

ISSN 1995-5464 (Print); ISSN 2408-9524 (Online)

DOI: 10.16931/1995-5464.2018486-92

Анализ архитектоники печеночных сосудов у потенциальных доноров

Байгуисова Д.З. *, Батталова Г.А., Мухамеджанова А.Н., Науменко Ю.А.,
Олжабаева А.К., Баймаханов Б.Б., Баймаханов Ж.Б.

Национальный научный центр хирургии им. А.Н. Сызганова Министерства здравоохранения
Республики Казахстан; 050004, Алматы, ул. Желтоксан, д. 62, Республика Казахстан

Цель. Изучить анатомические варианты артериального и венозного кровоснабжения печени у потенциальных доноров печени с помощью КТ-ангиографии.

Материал и методы. За период с 01.01.2016 по 01.01.2018 рассмотрены результаты КТ-ангиографии 151 потенциального донора печени. Применяли контрастный неионный препарат с содержанием йода 320 мг/мл, доза — 1,4 мл/кг, скорость введения — 4 мл/с. Варианты артериальной анатомии распределяли по классификации N. Michels, воротной вены — по классификации T. Nakamura (2002).

Результаты. Наиболее распространенным вариантом артериального кровоснабжения по классификации N. Michels является тип I, выявленный в 108 (71,5%) наблюдениях. Тип II и тип III обнаружили в 8,6 и 7,9% наблюдений соответственно. Типы IV и IX определены у одинакового числа доноров (по 2,6%). Типы VII и VIII — наиболее редкие (0,7 и 1,3%). Типы V, VI, X не были выявлены. Отсутствующие в классификации N. Michels варианты анатомии артерий печени идентифицированы в 7 (4,6%) наблюдениях, из них 3 типа не описаны ранее другими авторами.

Заключение. Большинство вариантов кровоснабжения печени (95,4%) совпадают с классификацией N. Michels. Только 4,6% вариантов анатомии не входят в указанную классификацию и детально описаны отдельно.

Ключевые слова: печень, трансплантация, артерии, воротная вена, компьютерная томография, ангиография.

Ссылка для цитирования: Байгуисова Д.З., Батталова Г.А., Мухамеджанова А.Н., Науменко Ю.А., Олжабаева А.К., Баймаханов Б.Б., Баймаханов Ж.Б. Анализ архитектоники печеночных сосудов у потенциальных доноров. *Анналы хирургической гепатологии*. 2018; 23 (4): 86–92. DOI: 10.16931/1995-5464.2018486-92.

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Analysis of the hepatic vessels structure in potential liver donors

Bayguisova D.Z. *, Battalova G.A., Mukhamedzhanova A.N., Naumenko Yu.A.,
Olzhabayeva A.K., Baymakhanov B.B., Baymakhanov Zh.B.

Syzganov National Research Center for Surgery of Healthcare Ministry of the Republic of Kazakhstan;
62, Zheltoksan str., Almaty, 050004, Republic of Kazakhstan

Aim. To analyze anatomic variants of arterial and venous blood supply of liver in potential liver donors by using of CT-angiography (CTA).

Material and methods. CTA data of 151 potential donors have been examined for the period 01.01.2016–01.01.2018. Non-ionic iodine-containing (320 mg/ml) contrast agent was used at a dose of 1.4 ml/kg and infusion rate near 4.0 ml/s. Variants of arterial anatomy were classified according to N. Michels, portal vein anatomy — according to T. Nakamura classification (2002).

Results. N. Michels type I was the most common variant of arterial structure ($n = 108$, 71.5%). Types II and III were observed in 8.6% and in 7.9% of cases, respectively. Types IV and IX included the same number of donors (2.6%). Types VII and VIII were the rarest (0.7% and 1.3%). Types V, VI, X were absent. There were 7 cases (4.6%) with arterial variants which are not described by N. Michels classification. Moreover, 3 types were not previously described by other authors.

Conclusion. Hepatic artery variations coincide with the classification of N. Michels as a rule (95.4%). Other anatomic variants not described in this classification were observed only in 4.6% of cases.

Keywords: liver, transplantation, arteries, portal vein, CT, angiography.

For citation: Bayguisova D.Z., Battalova G.A., Mukhamedzhanova A.N., Naumenko Yu.A., Olzhabayeva A.K., Baymakhanov B.B., Baymakhanov Zh.B. Analysis of the hepatic vessels structure in potential liver donors. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery*. 2018; 23 (4): 86–92. (In Russian). DOI: 10.16931/1995-5464.2018486-92.

There is no conflict of interests.

● Введение

Трансплантация печени от родственного донора — операция, тщательно планируемая заранее. От точности определения на дооперационном этапе типа анатомического строения артерий печени зависит тактика выполнения изъятия трансплантата и формирование артериального анастомоза [1]. Построение трехмерного изображения сосудов печени является важным в подготовке и выполнении резекции фрагментов печени во время трансплантации, поэтому одним из важных предоперационных методов диагностики является КТ-ангиография. Это достоверный миниинвазивный способ, позволяющий выявить варианты артериальной и венозной анатомии у донора [2]. Целью работы было изучение анатомических вариантов артериального и венозного кровоснабжения печени у потенциальных доноров печени с помощью КТ-ангиографии.

● Материал и методы

На базе ННЦХ им. А.Н. Сызганова с 01.01.2016 по 01.01.2018 для сравнительного анализа было проведено исследование 151 потенциального донора. Мужчин было 60 (39,7%), женщин — 91 (60,3%). Возраст обследованных варьировал от 19 до 54 лет (средний возраст 49 лет). Плотность паренхимы печени сохранена у 94 доноров (норма +55...+65 ед. Н), жировой гепатоз 1–2-й степени выявлен у 53 доноров (+35...+54 ед. Н), 3–4-й степени — у 4 доноров (менее +35 ед. Н). Простые кисты до 6 мм выявлены у 17 доноров, кавернозная гемангиома до 11 мм — у 8, капиллярная гемангиома до 11 мм — у 5, ангиолипوما — у 1 донора.

Исследование выполняли на аппарате Aquilion 64 (Toshiba). Применяли мультифазный

протокол сканирования, включающий нативное исследование, артериальную, венозную, паренхиматозную и отсроченную фазы сканирования. Диапазон сканирования — от купола диафрагмы до дна малого таза. Исследование проводили с задержкой дыхания на вдохе. Применяли контрастный неионный препарат с содержанием йода 320 мг/мл в дозе 1,4 мл/кг, скорость введения — 4,0 мл/с. Для внутривенного введения контрастного препарата применяли шприц-инжектор Ulrich—Mississippi. Осуществляли автоматическое отслеживание болюса контрастного препарата с помощью программы Bolus-track с установкой триггера на нисходящий отдел аорты на уровне диафрагмы.

Выявленные варианты артериальной анатомии классифицировали по N. Michels [3, 4], воротную вену — по T. Nakamura (2002) [5]. Неописанные варианты представлены отдельно, проведено построение трехмерных изображений.

● Результаты

Расхождения результатов КТ-ангиографии с интраоперационными данными не выявлено. Описание вариантов артериального кровоснабжения печени и сравнение результатов с данными литературы представлены в табл. 1.

Наиболее часто выявляли типичное строение — I тип, 108 (71,5%) наблюдений. Вторым по частоте является тип II (8,6%). В 7,9% наблюдений обнаружен III тип анатомического строения артерий. Четвертыми по частоте являются типы IV и IX — по 2,6% наблюдений. Типы VII и VIII оказались наиболее редкими, частота их составила 0,7 и 1,3%. Не описанные в классификации Michels варианты анатомии артерий печени идентифицированы в 7 (4,6%) наблюдениях:

Таблица 1. Варианты архитектоники артерий печени
Table 1. Liver arteries architectonics variations

Тип	Описание	Частота, %				
		N. Michels (n = 200)	M. Coşkun (n = 48)	Е.Л. Борисова (n = 200)	Т.Н. Галаян (n = 140)	Собственные результаты (n = 151)
I	Типичная анатомия	55	54,1	57	56,7	71,5
II	Замещающая ЛПА от ЛЖА	10	—	5	10	8,6
III	Замещающая ППА от ВБА	11	6,3	7,5	12,9	7,9
IV	Замещающие ЛПА и ППА	1	—	2,5	1,4	2,6
V	Добавочная ЛПА	8	16,6	9,5	5,7	—
VI	Добавочная ППА	7	2,1	0,5	2,1	—
VII	Добавочные ЛПА и ППА	1	4,2	1	—	0,7
VIII	Замещающая ППА и добавочная ЛПА или замещающая ЛПА и добавочная ППА	2	—	0,5	3,5	1,3
IX	ОПА от ВБА	4,5	—	2	1,4	2,6
X	ОПА от ЛЖА	0,5	—	0,5	—	—
	Другие варианты	—	16,6	14	7,1	4,6

Примечание: ЛЖА — левая желудочная артерия, ОПА — общая печеночная артерия, ППА — правая печеночная артерия, ЛПА — левая печеночная артерия, ВБА — верхняя брыжеечная артерия.

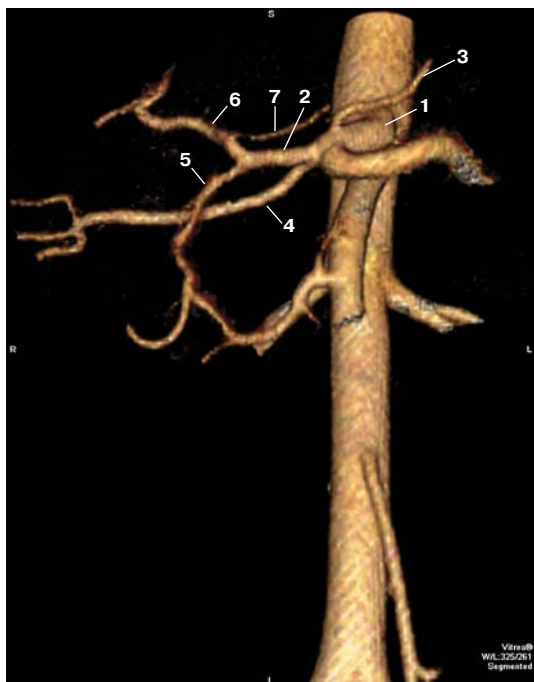


Рис. 1. КТ-ангиограмма, 3D-реконструкция. Артерии печени. 1 – чревный ствол, 2 – ОПА, 3 – ЛЖА, 4 – ППА, 5 – желудочно-двенадцатиперстная артерия, 6 – ЛПА, 7 – правая желудочная артерия.

Fig. 1. CT-scan, 3D reconstruction of liver arteries. 1 – celiac trunk, 2 – common hepatic artery, 3 – left gastric artery, 4 – right hepatic artery, 5 – gastroduodenal artery, 6 – left hepatic artery, 7 – right gastric artery.

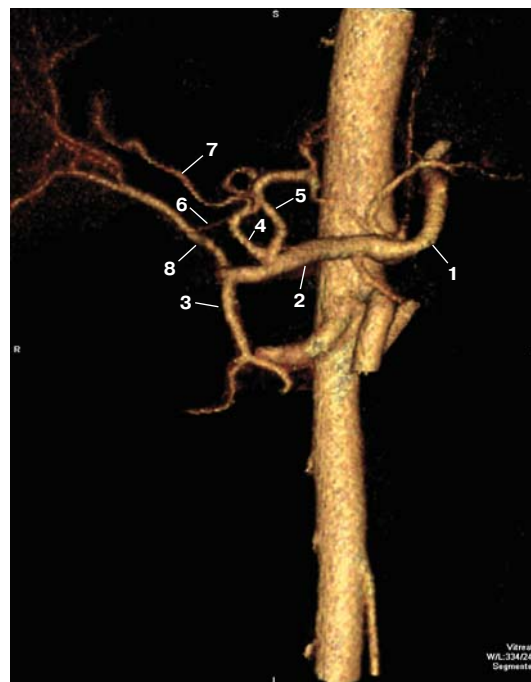


Рис. 2. КТ-ангиограмма, 3D-реконструкция. Артерии печени. 1 – селезеночная артерия, 2 – ОПА, 3 – желудочно-двенадцатиперстная артерия, 4 – артерия IV сегмента печени, 5 – ЛПА, 6 – артерия желчного пузыря, 7 – дополнительная ППА, 8 – ППА.

Fig. 2. CT-scan, 3D-reconstruction of liver arteries. 1 – splenic artery, 2 – common hepatic artery, 3 – gastroduodenal artery, 4 – artery of liver segment IV, 5 – left hepatic artery, 6 – cystic artery, 7 – additional right hepatic artery, 8 – right hepatic artery.

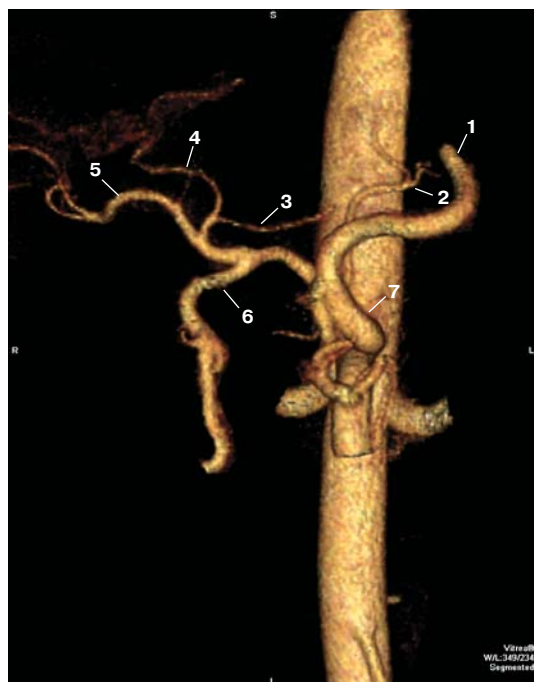


Рис. 3. КТ-ангиограмма, 3D-реконструкция. Артерии печени. 1 – селезеночная артерия, 2 – ЛЖА, 3 – правая желудочная артерия, 4 – ЛПА, 5 – ППА, 6 – желудочно-двенадцатиперстная артерия, 7 – чревный ствол.

Fig. 3. CT-scan, 3D reconstruction of liver arteries. 1 – splenic artery, 2 – left gastric artery, 3 – right gastric artery, 4 – left hepatic artery, 5 – right hepatic artery, 6 – gastroduodenal artery, 7 – celiac trunk.

– от чревного ствола отходят селезеночная артерия, общая печеночная артерия (ОПА), левая желудочная артерия (ЛЖА), правая печеночная артерия (ППА); от ОПА отходят желудочно-двенадцатиперстная артерия и левая печеночная артерия (ЛПА), от которой отходит правая желудочная артерия ($n = 2$, рис. 1);

– от чревного ствола отходят селезеночная артерия, ОПА, от которой отходят желудочно-двенадцатиперстная артерия, артерия IV сегмента и ЛПА; от артерии IV сегмента отходят артерия желчного пузыря и дополнительная правая печеночная артерия (SVII); ППА отходит от желудочно-двенадцатиперстной артерии ($n = 1$, рис. 2);

– от чревного ствола отходят селезеночная артерия, ОПА и желудочная артерия; от ОПА отходят желудочно-двенадцатиперстная артерия, собственная печеночная артерия, от нее отходят ППА и ЛПА; от ЛПА отходит дополнительная правая желудочная артерия (вариант I типа; $n = 1$, рис. 3);

– от чревного ствола отходят селезеночная артерия, ОПА, левая желудочная артерия; от ОПА отходят верхняя поджелудочно-двенадцатиперстная артерия (от нее – ППА), гастродуоденальная артерия, артерия IV сегмента и ЛПА ($n = 1$, рис. 4);

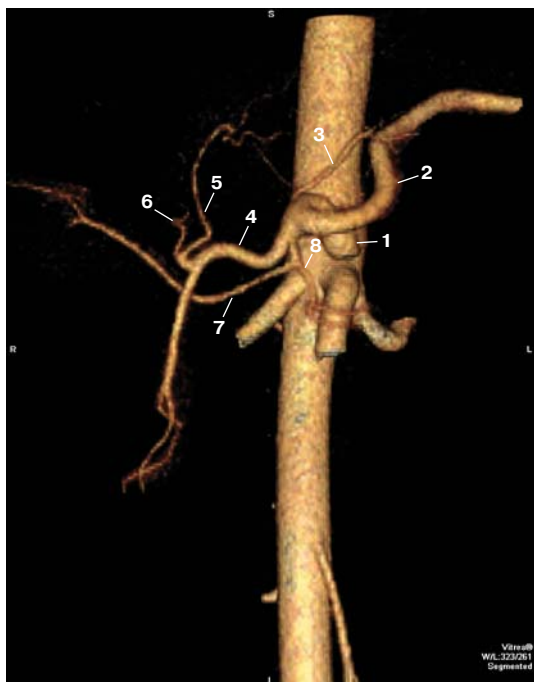


Рис. 4. КТ-ангиограмма, 3D-реконструкция. Артерии печени. 1 – чревный ствол, 2 – селезеночная артерия, 3 – ЛЖА, 4 – ОПА, 5 – ЛПА, 6 – артерия IV сегмента печени, 7 – ППА, 8 – верхняя поджелудочно-двенадцатиперстная артерия.

Fig. 4. CT-scan. 3D reconstruction of liver arteries. 1 – celiac trunk, 2 – splenic artery, 3 – left gastric artery, 4 – common hepatic artery, 5 – left hepatic artery, 6 – artery of liver segment IV, 7 – right hepatic artery, 8 – superior pancreaticoduodenal artery.

– от чревного ствола отходят селезеночная артерия, ОПА, левая желудочная артерия; от ОПА отходят ЛПА, желудочно-двенадцатиперстная артерия; от желудочно-двенадцатиперстной артерии отходит ППА ($n = 2$, рис. 5).

По классификации Т. Nakamura (2002) ветвление воротной вены подразделяют на 5 типов. В проведенном исследовании венозного кровоснабжения печени у потенциальных доноров наблюдали только 3 типа: бифуркацию (Type A), трифуркацию (Type B) и транспозицию правых парамедианных вен (Type C, табл. 2). Не описанных в указанной классификации вариантов ветвления воротной вены среди обследованных потенциальных доноров не выявлено.



Рис. 5. КТ-ангиограмма, 3D-реконструкция. Артерии печени. 1 – чревный ствол, 2 – ЛЖА, 3 – ОПА, 4 – ЛПА, 5 – желудочно-двенадцатиперстная артерия, 6 – ППА.

Fig. 5. CT-scan. 3D reconstruction of liver arteries. 1 – celiac trunk, 2 – left gastric artery, 3 – common hepatic artery, 4 – left hepatic artery, 5 – gastroduodenal artery, 6 – right hepatic artery.

Обсуждение

Артериальное кровоснабжение печени отличается выраженной вариабельностью, однако согласно проведенному исследованию большинство вариантов (95,4%) архитектоники артерий печени у потенциальных доноров совпадает с классификацией N. Michels и только 4,6% наблюдений не входят в эту классификацию. В отношении анатомии воротной вены отмечено полное совпадение с классификацией Т. Nakamura по типам A, B и C. Типы D и E, а также варианты, не вошедшие в данную классификацию, не выявлены у обследованных потенциальных доноров.

В результате исследования обнаружено 5 вариантов артериального кровоснабжения печени,

Таблица 2. Варианты венозной анатомии

Table 2. Hepatic veins variations

Тип	Описание	Число наблюдений, абс. (%)
A	Деление воротной вены на правый и левый ствол	177 (77,4)
B	Истинная трифуркация, без основного ствола правой воротной вены	9 (5,9)
C	Внепеченочное отхождение передней ветви правой воротной вены	25 (16,5)
D	Внутрипеченочное отхождение передней ветви правой воротной вены	—
E	Отхождение отдельных сегментарных ветвей от воротной вены	—

не описанных в классификации N. Michels. Три из пяти описанных типов не встречались в работах других авторов [6–17].

Для планирования забора печени для родственной трансплантации оценка анатомии сосудистого русла печени является приоритетной, поскольку позволяет заблаговременно спланировать хирургическую тактику, тем самым предотвратив возможные осложнения в послеоперационном периоде.

Необходимо акцентировать внимание на типах артериальной анатомии печени II, III, V и IX, поскольку они требуют нестандартного формирования анастомозов [18–19]. Также это относится и к нетипичным вариантам сосудистого русла донорской печени, не встречающимся в классификации N. Michels. Их обнаружение с помощью КТ-ангиографии позволяет хирургу определить противопоказания к трансплантации печени, оценить риск и принять решение о тактике операции.

● Заключение

Типичную анатомию артерий печени выявили в 71,5% наблюдений. Наиболее частым вариантом был тип II (8,6%), третьим по частоте был тип III (7,9%). Варианты, не описанные в классификации, обнаружены в 4,6% наблюдений, что является четвертым по частоте. С одинаковой частотой (2,6%) выявляли тип IV (3,4%) и тип IX (1,7%). Наиболее редкими типами были VII и VIII (0,7 и 1,3% соответственно).

При изучении анатомии воротной вены наиболее часто выявляли тип A (77,4%), реже — тип C (16,5%), тип B выявлен в 5,9% наблюдений. Типы D, E, а также не описанные в классификации варианты не обнаружены.

Участие авторов:

Байгуисова Д.З. — разработка концепции и дизайна исследования, сбор материала, анализ полученных данных, подготовка текста, редактирование.

Батталова Г.А. — разработка дизайна исследования, сбор материала, анализ полученных данных, подготовка текста.

Мухамеджанова А.Н. — разработка дизайна исследования, сбор материала, анализ полученных данных, статистическая обработка данных, подготовка текста.

Науменко Ю.А. — анализ полученных данных, статистическая обработка данных, подготовка текста.

Олжабаева А.К. — анализ полученных данных, статистическая обработка данных, подготовка текста.

Баймаханов Б.Б. — рецензия статьи.

Баймаханов Ж.Б. — разработка концепции и дизайна исследования.

● Список литературы

1. Готье С.В., Константинов Б.А., Цирульников О.М. Трансплантация печени. Медицинское информационное агентство. 2008. 246 с.
2. Pannu H.K., Maley W.R., Fishman E.K. Liver transplantation: preoperative CT evaluation. *Helping the hepatic surgeon*. 2001; Suppl (1): 133–146. DOI: 10.1148/radiographics.21.suppl_1.g01oc03s133.
3. Michels N.A. Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs with a descriptive atlas. Philadelphia: JB Lippincott Co., 1955: 359–367.
4. Michels N.A. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation. *Am J. Surg.* 1966; 112 (9): 337–347.
5. Nakamura T., Tanaka K., Kiuchi T., Kasahara M., Oike F., Ueda M., Kaihara S., Egawa H., Ozden I., Kobayashi N., Uemoto S. Anatomical variations and surgical strategies in right lobe living donor liver transplantation: lessons from 120 cases. *Transplant.* 2002; 73 (12): 1896–1903.
6. Coskun M., Kayahan E.M., Özbek O., Çakır B., Dalgıç A., Haberal M. Imaging of hepatic arterial anatomy for depicting vascular variations in living related liver transplant donor candidates with multidetector computed tomography: comparison with conventional angiography. *Transplant. Proc.* 2005; 37 (2): 1070–1073. DOI: 10.1016/j.transproceed.2005.01.019.
7. Борисова Е.Л. Изучение вариантной анатомии печеночных артерий с помощью МСКТ на примере 200 исследований. Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2013; 3 (3): 84.
8. Галян Т.Н. Ангиоархитектоника и билиарная анатомия печени родственного донора по данным мультиспиральной компьютерной и магнитно-резонансной томографии: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. М., 2011. С. 9–10.
9. Gruttadauria S., Foglieni C.S., Doria C., Luca A., Lauro A., Marino I.R. The hepatic artery in liver transplantation and surgery: Vascular anomalies in 701 cases. *Clin. Transplant.* 2001; 15 (5): 359–363.
10. Абрамова Н.Н., Муслимов Р.Ш., Уваров К.А. Мультиспиральная компьютерная томография в обследовании доноров при трансплантации фрагмента печени от живого родственного донора. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2009; 9 (3): 39–41.
11. Гуляев В.А., Дубинин С.А., Андрейцева О.И., Чугунов А.О., Луцык К.Н., Новрузбеков М.С., Журавель С.В., Джабраев К.Р., Чжао А.В. Артериальное кровоснабжение печени в аспекте ее трансплантации. Анналы хирургической гепатологии. 2001; 6 (2): 47–53.
12. Белоус П.В. Вариантная анатомия артериального русла печени и ее протоковой системы. Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2014; 3: 117–122.
13. Балахнин П.В. Значение вариантов артериальной анатомии печени для выполнения интервенционно-радиологических вмешательств: автореф. дисс. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2012: 7–11.
14. Bhardwaj N. Anomalous origins of hepatic artery and its significance for hepatobiliary surgery. *J. Anat. Soc. India.* 2010; 59 (2): 173–176.
15. Catalano O.A., Singh A.H., Uppot R.N., Hahn P.F., Ferrone C.R., Sahani D.V. Vascular and biliary variants in the liver: Implications for liver surgery. *Radiographics.* 2008; 28 (2): 359–378. DOI: 10.1148/rg.282075099.

16. Merion R.M., Burtch G.D., Ham J.M., Turcotte J.G., Campbell D.A. The hepatic artery in liver transplantation. *Transplant.* 1989; 48 (3): 438–443.
17. Старостина Н.С. МСКТ-ангиография для выявления aberrантных артерий и коллатералей целиако-мезентериального бассейна до и после операций на поджелудочной железе с резекцией магистральных артерий без их реконструкции: дисс. ... канд. мед. наук. М., 2015. 51 с.
18. Hennedige T., Anil G., Madhavan R. Expectations from imaging for pre-transplant evaluation of living donor liver transplantation. *World J. Radiol.* 2014; 6 (9): 693–707.
19. Vohra S., Goyal N., Gupta S. Preoperative CT evaluation of potential donors in living donor liver transplantation. *Indian J. Radiol. Imaging.* 2014; 24 (4): 350–359. DOI: 10.4103/0971-3026.143897.

References

1. Gautier S.V., Konstantinov B.A., Tsurulnikova O.M. *Transplantacija pecheni*. [Liver transplantation]. Medical news agency. 2008. 246 p. (In Russian)
2. Pannu H.K., Maley W.R., Fishman E.K. Liver transplantation: preoperative CT evaluation. *Helping the hepatic surgeon*. 2001; Suppl (1): 133–146. DOI: 10.1148/radiographics.21.suppl_1.g01oc03s133.
3. Michels N.A. Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs with a descriptive atlas. Philadelphia: JB Lippincott Co., 1955: 359–367.
4. Michels N.A. Newer anatomy of the liver and its variant blood supply and collateral circulation. *Am J. Surg.* 1966; 112 (9): 337–347.
5. Nakamura T., Tanaka K., Kiuchi T., Kasahara M., Oike F., Ueda M., Kaihara S., Egawa H., Ozden I., Kobayashi N., Uemoto S. Anatomical variations and surgical strategies in right lobe living donor liver transplantation: lessons from 120 cases. *Transplant.* 2002; 73 (12): 1896–1903.
6. Coskun M., Kayahan E.M., Özbek O., Çakır B., Dalgıç A., Haberal M. Imaging of hepatic arterial anatomy for depicting vascular variations in living related liver transplant donor candidates with multidetector computed tomography: comparison with conventional angiography. *Transplant. Proc.* 2005; 37 (2): 1070–1073. DOI: 10.1016/j.transproceed.2005.01.019.
7. Borisova E.L. Anatomic variations of the hepatic arteries in 200 patients. *Rossiiskij jelektronnyj zhurnal luchevoj diagnostiki.* 2013; 3 (3): 84. (In Russian)
8. Galyan T.N. *Angioarhitektonika i biliarnaja anatomija pecheni rodstvennogo donora po dannym mul'tispiral'noj komp'yuternoj i magnitno-rezonansnoj tomografii* [Angioarchitectonics and biliary anatomy of related donor liver according to computed

- tomography and magnetic resonance imaging: avtoref. diss. ... cand. med. sci.]. Moscow, 2011. P. 9–10. (In Russian)
9. Gruttadauria S., Foglieni C.S., Doria C., Luca A., Lauro A., Marino I.R. The hepatic artery in liver transplantation and surgery: Vascular anomalies in 701 cases. *Clin. Transplant.* 2001; 15 (5): 359–363.
10. Abramova N.N., Muslimov R.Sh., Uvarov K.A. Multispiral computed tomography in donor survey for liver fragment transplantation from living related donor. *Vestnik transplantologii i iskusstvennyh organov.* 2009; 9 (3): 39–41. (In Russian)
11. Gulyaev V.A., Dubinin S.A., Andreytseva O.I., Chugunov A.O., Lutsyk K.N., Novruzbeikov M.S., Juravel S.V., Jagraev K.R., Zhao A.V. Arterial blood supply of liver regarding its transplantation. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery.* 2001; 6 (2): 47–53. (In Russian)
12. Belous P.V. Variant anatomy of liver arterial and ductal system. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta.* 2014; 3: 117–122. (In Russian)
13. Balakhnin P.V. *Znachenie variantov arterial'noj anatomii pecheni dlja vypolneniya intervencionno-radiologicheskikh vmeshatel'stv* [The significance of variants of liver arterial anatomy for interventional procedures: avtoref. diss. ... cand. med. sci.]. St. Petersburg, 2012: 7–11. (In Russian)
14. Bhardwaj N. Anomalous origins of hepatic artery and its significance for hepatobiliary surgery. *J. Anat. Soc. India.* 2010; 59 (2): 173–176.
15. Catalano O.A., Singh A.H., Uppot R.N., Hahn P.F., Ferrone C.R., Sahani D.V. Vascular and biliary variants in the liver: Implications for liver surgery. *Radiographics.* 2008; 28 (2): 359–378. DOI: 10.1148/rg.282075099.
16. Merion R.M., Burtch G.D., Ham J.M., Turcotte J.G., Campbell D.A. The hepatic artery in liver transplantation. *Transplant.* 1989; 48 (3): 438–443.
17. Starostina N.S. *MSKT angiografiya dlya vyyavleniya aberrantnykh arterii i kollateral'nykh tseliako-mezenterial'nogo basseina do i posle operatsii na podzheludochnoi zheleze s rezektsiei magistral'nykh arterii bez ikh rekonstruktsii* [CT-angiography for occupying aberrant arteries and collaterals of celiac and mesenteric arteries before and after pancreatic surgery followed by great vessels resection without their reconstruction: diss. ... cand. med. sci.]. Moscow, 2015. 51 p. (In Russian)
18. Hennedige T., Anil G., Madhavan R. Expectations from imaging for pre-transplant evaluation of living donor liver transplantation. *World J. Radiol.* 2014; 6 (9): 693–707.
19. Vohra S., Goyal N., Gupta S. Preoperative CT evaluation of potential donors in living donor liver transplantation. *Indian J. Radiol. Imaging.* 2014; 24 (4): 350–359. DOI: 10.4103/0971-3026.143897.

Сведения об авторах [Authors info]

Байгуисова Динара Зулхарнаевна — заведующая отделом лучевой диагностики АО “ННЦХ им. А.Н. Сызганова”.

Батталова Галина Алексеевна — врач отдела лучевой диагностики АО “ННЦХ им. А.Н. Сызганова”.

Мухамеджанова Айгерим Нуржановна — врач отдела лучевой диагностики АО “ННЦХ им. А.Н. Сызганова”.

Науменко Юлия Александровна — резидент отдела лучевой диагностики АО “ННЦХ им. А.Н. Сызганова”.

Олжабаева Айгуль Кабидолдаевна — резидент отдела лучевой диагностики АО “ННЦХ им. А.Н. Сызганова”.

Баймаханов Болатбек Бимендеевич — доктор мед. наук, профессор, председатель правления АО “ННЦХ им. А.Н. Сызганова”, врач-хирург, трансплантолог.

Баймаханов Жасулан Болатбекович — канд. мед. наук, главный научный сотрудник отдела гепатопанкреатобилиарной хирургии и трансплантации печени АО “ННЦХ им. А.Н. Сызганова”.

Для корреспонденции *: Байгусова Динара Зулхарнаевна — 050004, Алматы, ул. Желтоксан, д. 62, Республика Казахстан. Тел.: +7-701-771-93-71. E-mail: dina_gallyamova@mail.ru

Dinara Z. Bayguisova — Head of the Radiology Department, Syzganov National Research Center for Surgery.

Galina A. Battalova — Radiologist of the Radiology Department, Syzganov National Research Center for Surgery.

Aygerim N. Mukhamedzhanova — Radiologist of the Radiology Department, Syzganov National Research Center for Surgery.

Yuliya A. Naumenko — Resident of the Radiology Department, Syzganov National Research Center for Surgery.

Aigul K. Olzhabayeva — Resident of the Radiology Department, Syzganov National Research Center for Surgery.

Bolatbek B. Baymakhanov — Doct. of Med. Sci., Professor, Chairman of the Syzganov National Research Center for Surgery, Surgeon, Transplantologist.

Zhasulan B. Baymakhanov — Cand. of Med. Sci., Chief Research Fellow of the Department of Hepatopancreatic Surgery and Liver Transplantation, Syzganov National Research Center for Surgery.

For correspondence *: Dinara Z. Bayguisova — Radiology Department of the Syzganov National Research Center for Surgery; 62, Zheltoksan str., Almaty, 050004, Republic of Kazakhstan. Phone: +7-701-771-93-71. E-mail: dina_gallyamova@mail.ru

Статья поступила в редакцию журнала 25.06.2018.

Received 25 June 2018.