЖКБ). Особую трудность в лечении представляют пациенты с абдоминальным ожирением III ст, так как увеличение толщины слоя подкожной жировой клетчатки ведёт к появлению значительных технических трудностей во время оперативного вмешательства, увеличивает объём оперативной травмы и ухудшает результаты лечения данной категории больных.

Цель исследования Уточнить особенности топографии у женщин с различными типами телосложения страдающих абдоминальным ожирением.

Материалы и методы В статье описаны результаты прижизненного топографо-анатомического исследования желчного пузыря (по результатам спиральной компьютерной томографии и 3D-моделирования) у лиц женского пола с различными типами телосложения в условиях абдоминального ожирения

Результаты и их обсуждение Произведена оценка визуализации (по результатам спиральной компьютерной томографии) анатомических структур брюшной стенки и органов брюшной полости, находящихся в правом подреберье у лиц женского пола в зависимости от типа телосложения и наличия абдоминального ожирения. Предложенная методика 3D-моделирования позволяет провести математические измерения, которые могут послужить основой для расчёта критериев оптимального оперативного доступа при выполнении холецистэктомии.

Выводы Наличие абдоминального ожирения не вызывает изменений в топографо-анатомических характеристиках желчного пузыря, однако глубина его расположения существенно увеличивается из-за значительного увеличения толщины подкожной жировой клетчатки.

Ключевые слова желчный пузырь, тип телосложения, абдоминальное ожирение.

Characteristic Features of Gall Bladder Topography in Women of Different Somatotypes and those with Abdominal Obesity

Е.М. TRUNIN¹, А.И. SHCHEGOLEV¹, B.V. SIGUA¹, E.V. SADYKOVA², A. ZAKHAROVA²

North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41, Kirochnaya str., Saint-Petersburg, 191015, Russian Federation¹

St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ulyanov, 5, Professora Popova str., Saint-Petersburg, 197376, Russian Federation²

Relevance Prevalence of cholelithiasis and significant public costs of the treatment is among the problems of modern medicine. Up to 10 - 15% adults have this disease. 800000 new cases of cholelithiasis are recorded in Russia annually. patients with Grade III abdominal obesity are especially difficult to treat, as increased subcutaneous fat thickness causes significant technical difficulties emerging during surgery, increases the extent of operative injury and worsen the treatment outcomes in this category of patients.

Purpose of the study To improve the outcomes of surgical treatment of cholelithiasis in patients with abdominal obesity by decreasing the extent of surgical injury during surgical approach to the gallbladder.

Materials and methods The article describes the results of intravital topographic anatomical examination of the gallbladder (based on results of spiral computed tomography and 3D modeling) in women of different somatotypes in the setting of abdominal obesity.

Results and their discussion We evaluated anatomical structures of the abdominal wall and abdominal organs located in the right hypochondrium of females based on somatotypes and presence of abdominal obesity. Suggested 3D modeling method allows performing mathematical measuring which might be a basis for derivation of criteria of optimal surgical approach during cholecystectomy.

Conclusions The presence of abdominal obesity does not cause changes in topographic anatomical characteristics of the gallbladder; however it is located substantially deeper due to significant increase in subcutaneous fat thickness.

Key words Gallbladder; somatotype, abdominal obesity.

Наличие конкрементов в желчном пузыре является показанием для оперативного лечения, направленного на устранение последствий холелитиаза и восстановление пассажа желчи по внепеченочным желчным путям [3, 8].

На сегодняшний день используется несколько видов оперативного доступа для выполнения холецистэктомии: традиционная лапаротомия, эндовидеохирургические способы доступа и минилапаротомия. Лапароскопическая методика признана наиболее эффективной и безопасной [5,6], однако существуют ситуации, когда лапароскопия невозможна: отсутствие технического обеспечения, обученного персонала, наличие у пациента противопоказаний для использования этой методики или сочетание этих факторов [4]. Альтернативой лапароскопической методике является минилапаротомия, которая позволяет выполнить холецистэктомии и вмешательство на внепеченочных желчных протоках [1,2,10,11]. Она менее травматична по сравнению с традиционной лапаротомией из-за меньшего повреждения тканей переднебоковой брюшной стенки и не имеет противопоказаний, описанных для эндовидеохирургических методик оперативных вмешательств [7,9]. Предложено большое количество способов минилапаротомии, однако наиболее часто выполняется трансректальная минилапаротомия с использованием хирургического набора («миниассистент»), разработанного М.И. Прудковым [11].

Одной из особенностей минилапаротомии является такое расположение разреза на брюшной стенке, которое обеспечивает кратчайшее расстояние от поверхности тела до желчного пузыря [8]. Однако до сих пор отсутствуют чёткие анатомические ориентиры и алгоритм выбора места оперативного доступа в зависимости от типа телосложения и наличия абдоминального ожирения, что приводит к техническим трудностям во время операции, вплоть до необходимости конверсии [12, 14, 15].

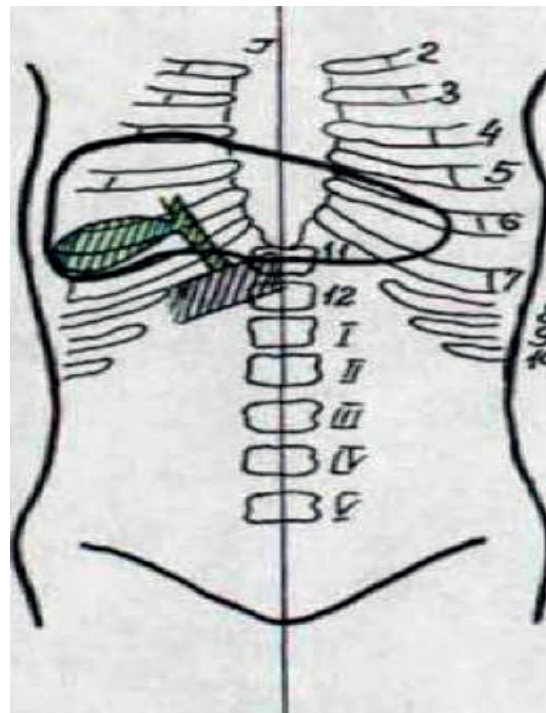


Рис. 1. Схема расположения желчного пузыря у пациентов с астеническим с типом телосложения (1 тип). / Fig. 1. Location of the gallbladder in patients with asthenic somatotype (type 1).

Для улучшения результатов оперативного лечения пациентов с желчнокаменной болезнью и сопутствующим абдоминальным ожирением требуется разработать алгоритм для выбора места для оперативного доступа, основывающийся на методах антропометрии [13] и прижизненной неинвазивной визуализации анатомических структур. Оптимальным методом прижизненной визуализации анатомических ориентиров для планирования оперативного доступа, с нашей точки зрения, является спиральная компьютерная томография (СКТ), который даёт возможность визуализировать, фиксировать в памяти компьютера и производить цифровую обработку всех анатомиче-

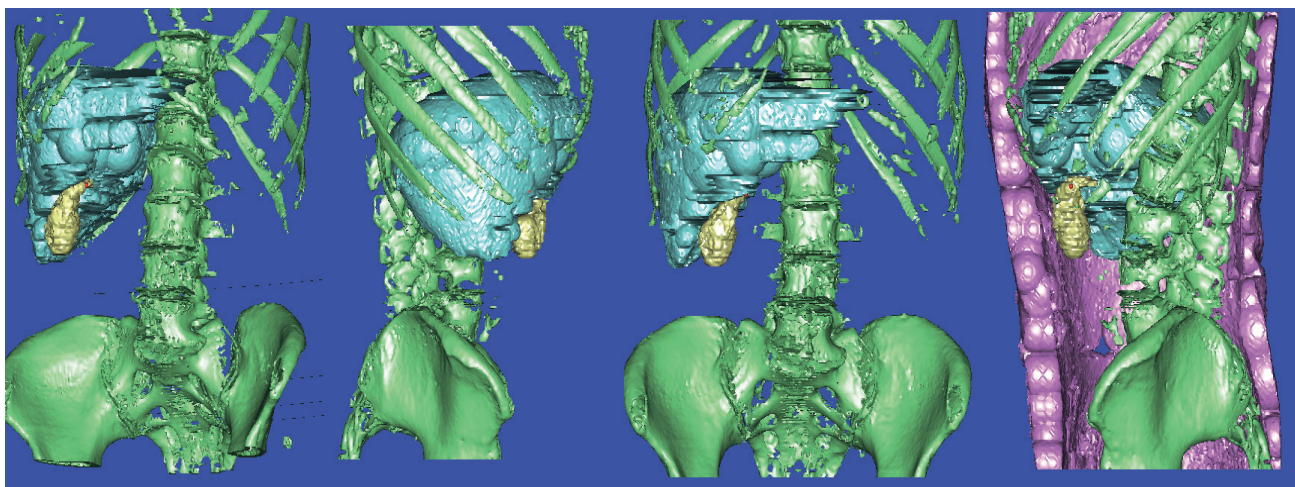


Рис. 2. Пример 3D-моделирования у пациентов астенического типа телосложения (1 тип расположения желчного пузыря). / Fig. 2. Example of 3D modeling in patients with asthenic somatotype (type 1 of the gallbladder location).

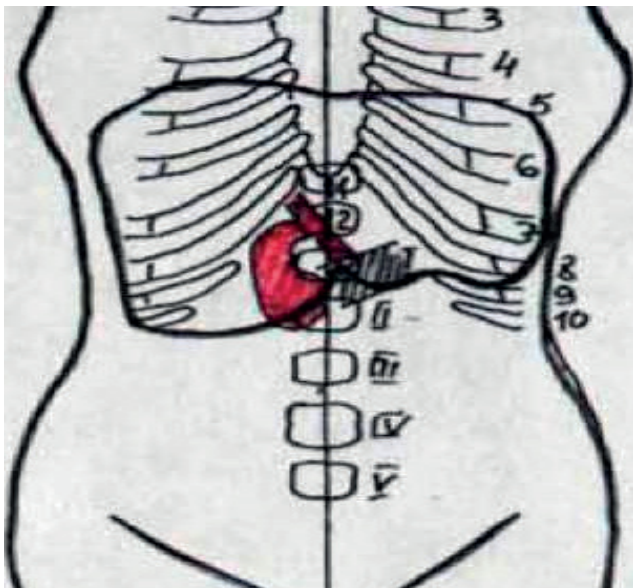


Рис. 3. Схема расположения желчного пузыря у пациентов с астеническим с типом телосложения (2 тип). / Fig. 3. Location of the gallbladder in patients with asthenic somatotype (type 2).

ских объектов в изучаемой области. Полученные в результате 3D-моделирования изображения позволяют достоверно установить пространственное положение и взаиморасположение, анатомических образований, структур и органов в зоне предполагаемого оперативного вмешательства, а также степень их патологических изменений.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили результаты спиральной компьютерной томографии живота 120 женщин, не имевших патологии и не подвергавшихся оперативному вмешательству в изучаемой области. ЖКБ при выполнении СКТ была диагностирована у 14 пациенток, причем у 10 обследованных это заболевание выявлено впервые. Возраст обследованных – от 20 до 75 лет. К группе лиц молодого возраста (18 лет

— 44 года) были отнесены 15% (18) пациенток, среднего возраста (45 лет — 59 лет) – 66% (79), пожилого возраста (60 лет — 74 года) – 8% (10), старческого возраста — 11% (13).

Антропометрические методы исследования

Всем обследованным пациентам выполняли антропометрические измерения: рост, длину нижних конечностей, массу тела, величину межреберного угла, объем талии и бедер, а так же измерение толщины кожной складки в области пупка. Вычисляли индекс массы тела (ИМТ). Для определения типа телосложения по В.Н. Шевкуненко (1935) измеряли рост и длину нижних конечностей пациентов, после чего вычисляли отношение длины нижней конечности к росту: более 55 — астенический тип, от 55 до 50 — нормостенический тип телосложения и менее 50 — гиперстенический тип телосложения. Величину эпигастрального угла определяли следующим образом: ладонные поверхности I-х пальцев кисти плотно прижимали к реберным дугам, а концы их упирали в мечевидный отросток и измеряли угол между пальцами: величина угла до 85° градусов соответствовала астеническому типу телосложения, от 85° до 95° — нормостеническому типу, свыше 95° — гиперстеническому типу. ИМТ определяли по формуле: масса тела в кг/рост² в метрах. Согласно рекомендациям ВОЗ при ИМТ более 30 кг/м² обследованных относили в группу с ожирением. Для подтверждения ожирения измеряли жировую складку на уровне пупка. При толщине складки более 2 см пациента также относили в группу с ожирением. После измерения объема талии (ОТ) и объема бедер (ОБ) определяли индекс абдоминального ожирения по формуле ОТ/ОБ, при величине более 0,85 пациента относили в группу с абдоминальным ожирением.

В результате проведения антропометрических измерений были сформированы три группы обследованных лиц по типу телосложения. В каждой из которой выделены обследуемые с абдоминальным ожирением и без него.

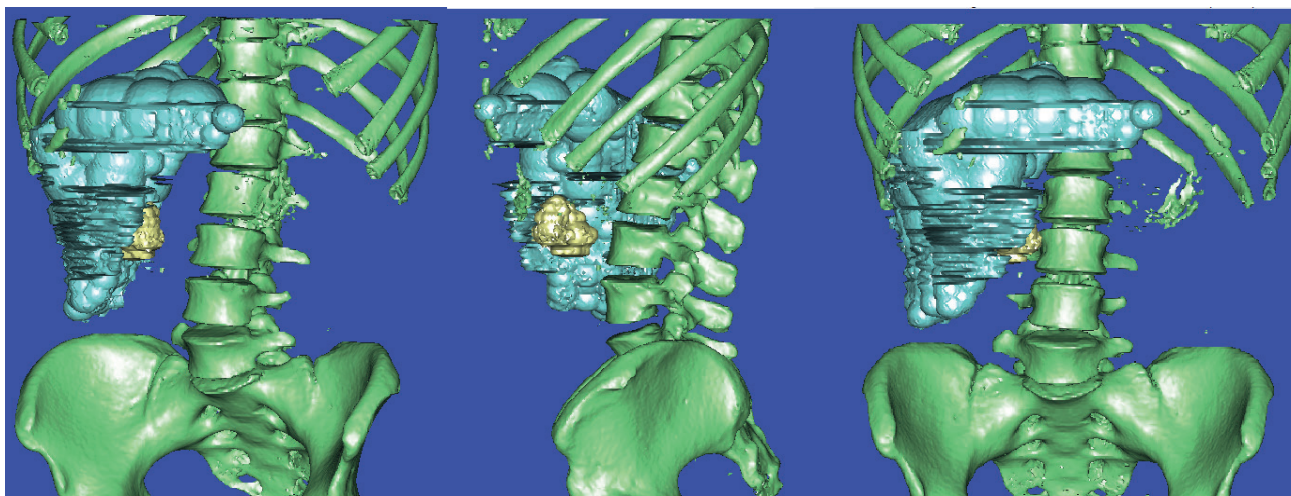


Рис. 4. Пример 3D-моделирования у пациентов астенического типа телосложения (2 тип расположения желчного пузыря). / Fig. 4. Example of 3D modeling in patients with asthenic somatotype (type 2 of the gallbladder location).

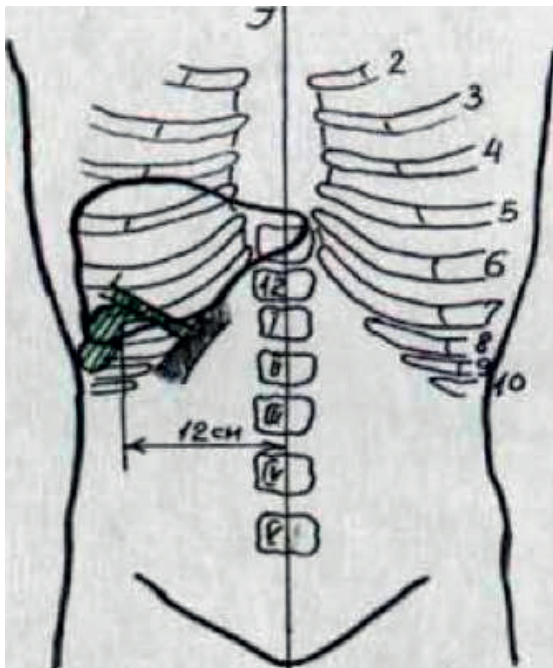


Рис. 5. Схема расположения желчного пузыря у пациентов с гиперстеническим типом телосложения (1 тип). / Fig. 5. Location of the gallbladder in patients with hypersthenic somatotype (type 1).

Пациенты из группы с астеническим типом телосложения характеризовались высоким ростом, относительно коротким туловищем, длинной узкой шеей, длинной и узкой грудной клеткой, эпигастральным углом менее 85° , длинными нижними конечностями. Средний рост составил 185 см, соотношение длины конечности к длине туловища – более 58%. Живот у пациентов этой группы имеет вид яйца, обращенного тупым концом вниз. Пациенты из группы с гиперстеническим типом телосложения характеризовались средним или низким ростом, длинным туловищем, короткой и широкой грудной клеткой, короткими но-

гами, эпигастральный угол от 95° . Средний рост составил 164 см; соотношение длины конечности к длине туловища – менее 50%. Живот в группе пациентов имеет вид яйца, обращенного тупым концом вниз.

Средним между астеническим и гиперстеническим типами телосложения является нормостенический тип телосложения, который характеризуется невысоким ростом, пропорциональным соотношением длины туловища и конечностей, грудной клетки, шеи и нижних конечностей.

Спиральная компьютерная томография и 3D-моделирование

Спиральную компьютерную томографию проводили на компьютерном томографе TOSHIBA. Обработку компьютерных томограмм производили с помощью программы RADIANT.

Спиральную компьютерную томографию выполняли в положении на спине, исследование проводили в кранио-каудальном направлении. Объем исследования – от купола диафрагмы, до входа в малый таз. Шаг исследования (толщина томографического среза) – 5 мм. Оценивали нативную, артериальную и венозную фазы исследования. Проводили внутривенное контрастирование (использовался препарат «Омнипак», объем контрастного вещества – 120-150 мл, скорость введения – 3,0 – 5,0 мл/сек).

Построение 3D-моделей осуществляли с помощью программы MIMICS в несколько этапов («масок»). На первом этапе (создание первой «маски») импортировали изображения в среду 3D-моделирования и определяли их пространственную ориентацию, первоначально производили построение опорно-двигательной системы (костная ткань). Для этой цели выделяли участок изображения соответствующий диапазону +400 HU и выше по шкале Хаунсфилда. Затем создавали «маску», отображающую желчный пузырь. Желчный пузырь имеет диапазон плотности по шкале

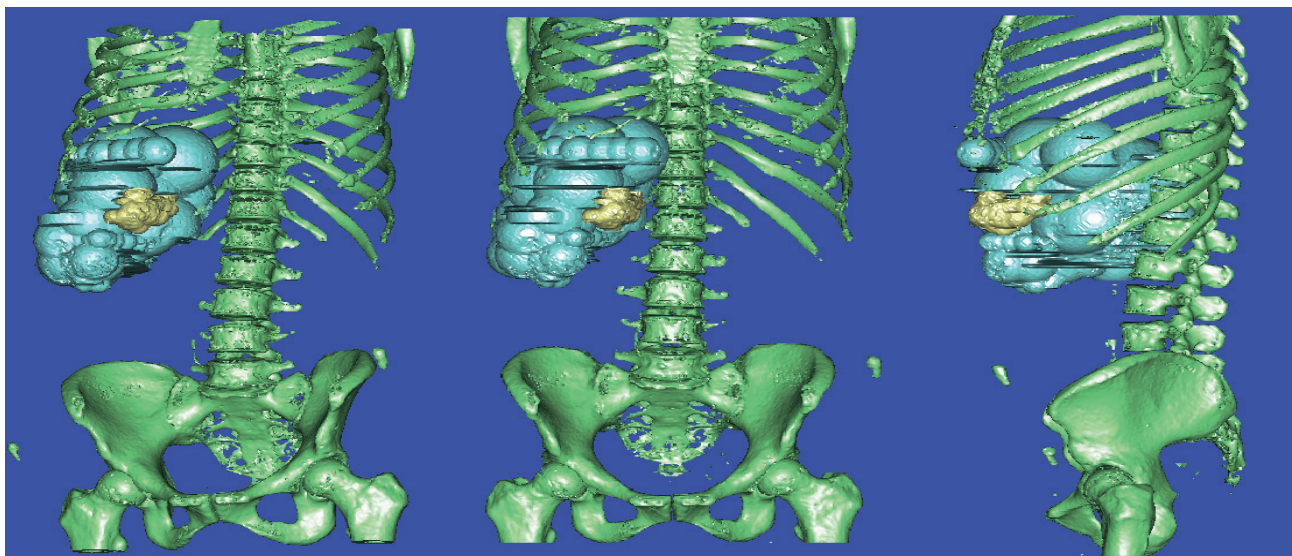


Рис. 6. Пример 3D-моделирования у пациентов гиперстенического типа телосложения (1 тип расположения желчного пузыря). / Fig. 6. Example of 3D modeling in patients with hypersthenic somatotype (type 1 of the gallbladder location).

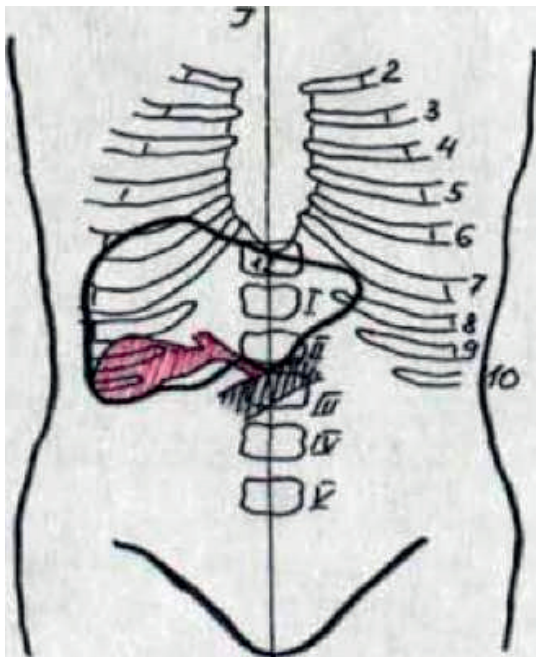


Рис. 7. Схема расположения желчного пузыря у пациентов с гиперстеническим типом телосложения (2 тип). / Fig. 7. Location of the gallbladder in patients with hypersthenic somatotype (type 2).

Хаунсфилда схожий с окружающими мягкими тканями. Поэтому возникала необходимость визуального обнаружения и оценки месторасположения желчного пузыря с последующей его маркировкой (закрашиванием). Аналогично строили «маску» печени. После построения отдельных «масок» опорно-двигательного аппарата, печени и желчного пузыря выполняли их совмещение. Завершающим этапом было формирование «маски» жировой ткани переднебоковой брюшной стенки. Поскольку жировая ткань имеет плотность отличную от плотности внутренних органов, то построение производили по аналогии с построением «маски» опорно-двигательного аппарата (костной ткани). На заключительном этапе формировали 3D-модели путём объединения всех вышеуказанных «масок».

Результаты и их обсуждение

В группу с астеническим типом телосложения были отнесены 10 человек, признаки абдоминального ожирения в этой группе выявлены у одного исследуемого. В рассматриваемой группе выявлено два варианта положения желчного пузыря. В первом варианте (18%) дно пузыря располагалось на уровне XI грудного позвонка, а шейка в проекции X грудного позвонка, на 3–4 см латеральнее передней срединной линии, которая проходит по передней поверхности тела человека в кранио-каудальном направлении и разделяет его на две симметричные части. Во втором варианте дно пузыря было смещено книзу и расположено на уровне II поясничного позвонка, шейка его находилась в проекции XII грудного позвонка, практически на срединной линии - в 27,0 %.

В группу с гиперстеническим типом телосложения отнесены 68 обследованных, признаки абдоминального ожирения были выявлены у 31 пациента (45%). У 43 больных (63%) с гиперстеническим типом телосложения отмечено смещение шейки желчного пузыря относительно срединной линии латерально на 9–12 см. Дно пузыря при его увеличении может располагаться на уровне шейки пузыря или, при малых размерах, смещаться книзу, как правило, не ниже уровня I поясничного позвонка.

В 16 % случаев шейка желчного пузыря также была смещена книзу от уровня реберной дуги, вплоть до уровня пупочного кольца, располагаясь на уровне II-III поясничного позвонка.

Нормостенический тип телосложения выявлен у 42 обследованных (35%), признаки абдоминального ожирения установлены в 35% случаях. В этой группе выявлены следующие особенности топографии желчного пузыря: у 21% дно его расположено на уровне II поясничного позвонка, шейка - в проекции XII грудного или I поясничного позвонка - на 4 см латеральнее срединной линии.

Таким образом, прижизненная анатомическая визуализация на основе СКТ анатомических структур брюшной стенки и органов брюшной полости, находящихся в правом подреберье с последующим 3D-моделированием позволяет достоверно установить индивидуальные осо-

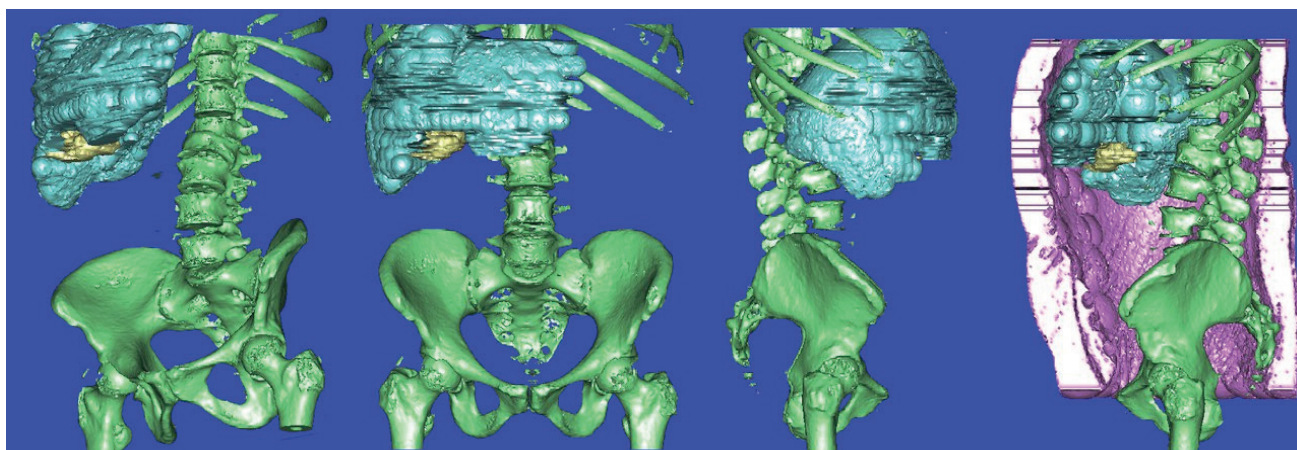


Рис. 8. Пример 3D-моделирования у пациентов гиперстенического типа телосложения (1 тип расположения желчного пузыря). / Fig. 8. Example of 3D modeling in patients with hypersthenic somatotype (type 2 of the gallbladder location).

бенности изучаемой анатомической области у пациентов с различными типами телосложения и с сопутствующим абдоминальным ожирением. Предложенная методика 3D-моделирования позволяет провести математические измерения, которые могут послужить основой для расчёта критериев оптимального хирургического доступа при выполнении холецистэктомии.

Выводы

1. Топографо-анатомические характеристики желчного пузыря (скелетотопия) зависят от типа телосложения исследуемого.

Список литературы

1. Абдуллаев Э.Г., Феденко В.В., Бабышев В.В. Холецистэктомия из мини-доступа у больных с сопутствующими заболеваниями. Эндоскоп, хирургия. 2000; 5: 24—25.
2. Ангилов В.А. Клинико-экспертные критерии для минилапаротомной холецистэктомии у больных с желчнокаменной болезнью. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Ставрополь, 2010; 23.
3. Галеев М.А., Тимебулатов В. М., Гарипов Р. М. и др. Желчнокаменная болезнь и холецистит. М.: МЕДпресс-информ, 2001; 280.
4. Галлигер Ю.И., Тимошин А.Д. Лапароскопическая холецистэктомия. Практическое руководство. М.: НИЦ РАМН, 1992; 66.
5. Гальперин Э.И., Ветшев П. С. Руководство по хирургии желчных путей. 2-е изд. М.: Издательский дом Видар-М, 2009; 568.
6. Грясов В.И. Пути улучшения результатов лечения желчнокаменной болезни. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Воронеж, 2004; 22.
7. Дадвани С.А., Ветшев П.С., Шулутко А.М. и др. Желчнокаменная болезнь. М.: Видар-М, 2000; 139.
8. Ильченко А.А. Заболевания желчного пузыря и желчных путей: Рук-во для врачей. М.: Анахарсис. 2006; 448.
9. Королёв Б.А., Пиковский Д.Л. Экстренная хирургия желчных путей. М.: Медицина, 1990; 240.
10. Прудков М.И. Минилапаротомия и «открытая» лапароскопия в лечении больных с желчнокаменной болезнью. Автореф. дис. д-ра мед. наук. М., 1993; 54.
11. Прудков М.И. Минилапаротомия, открытая лапароскопия, холецистэктомия и операции на протоках. Екатеринбург, 1993; 212.
12. Шалимов А.А., Шалимов С.А., Ничитайло М.Е. и др. Хирургия печени и желчевыводящих путей. К.: Здоровье. 1993; 512.
13. Шевкуненко В.Н., Геселевич А.М. Типовая и возрастная анатомия. Ленинград – Москва: Государственное издательство биологической и медицинской литературы, Ленинградское отделение, 1935; 232.
14. Mathur S.K., Soonawalla Z.F., Shah S.R. et al. Role of biliary scintiscan in predicting the need for cholangiography. Br. J. Surg. 2000; 87(2): 181–185.
15. Papi C.T., Catarci M., Ambrosio L.D. et al. Timing of cholecystectomy for acute calculous cholecystitis: A meta-analysis. Am. J. Gastroenterol. 2004; 99: 145–147.

Поступила 27.09.2016

2. Наличие абдоминального ожирения не вызывает изменений в топографо-анатомических характеристиках желчного пузыря, однако глубина его расположения существенно увеличивается из-за значительного увеличения толщины подкожной жировой клетчатки.

3. В сложных клинических случаях (гиперстенический тип телосложения, наличие общего и абдоминального ожирения) СКТ - визуализация желчного пузыря с последующей 3D — моделированием позволяет получить математические сведения для индивидуального планирования миниинвазивного доступа к желчному пузырю.

References

1. E. Abdullaev, V. Fedenko, V. Babyshev. Kholetsistektomiya iz mini-dostupa u bol'nykh s soputstvuyushchimi zabolevaniyami. Endoskop, khirurgiya [Cholecystectomy Using the Minimal Approach in Patients with Concomitant Diseases. Endoscope, surgery.]. 2000; 5: 24 — 25. (in Russ.)
2. V. Angilov. Kliniko-ekspertnye kriterii dlya minilaparotomnoy kholetsistektomii u bol'nykh s zhelchnokamennoy bolezn'yu. Avtoref. dis. kand. med. nauk [Clinical expert criteria for minilaparotomy cholecystectomy in patients with cholelithiasis. Extended abstract of Candidate of Medical Sciences dissertation.]. Stavropol, 2010: 23. (in Russ.)
3. M. Galeev, V. Timerbulatov, R. Garipov et al. Zhelchnokamennaya bolezn' i kholetsistit [Cholelithiasis and Cholecystitis.]. M.: MEDpress-inform, 2001; 280. (in Russ.)
4. Yu. Gallinger, A. Timoshin. Laparoskopicheskaya kholetsistektomiya. Prakticheskoe rukovodstvo [Laparoscopic Cholecystectomy. Practice Guidelines.]. M.: Scientific Center of Surgery of the RAMS, 1992; 66. (in Russ.)
5. E. Galperin, P. Vetshev. Rukovodstvo po khirurgii zhelchnykh putey [Guidelines for Biliary Surgery. 2nd edition.]. M.: Vidar-M publishing house, 2009; 568. (in Russ.)
6. V. Greyasov. Puti uluchsheniya rezul'tatov lecheniya zhelchnokamennoy bolezn'i. Avtoref. dis. d-ra med. nauk [Ways of Improving Outcomes of Treatment of Cholelithiasis. Extended abstract of Doctor of Medical Sciences dissertation.]. Voronezh, 2004; 22. (in Russ.)
7. P. Dadvani, P. Vetshev, A. Shulutko et al. Zhelchnokamennaya bolezn' [Cholelithiasis.]. M.: Vidar-M, 2000; 139. (in Russ.)
8. A. Ilchenko. Zabelevaniya zhelchnogo puzыrya i zhelchnykh putey: Ruk-vo dlya vrachey [Gallbladder and Biliary Tract Diseases: Guidelines for Physicians.]. M.: Anacharsir. 2006; 448. (in Russ.)
9. B. Korolyov, D.L. Pikovskiy. Ekstrennaya khirurgiya zhelchnykh putey [Urgent Biliary Surgery.]. M.: Medicine, 1990; 240. (in Russ.)
10. M. Prudkov. Minilaparotomiya i «otkrytaya» laparoskopiya v lechenie bol'nykh s zhelchnokamennoy bolezn'yu. Avtoref. dis. d-ra med. nauk [Minilaparotomy and “Open” Laparoscopy in Treatment of Patients with Cholelithiasis: Extended abstract of Doctor of Medical Sciences dissertation.]. M., 1993; 54. (in Russ.)
11. M. Prudkov. Minilaparotomiya, otkrytaya laparoskopiya, kholetsistektomiya i operatsii na protokakh [Minilaparotomy, Open Laparoscopy, Cholecystectomy and Duct Surgeries.]. M.I. Prudkov — Yekaterinburg, 1993; 212. (in Russ.)
12. A. Shalimov, R. Shalimov, M. Nechitaylo et al. Khirurgiya pecheni i zhelchevyvodyashchikh putey [Surgery of the Liver and Bile Ducts.]. K.: Zdorovye. 1993; 512. (in Russ.)

Сведения об авторах

1. Трунин Е.М. - д.м.н., проф., зав. кафедрой оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова.
2. Щёголев А.И. - ассистент кафедры оперативной и клинической хирургии с топографической анатомией Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова, e-mail: AISHchogolev@yandex.ru.
3. Сигуа Б.В. - д.м.н., доцент кафедры факультетской хирургии им. И.И. Грекова Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова.
4. Садыкова Е.В. - к.т.н., доцент кафедры биотехнических систем Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина).
5. Захарова А. - магистрант 1 курса кафедры биотехнических систем Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), e-mail: aleksandra.zahharova@mail.ee.

13. V. Shevkunenko, A. Geselevich. Tipovaya i vozrastnaya anatomiya [Typical and Developmental Anatomy]. Leningrad – Moscow: State publishing House of biological and medical literature, Leningrad branch, 1935; 232. (in Russ.)
14. S.K. Mathur, Z.F. Soonawalla, S.R. Shah et al. Role of biliary scintiscan in predicting the need for cholangiography. Br. J. Surg. 2000; 87(2): 181–185.
15. C.T. Papi, M. Catarci, L.D. Ambrosio et al. Timing of cholecystectomy for acute calculous cholecystitis: A meta-analysis. Am. J. Gastroenterol. 2004; 99: 145–147.
Recieved 27.09.2016

Information about the Authors

1. Trunin E. - prof., D. Sc. (Medicine), head of the department of operative and clinical surgery with topographic anatomy of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov.
2. Shchegolev A., - teaching fellow of the department of operative and clinical surgery with topographic anatomy of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, E-mail: AISHchogolev@yandex.ru.
3. Sigua B. - prof., assistant, D. Sc. (Medicine), assistant professor of the department of departmental surgery named after I.I. Grekov of the North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov.
4. Sadykova E., - Cand. Sc (Tech.), assistant, professor of the department of bioengineering systems of the St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ulyanov (Lenin).
5. Zakharova A., - 1st year student in the master's program of the department of bioengineering systems of the St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ulyanov (Lenin), E-mail: aleksandra.zahharova@mail.ee.