

Получена: 19 Сентябрь 2022 / Принята: 11 Октябрь 2022 / Опубликовано online: 30 декабря 2022 г.  
УДК 611.36  
DOI 10.53511/PHARMKAZ.2022.46.72.009

Е.Е. КАЛШАБАЙ<sup>1</sup>, Ж.Ж. ЖОЛДЫБАЙ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>НАО «КазНМУ им.С.Д.Асфендиярова», г. Алматы, Казахстан

## ПРЕДОПЕРАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ОБЪЕМА ПЕЧЕНИ ДОНОРА: АНАЛИЗ РУЧНОЙ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ ПРОГРАММ

**Резюме:** Компьютерно- томографическая волюметрия является стандартным методом предоперационной оценки объема печени. Несмотря на развитие различных программных обеспечений, тенденция к расхождению в расчёте объема печени по сравнению с любым из методов и интраоперационным весом трансплантата сохраняется.

**Цель:** проанализировать точность двух программ расчета объема печени (ручной и полуавтоматической), также определить влияние факторов, таких как пол, возраст, ИМТ и количество дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации на расхождение каждой из программ.

**Методы:** одноцентровое ретроспективное исследование, включающее данные 43 доноров печени, прошедших Компьютерную томографию, КТ- волюметрию и трансплантацию печени в Национальном Научном Центре хирургии имени А.Н. Сызганова за период 2018-2021 гг.

**Результаты:** данные 43 доноров печени были проанализированы (12 женщин (27.9%) и 31 мужчин (72.1%)), средний возраст доноров составил  $29.8 \pm 7.3$  лет. Средний вес графта -  $702.6 \pm 141.6$  гр. Объем правой доли, рассчитанный в программе Vitrea составил  $763.7 \pm 113.3$  мл, программой OsiriX –  $833.2 \pm 146.9$  мл. Расхождение между весом графта и рассчитанным объемом печени в программе Vitrea составило  $17.7 \pm 23.5\%$ , с программой OsiriX –  $25.4 \pm 29.1\%$ . Расхождение программы OsiriX было больше, чем расхождение в программе Vitrea, что является статистически значимым ( $p=0.004$ ). Не было найдено статистически значимого влияния возраста ( $p=0.576$ ), ИМТ ( $p=0.474$ ), количества дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации печени ( $p=0.263$ ), а также пола ( $p=0.515$ ) на степень расхождения программы Vitrea, и программы OsiriX ( $p=0.053$ ), ( $p=0.984$ ), ( $p=0.969$ ), ( $p=0.836$ ) соответственно.

**Выводы:** ручной метод является более точным и предпочтительным в сравнении с полуавтоматическим методом для проведения КТ-волюметрии печени доноров. Такие параметры как пол, возраст, ИМТ и количество дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации не влияют на степень расхождения каждого метода.

**Ключевые слова:** Компьютерная томография, КТ волюметрия, трансплантация печени, масса трансплантата, графт, донор, реципиент, программа.

Е.Е. Қалшабай<sup>1</sup>, Ж.Ж. Жолдыбай<sup>1</sup>

<sup>1</sup>С.Д.Асфендияров атындағы ҚазҰМУ» КЕАҚ, Алматы, Қазақстан

ДОНОРЛЫҚ БАУЫР КӨЛЕМІН ОПЕРАЦИЯ

АЛДЫНДАҒЫ БАҒАЛАУ: ҚОЛ ӘДІСІ ЖӘНЕ ЖАРТЫЛАЙ  
АВТОМАТТЫ БАҒДАРЛАМАЛАРДЫ ТАЛДАУ

**Түйін:** Компьютерлік-томографиялық волюметрия - операцияға дейін бауыр көлемін бағалаудың стандартты тәсілі. Қазіргі таңда түрлі бағдарламалық жасақтамалардың дамуына қарамастан, трансплантаттың интраоперациялық салмағымен және кез кел-

Ye.Ye. Kalshabay<sup>1</sup>, Zh.Zh. Zholdybay<sup>2</sup>

<sup>1</sup>NJSC "KazNMU named after S.D. Asfendiyarov", Almaty, Kazakhstan

PREOPERATIVE EVALUATION OF DONOR LIVER VOLUME:  
ANALYSIS OF MANUAL AND SEMI-AUTOMATIC SOFTWARE

**Resume:** Computed tomography volumetry is the standard method for preoperative estimation of liver volume. Despite the development of techniques methods, there is a tendency to discrepancy in the estimated liver volume compared to any method with intraoperative graft weight.

**Purpose:** to analyze the accuracy of manual and semi-automatic

ген әдіспен салыстырғанда бауыр көлемін есептеудегі айырмашылықтар тенденциясы әлі де сақталып келеді.

**Мақсаты:** графтың салмағымен қол әдісі және жартылай автоматтық әдіс арқылы екі бағдарламаның нақтылығын талдау, сондай-ақ әрбір бағдарламадағы айырмашылықтарға факторлардың әсер етуін анықтау.

**Әдістер:** 2018-2021 жж. кезеңінде А.Н. Сызғанов атындағы Ұлттық ғылыми хирургия орталығында компьютерлік томографиядан, КТ-волюметриядан өткен және бауыр трансплантациясын өткерген 43 бауыр донорының мәліметтерін қамтитын бір орталықты ретроспективтік зерттеу.

**Нәтижелер:** 43 бауыр донорының мәліметтеріне талдау жүргізілді 12 әйел (27.9%) және 31 ер адам (72.1%), донорлардың орта жасы  $29.8 \pm 7.3$  жасты құрады. Графтың орташа салмағы –  $702.6 \pm 141.6$  гр. Vitrea бағдарламасында қол әдісі арқылы есептелген оң жақ үлестің көлемі  $763.7 \pm 113.3$  мл, жартылай автоматтық бағдарлама арқылы OsiriX –  $833.2 \pm 146.9$  мл құрады.

Vitrea бағдарламасында есептелген бауыр көлемі мен графтың салмағы арасындағы айырмашылық  $17.7 \pm 23.5\%$ , OsiriX бағдарламасында  $25.4 \pm 29.1\%$ -ды құрады. Vitrea бағдарламасына қарағанда, OsiriX бағдарламасында айырмашылықтар көбірек болды, бұл статистикалық мәнді болып есептеледі ( $p=0.004$ ). Жас ( $p=0.576$ ), ДМИ ( $p=0.474$ ), КТ-волюметриясын және бауыр трансплантациясын өткізгеннен кейінгі күндер саны ( $p=0.263$ ), сондай-ақ жыныстың ( $p=0.515$ ) Vitrea бағдарламасындағы және OsiriX бағдарламасындағы ( $p=0.053$ ), ( $p=0.984$ ), ( $p=0.969$ ), ( $p=0.836$ ) айырмашылықтар деңгейіне, сәйкесінше статистикалық мәнге ықпалы анықталмады.

**Тұжырым:** бауыр көлемін есептеудің қол әдісі жартылай автоматтық әдіспен салыстырғанда барынша нақты әрі қолайлы әдіс болып саналады. Жыныс, жас, ДМИ және КТ-волюметриясын және бауыр трансплантациясын өткізгеннен кейінгі күндер саны сияқты параметрлер әрбір әдістегі айырмашылықтар деңгейіне әсер етпейді.

**Түйінді сөздер:** Компьютерлік томография, КТ-волюметрия, бауыр трансплантациясы, трансплантат массасы, графт, донор, реципиент, бағдарлама.

**Введение.** По данным ВОЗ за 2018 год, трансплантация печени по частоте проведения стоит на 2-ом месте в мире после трансплантации почек. Ежегодно в мире проводится до 20 тыс. трансплантаций печени (14,6% от донора при жизни).

Трансплантация печени от живого донора является стандартным методом лечения пациентов с терминальной стадией заболеваний печени, особенно в странах с неразвита программой трупного донорства [1–5].

Трансплантация печени от родственного донора в Казахстане проводится с 2011 года. По состоянию на 2020 год в 5 центрах трансплантологии в Казахстане было выполнено 341 трансплантация печени от родственного донора. В ведущем центре трансплантации ННЦХ им. А.Н. Сызганова с декабря 2011 г. по октябрь 2020 г. было проведено 151 пересадки печени от живого донора.

Данный вид операции представляет собой обширное многоэтапное хирургическое вмешательство, которое справедли-

во считается наиболее сложным в абдоминальной хирургии и в трансплантации в целом. Она включает в себя несколько этапов, таких как: предоперационная подготовка, операция и послеоперационный период.

**Methods:** the one-center retrospective study including data from 43 liver donors who underwent computed tomography, CT volumetry, and liver transplantation at the National Center of Surgery named after A.N. Syzganov 2018-2021 y.

**Results:** Data from 43 liver donors 12 women (27.9%) and 31(72.1%) men were analyzed, the mean age of the donors was  $29.8 \pm 7.3$  years. The mean weight of the graft –  $702.6 \pm 141.6$  g. The right lobe volume by Vitrea software was  $763.7 \pm 113.3$  ml, by OsiriX software  $833.2 \pm 146.9$  ml. The discrepancy between the graft weight and estimated volume of the liver by Vitrea was  $17.7 \pm 23.5\%$ , by OsiriX  $25.4 \pm 29.1\%$ . The difference of the OsiriX was higher than the Vitrea, which is statistically significant ( $p=0.004$ ). There was no statistically significant relation of age ( $p=0.576$ ), BMI ( $p=0.474$ ), quantity days from CT volumetry to liver transplantation ( $p=0.263$ ), gender ( $p=0.515$ ) with the discrepancy by Vitrea and OsiriX applications ( $p=0.053$ ), ( $p=0.984$ ), ( $p=0.969$ ), ( $p=0.836$ ), respectively.

**Conclusions:** The manual method for estimation liver volume is more accurate and preferred than semi-automatic method. Parameters such as gender, age, BMI, and quantity days from CT volumetry and transplantation do not affect to the discrepancy of each method.

**Keywords:** Computed tomography, CT volumetry, liver transplantation, graft weight, donor, recipient, software.

во считается наиболее сложным в абдоминальной хирургии и в трансплантации в целом. Она включает в себя несколько этапов, таких как: предоперационная подготовка, операция и послеоперационный период.

В предоперационном периоде в дополнение к общей хирургической пригодности донора, донорская гепатэктомия требует детальной оценки стеатоза печени, анатомии сосудов и желчных протоков и оценки объема будущей остаточной доли печени и трансплантата.

Предоперационная оценка объема донорской печени играет важную роль как для донора, так и для реципиента. Остаточный объем печени донора должен составлять не менее 30-40% от общего объема печени для обеспечения безопасности донора. У реципиента соотношение между размером трансплантата и массой тела реципиента в идеале должно быть выше 0,8% – 1% [6].

Компьютерно- томографическая (КТ) волюметрия является стандартным методом предоперационной оценки объе-

ма печени. Neumysfield S. и соавт. [7] были первыми, кто рассчитал объем печени в предоперационном периоде в 1970 году, с тех пор было разработано множество программных пакетов, таких как ручные, полуавтоматические и автоматизированные программы расчета объема печени. Ручной метод является стандартным в волюметрии, однако он отнимает много времени и требует точности от специалиста. С развитием полуавтоматических и автоматизированных методов расчета некоторые исследования показали, что они обеспечивают приемлемые оценки объема печени и значительно сокращают затрачиваемое время [8, 9]. Однако, на сегодняшний день существует тенденция к расхождению в расчёте объема печени по сравнению с любым из методов и интраоперационным весом трансплантата [1], [8], [10–13]. Выделяют ряд факторов, влияющих на расхождение результатов программ, такие как возраст доноров, пол, индекс массы тела, а также количество дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации печени [14, 15].

В литературе наблюдается ограниченное количество исследований по изучению точности программных обеспечений. В нашем исследовании мы включили два метода (ручной и полуавтоматический) для анализа точности каждого из них. Целью данного исследования было сравнить и оценить точность двух методов: ручного (Vitrea) и полуавтоматического (OsiriX) при расчёте объема правой доли печени у родственных доноров с фактическим весом трансплантата. А также изучить влияние таких факторов как: возраст, пол, ИМТ, количество дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации печени на расхождение каждой программы.

**Методы.** Данное исследование было одобрено этическим комитетом Казахстанского Национального Медицинского Университета им. С.Д. Асфендиярова (№3 (109) от 31.03.2021 года).

Материалы и методы: одноцентровое проспективное исследование, включающее данные 43 доноров печени. Всем донорам была проведена Компьютерная томография брюшной полости с введением контрастного вещества, КТ-волюметрия и трансплантация печени в отделении гепато-панкреобилиарной хирургии и трансплантации печени Национального Научного Центра хирургии им. А.Н. Сызганова за период 2018-2021 гг.

Критериями включения были взрослая трансплантация (старше 18 лет) с правосторонней гепатэктомией и объемом левой доли печени не менее 35%. Пациенты, которым было проведено КТ исследование в других больницах были исключены. Все доноры печени имели здоровую печень, пациенты со стеатозом печени также были исключены из исследования. Компьютерная томография

Мультиспиральная КТ выполнялась с использованием 160-срезового томографа (Canon Aquilion, Prime SP). Все пациенты получали 1,6 мл/кг (что соответствует 560 мг йода/кг) неионного изоосмолярного контрастного вещества (Йодиксанол, Visipaque 320, GE Healthcare, Inc.). Изображения были получены во время артериальной, портальной и отсроченной фаз (25-40, 70 и 180 секунд соответственно после начала введения контрастного вещества).

Задержка сканирования перед началом визуализации фазы печеночной артерии определялась с помощью блоуктрекинга с автоматическим запуском сканирования Ulrich (Германия).

КТ-данные Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) 43 доноров выгружались из Picture Archiving and Communication System (PACS) и оценивались двумя методами: ручным (Vitrea) и полуавтоматическим (OsiriX).

Расчёт объема печени донора проводился в два этапа: (1) расчет общего объема печени и (2) расчет левой доли плюс I сегмент для определения остаточного объема печени. Объем правой доли печени равен разнице между общим объемом и левой долей печени, включая I сегмент. Линия виртуальной резекции печени проходит по правому краю от средней печеночной вены и ложа желчного пузыря. Полученный объем сравнивался с интраоперационным весом графта. Расчетные объемы печени представлены в миллилитрах (мл), масса трансплантата - в граммах (г).

Ручная компьютерная томография с использованием программного обеспечения Vitrea

На каждом аксиальном скане контур печени был обведен вручную курсором мыши с помощью инструмента карандаш. Нижняя полая вена, воротная вена с основными ветвями и желчный пузырь были исключены из области интереса. Общий объем печени и остаточный объем печени были получены путем суммирования объема на каждом срезе. Для определения объема печени без сосудов в панели инструментов задавался допустимый порог плотности, что соответствовал плотности печени, таким образом объем сосудов был исключен. Результаты были сохранены в виде скриншота (рисунок 1).

Полуавтоматическая компьютерная томография с использованием программного обеспечения OsiriX

В программу OsiriX загружались DICOM донора. На каждом третьем аксиальном срезе с помощью инструмента «карандаш» вручную была обведена область печени, магистральные сосуды, желчный пузырь исключались. После этого программа автоматически сконструировала недостающие части. Полученные ложноположительные участки были исправлены вручную курсором мыши. После окончания, на экране появляется окно с 3D моделью печени и объем. Аналогичным образом проводится волюметрия левой доли печени. Результаты КТ-волюметрии были сохранены в виде скриншота (рисунок 2).

Интраоперационное измерение веса трансплантата На back table после резекции хирург промывал графт физиологическим раствором и раствором гистидин-триптофанкетоглутарата (Кустодиол) для удаления крови, после чего трансплантат взвешивали на электрических весах.

Статистика: Колмогорова-Смирнова тест был использован для определения нормальности распределения выборки. Для описательной статистики были использованы среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение (SD). Объем печени, рассчитанный в программе Vitrea и в программе OsiriX сравнивался с весом графта. Расхождение каждой программы было представлено в процентах (%), 100% значением которого являлся вес графта. Т-критерий Вилкоксона был

применен для определения статистического различия между ручной (Vitrea) и полуавтоматической (OsiriX) программами. Хи- квадрат Пирсона был использован для определения влияния пола, возраста, индекса массы тела (ИМТ), количества дней от проведения КТ- волюметрии и трансплантации печени на расхождение ручной и полуавтоматической программ. Значение  $p < 0,05$  использовалось для определения статистической значимости.

Статистический анализ проводился в программе SPSS (IBM corp., 20 version).

Результаты. Данные 43 доноров печени были проанализированы 12 (27.9%) женщин и 31(72.1%) мужчин. Средний

возраст доноров составил  $29.8 \pm 7.3$  лет, ИМТ –  $24.0 \pm 3.4$ . Среднее количество дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации печени составило  $67.5 \pm 80.2$  дней. Характеристика доноров представлена в таблице 1.

Средний вес графта составил  $702.6 \pm 141.6$  гр. Объем правой доли, рассчитанный ручным методом в программе Vitrea составил  $763.7 \pm 113.3$  мл. Объем правой доли, рассчитанный полуавтоматической программой OsiriX составил  $833.2 \pm 146.9$  мл (рисунок 3).

Расхождение между весом графта и рассчитанным объемом печени в программе Vitrea составило  $17.7 \pm 23.5\%$ , с программой OsiriX  $25.4 \pm 29.1\%$ . В 30 случаях из 43 расхож-



Рисунок 1- КТ- волюметрия печени в ручной программе Vitrea

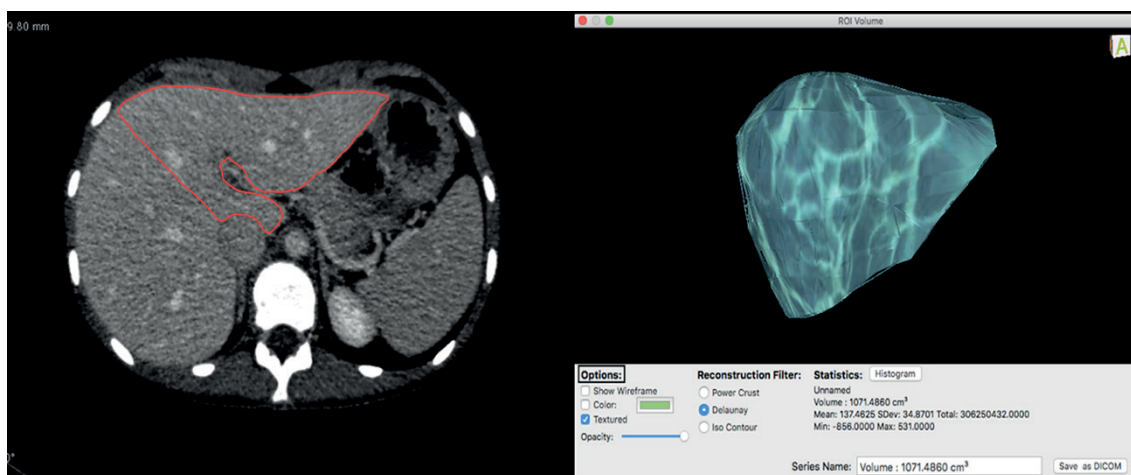


Рисунок 2 - КТ- волюметрия печени в полуавтоматической программе OsiriX

Таблица 1 - Характеристика доноров

Переменные (среднее $\pm$ SD*)	Значения
Возраст (года)	$29.8 \pm 7.3$
Пол (мужчины: женщины)	31:12
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	$24.0 \pm 3.4$
Среднее количество дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации	$67.5 \pm 80.2$

SD\*- стандартное отклонение

дение OsiriX было больше, чем расхождение в программе Vitrea, что является статистически значимым ( $p=0.004$ ), (рисунок 4).

Нами не было найдено статистически значимого влияния возраста ( $p=0.576$ ), ИМТ ( $p=0.474$ ), количества дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации печени ( $p=0.263$ ), а также пола ( $p=0.515$ ) на степень расхождения программы Vitrea. Также не было найдено статистически значимого влияния аналогичных параметров на расхождение программы OsiriX ( $p=0.053$ ), ( $p=0.984$ ), ( $p=0.969$ ), ( $p=0.836$ ) соответственно.

Обсуждение результатов

Расхождение ручного метода расчёта объема печени в программе Vitrea оказалось меньше, в сравнении с полуавтоматическим методом в программе OsiriX MD, таким образом, программа Vitrea показала более точные результаты и является методом выбора в предоперационном расчёте объема печени донора.

Martel G. и соавт. [16] сообщили в своем исследовании, что расхождение около 5% между расчетным объемом и фак-

тической массой трансплантата может повлиять на клинический результат.

Существуют некоторые факторы, влияющие на разницу и погрешность оценки между предоперационным объемом печени и массой трансплантата.

Согласно нашему исследованию, мы сравнили объем печени и массу трансплантата с общепринятой оценкой 1,0 г/мл. В предыдущих исследованиях авторы обсуждали разницу в плотности печени и приводят доказательства того, что плотность печени составляет  $<1,0$  г/мл [18–20]. Hwang C. и соавт. в своем исследовании приводит соотношение плотности печени 1.08 г./см<sup>3</sup>. Lemke A. и соавт. в своем исследовании приводит диапазон от 1.00 до 1.33 г/см<sup>3</sup> [11]. Эти данные проводились у пациентов с нормальной плотностью печени, если брать во внимание пациентов с жировой дегенерацией печени соотношение плотности и веса печени будет увеличиваться, что также может повлиять на степень расхождения. Для более точных расчетов мы исключили пациентов со стеатозом печени.

В нашем исследовании мы выполнили КТ- волюметрию тол-

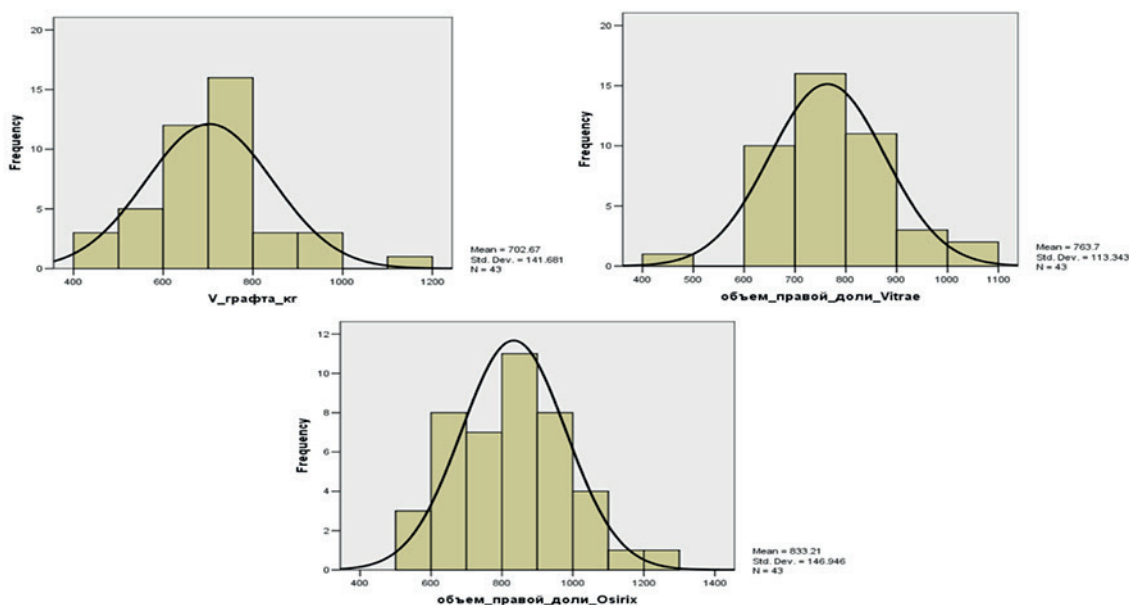


Рисунок 3 - Среднее значение веса графта, объема правой доли печени рассчитанные в программах Vitrea и OsiriX

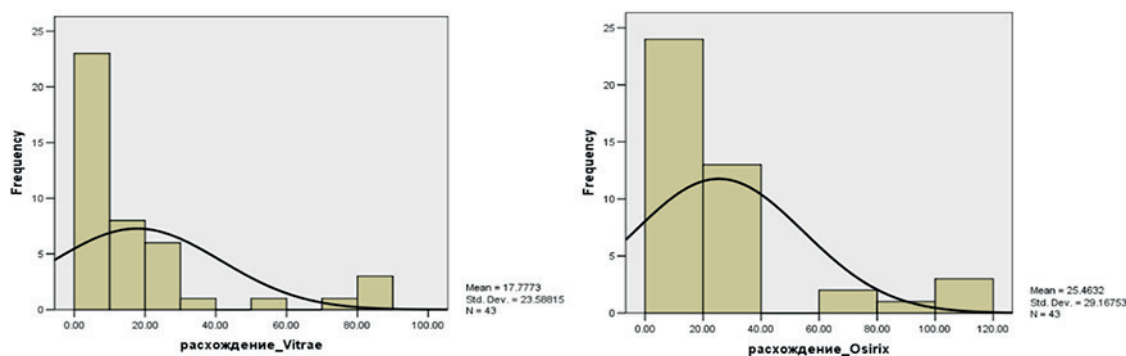


Рисунок 4 - Расхождение объема правой доли печени, рассчитанный в программах Vitrea и OsiriX с весом графта

щиной срезов 3 мм в каждом программном обеспечении. Считается, что чем тоньше срез, тем точнее результаты, поскольку снижается вероятность ложноположительных результатов [21]. Недостатком такого исследования является большой объем времени, кроме того, Phillip R. и др. в своем исследовании приводит данные об отсутствии статистически значимых различий между исследуемым объемом печени при малой толщине среза (<3 мм) и при большой толщине среза (>3 мм).

Были исследования, в которых на расхождение влиял возраст пациентов [14, 15]. К второстепенным факторам относят ИМТ, площадь поверхности тела (ППТ) донора и др. Как правило, с возрастом повышается риск развития стеатоза печени, а следовательно, снижается плотность печени. Kayashima H. и соавт. предполагал, что печень пациентов молодого возраста (младше 30 лет) имеет более богатое кровоснабжение и высокую степень проницаемости сосудов, что может влиять на перфузию и вес графта. Были проведены исследования, где выявлялось повышение степени расхождения у пациентов более старшего возраста

(старше 50 лет).

Наши результаты показывают, что нет статистически значимой связи между возрастом и рассчитанного объема печени. Такие факторы, как пол, ИМТ, количество дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации печени также не показали статистически значимой связи.

Наше исследование имело недостаток. В исследование была включена только правосторонняя гепатэктомия, доноры с другими видами резекций, такими как левосторонняя гепатэктомия и резекция левого латерального сектора не были включены в виду недостаточного количества для проведения исследования.

**Выводы.** Таким образом, ручной метод расчёта объема печени в программе Vitrea является более точным и предпочтительным методом в сравнении с полуавтоматическим методом в программе OsiriX MD. Такие параметры как пол, возраст, ИМТ и количество дней от проведения КТ-волюметрии и трансплантации не влияют на степень расхождения каждого метода.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Hiroshige S, Shimada M, Harada N, Shiotani S, Ninomiya M, Minagawa R, et al. Accurate preoperative estimation of liver-graft volumetry using three-dimensional computed tomography. *Transplantation*. 2003 May 15;75(9):1561–4. doi: 10.1097/01.TP.0000053755.08825.12.
- Kawasaki S, Makuuchi M, Matsunami H, Hashikura Y, Ikegami T, Nakazawa Y, et al. Living related liver transplantation in adults. *Ann Surg*. 1998;227(2):269–74. doi: 10.1097/00000658-199802000-00017.
- Tanaka K, Uemoto S, Tokunaga Y, Fujita S, Sano K, Nishizawa T, et al. Surgical techniques and innovations in living related liver transplantation. *Ann Surg*. 1993;217(1):82. doi: 10.1097/00000658-199301000-00014.
- Lee SG, Park KM, Lee YJ, Hwang S, Choi DR, Ahn CS, et al. 157 Adult-to-Adult Living Donor Liver Transplantation. 2001. doi: 10.1016/s0041-1345(00)02492-1.
- Chen CL, Fan ST, Lee SG, Makuuchi M, Tanaka K. Living-donor liver transplantation: 12 years of experience in Asia. *Transplantation*. 2003;75. doi: 10.1097/01.TP.0000046533.93621.C7.
- Lo CM, Fan ST, Uu CL, Wei Wl, Lo RJW, Lai CL, et al. Adult-to-adult living donor liver transplantation using extended right lobe grafts. *Ann Surg*. 1997;226(3):261–70. doi: 10.1097/00000658-199709000-00005.
- Heymsfield SB, Fulenwider T, Nordlinger B, Barlow R, Sones P, Kutner M. Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography. *Ann Intern Med*. 1979;90(2):185–7. doi: 10.7326/0003-4819-90-2-185.
- Nakayama Y, Li Q, Katsuragawa S, Ikeda R, Hiai Y, Awai K, et al. Automated hepatic volumetry for living related liver transplantation at multisection CT. *Radiology*. 2006 Sep;240(3):743–8. doi: 10.1148/radiol.2403050850.
- Hermoye L, Laamari-Azjal I, Cao Z, Annet L, Lerut J, Dawant BM, et al. Liver segmentation in living liver transplant donors: Comparison of semiautomatic and manual methods. Vol. 234, *Radiology*. 2005. p. 171–8. doi: 10.1148/radiol.2341031801.
- Gondolesi GE, Yoshizumi T, Bodian C, Kim-Schluger L, Schiano T, Fishbein T, et al. Accurate method for clinical assessment of right lobe liver weight in adult living-related liver transplant. *Transplant Proc*. 2004 Jun;36(5):1429–33. doi: 10.1016/j.transproceed.2004.04.094.
- Lemke AJ, Brinkmann MJ, Schott T, Niehues SM, Settmacher U, Neuhaus P, et al. Living donor right liver lobes: preoperative CT volumetric measurement for calculation of intraoperative weight and volume. *Radiology*. 2006 Sep;240(3):736–42. doi: 10.1148/radiol.2403042062.
- Radtke A, Sotiropoulos GC, Nadalin S, Molmenti EP, Schroeder T, Saner FH, Sgourakis G, Cicinnati VR, Valentin-Gamazo C, Broelsch CE, Malago M, Lang H (2008) Preoperative volume prediction in adult live donor liver transplantation: 3-D CT volumetry approach to prevent miscalculations. *Eur J Med Res*. 28;13(7):319-26.
- Yuan D, Chen K, Li B, Yan L, Wei Y. Accurate and reasonable method for estimation of graft volume in living donor liver transplantation. *Transplantation*. 2008 Oct 15;86(7):1011–2. doi: 10.1097/TP.0b013e3181875959.
- Kayashima H, Taketomi A, Yonemura Y, Ijichi H, Harada N, Yoshizumi T, et al. Accuracy of an age-adjusted formula in assessing the graft volume in living donor liver transplantation. *Liver Transpl*. 2008 Sep;14(9):1366–71. doi: 10.1002/lt.21547.
- Yonemura Y, Taketomi A, Soejima Y, Yoshizumi T, Uchiyama H, Gion T, et al. Validity of preoperative volumetric analysis of congestion volume in living donor liver transplantation using three-dimensional computed tomography. *Liver Transpl*. 2005 Dec;11(12):1556–62. doi: 10.1002/lt.20537.
- Martel G, Cieslak KP, Huang R, van Lienden KP, Wiggers JK, Belblidia A, et al. Comparison of techniques for volumetric analysis of the future liver remnant: Implications for major hepatic resections. In: HPB. Blackwell Publishing Ltd; 2015. p. 1051–7. doi: 10.1111/hpb.12480.
- Karlo C, Reiner CS, Stolzmann P, Breitenstein S, Marinček B, Weishaupt D, et al. CT- and MRI-based volumetry of resected liver specimen: Comparison to intraoperative volume and weight measurements and calculation of conversion factors. *Eur J Radiol*. 2010 Jul;75(1). doi: 10.1016/j.ejrad.2009.09.005.
- Wigmore SJ, Redhead DN, Yan XJ, Casey J, Madhavan K, Dejong CHC, et al. Virtual hepatic resection using three-dimensional reconstruction of helical computed tomography angioprotograms. *Ann Surg*. 2001;233(2):221–6. doi: 10.1097/00000658-200102000-00011.
- Dello SAWG, Stoot JHMB, van Stiphout RSA, Bloemen JG, Wigmore SJ, Dejong CHC, et al. Prospective volumetric assessment of the liver on a personal computer by nonradiologists prior to partial hepatectomy. *World J Surg*. 2011 Feb;35(2):386–92. doi: 10.1007/s00268-007-9197-x.
- Hori M, Suzuki K, Epstein ML, Baron RL. Computed tomography liver volumetry using 3-dimensional image data in living donor liver transplantation: effects of the slice thickness on the volume calculation. *Liver Transpl*. 2011 Dec;17(12):1427–36. doi: 10.1002/lt.22419.

REFERENCES

- 21 Hiroshige S, Shimada M, Harada N, Shiotani S, Ninomiya M, Minagawa R, et al. Accurate preoperative estimation of liver-graft volumetry using three-dimensional computed tomography. *Transplantation*. 2003 May 15;75(9):1561–4. doi: 10.1097/01.TP.0000053755.08825.12.
- 22 Kawasaki S, Makuuchi M, Matsunami H, Hashikura Y, Ikegami T, Nakazawa Y, et al. Living related liver transplantation in adults. *Ann Surg*. 1998;227(2):269–74. doi: 10.1097/0000658-199802000-00017.
- 23 Tanaka K, Uemoto S, Tokunaga Y, Fujita S, Sano K, Nishizawa T, et al. Surgical techniques and innovations in living related liver transplantation. *Ann Surg*. 1993;217(1):82. doi: 10.1097/0000658-199301000-00014.
- 24 Lee SG, Park KM, Lee YJ, Hwang S, Choi DR, Ahn CS, et al. 157 Adult-to-Adult Living Donor Liver Transplantation. 2001. doi: 10.1016/s0041-1345(00)02492-1.
- 25 Chen CL, Fan ST, Lee SG, Makuuchi M, Tanaka K. Living-donor liver transplantation: 12 years of experience in Asia. *Transplantation*. 2003;75. doi: 10.1097/01.TP.0000046533.93621.C7.
- 26 Lo CM, Fan ST, Uu CL, Wei WJ, Lo RJW, Lai CL, et al. Adult-to-adult living donor liver transplantation using extended right lobe grafts. *Ann Surg*. 1997;226(3):261–70. doi: 10.1097/0000658-199709000-00005.
- 27 Heymsfield SB, Fulemwidder T, Nordlinger B, Barlow R, Sones P, Kutner M. Accurate measurement of liver, kidney, and spleen volume and mass by computerized axial tomography. *Ann Intern Med*. 1979;90(2):185–7. doi: 10.7326/0003-4819-90-2-185.
- 28 Nakayama Y, Li Q, Katsuragawa S, Ikeda R, Hiai Y, Awai K, et al. Automated hepatic volumetry for living related liver transplantation at multisection CT. *Radiology*. 2006 Sep;240(3):743–8. doi: 10.1148/radiol.2403050850.
- 29 Hermoye L, Laamari-Azjal I, Cao Z, Annet L, Lerut J, Dawant BM, et al. Liver segmentation in living liver transplant donors: Comparison of semiautomatic and manual methods. Vol. 234. *Radiology*. 2005. p. 171–8. doi: 10.1148/radiol.2341031801.
- 30 Gondolesi GE, Yoshizumi T, Bodian C, Kim-Schluger L, Schiano T, Fishbein T, et al. Accurate method for clinical assessment of right lobe liver weight in adult living-related liver transplant. *Transplant Proc*. 2004 Jun;36(5):1429–33. doi: 10.1016/j.transproceed.2004.04.094.
- 31 Lemke AJ, Brinkmann MJ, Schott T, Niehues SM, Settmacher U, Neuhaus P, et al. Living donor right liver lobes: preoperative CT volumetric measurement for calculation of intraoperative weight and volume. *Radiology*. 2006 Sep;240(3):736–42. doi: 10.1148/radiol.2403042062.
- 32 Radtke A, Sotiropoulos GC, Nadalin S, Molmenti EP, Schroeder T, Saner FH, Sgourakis G, Cicinnati VR, Valentin-Gamazo C, Broelsch CE, Malago M, Lang H (2008) Preoperative volume prediction in adult live donor liver transplantation: 3-D CT volumetry approach to prevent miscalculations. *Eur J Med Res*. 28;13(7):319-26.
- 33 Yuan D, Chen K, Li B, Yan L, Wei Y. Accurate and reasonable method for estimation of graft volume in living donor liver transplantation. *Transplantation*. 2008 Oct 15;86(7):1011–2. doi: 10.1097/TP.0b013e3181875959.
- 34 Kayashima H, Taketomi A, Yonemura Y, Ijichi H, Harada N, Yoshizumi T, et al. Accuracy of an age-adjusted formula in assessing the graft volume in living donor liver transplantation. *Liver Transpl*. 2008 Sep;14(9):1366–71. doi: 10.1002/lt.21547.
- 35 Yonemura Y, Taketomi A, Soejima Y, Yoshizumi T, Uchiyama H, Gion T, et al. Validity of preoperative volumetric analysis of congestion volume in living donor liver transplantation using three-dimensional computed tomography. *Liver Transpl*. 2005 Dec;11(12):1556–62. doi: 10.1002/lt.20537.
- 36 Martel G, Cieslak KP, Huang R, van Lienden KP, Wiggers JK, Belblidia A, et al. Comparison of techniques for volumetric analysis of the future liver remnant: Implications for major hepatic resections. In: HPB. Blackwell Publishing Ltd; 2015. p. 1051–7. doi: 10.1111/hpb.12480.
- 37 Karlo C, Reiner CS, Stolzmann P, Breitenstein S, Marincek B, Weishaupt D, et al. CT- and MRI-based volumetry of resected liver specimen: Comparison to intraoperative volume and weight measurements and calculation of conversion factors. *Eur J Radiol*. 2010 Jul;75(1). doi: 10.1016/j.ejrad.2009.09.005.
- 38 Wigmore SJ, Redhead DN, Yan XJ, Casey J, Madhavan K, Dejong CHC, et al. Virtual hepatic resection using three-dimensional reconstruction of helical computed tomography angioportograms. *Ann Surg*. 2001;233(2):221–6. doi: 10.1097/0000658-200102000-00011.
- 39 Dello SAWG, Stoot JHMB, van Stiphout RSA, Bloemen JG, Wigmore SJ, Dejong CHC, et al. Prospective volumetric assessment of the liver on a personal computer by nonradiologists prior to partial hepatectomy. *World J Surg*. 2011 Feb;35(2):386–92. doi: 10.1007/s00268-007-9197-x.
- 40 Hori M, Suzuki K, Epstein ML, Baron RL. Computed tomography liver volumetry using 3-dimensional image data in living donor liver transplantation: effects of the slice thickness on the volume calculation. *Liver Transpl*. 2011 Dec;17(12):1427–36. doi: 10.1002/lt.22419.

**Вклад авторов.** Все авторы принимали равносильное участие при написании данной статьи.

**Конфликт интересов** – не заявлен.

Данный материал не был заявлен ранее, для публикации в других изданиях и не находится на рассмотрении другими издательствами. При проведении данной работы не было финансирования сторонними организациями и медицинскими представительствами. Финансирование – не проводилось.

**Авторлардың үлесі.** Барлық авторлар осы мақаланы жазуға тең дәрежеде қатысты.

**Мүдделер қақтығысы** – мәлімделген жоқ.

Бұл материал басқа басылымдарда жариялау үшін бұрын мәлімделмеген және басқа басылымдардың қарауына ұсынылмаған. Осы жұмысты жүргізу кезінде сыртқы ұйымдар мен медициналық өкілдіктердің қаржыландыруы жасалған жоқ. Қаржыландыру жүргізілмеді.

**Authors' Contributions.** All authors participated equally in the writing of this article.

**No conflicts of interest** have been declared.

This material has not been previously submitted for publication in other publications and is not under consideration by other publishers. There was no third-party funding or medical representation in the conduct of this work. Funding - no funding was provided.

*Сведения об авторах:*

**Қалшабай Еркежан Еркінқызы** - врач лучевой диагностики, PhD докторант 3 года обучения КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова ORCID: 0000-0003-0493-6685 email: tulkbass16@gmail.com контакты: моб. +77751999522

**Жолдыбай Жамия Жолдыбаевна** - врач лучевой диагностики, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой «Лучевая диагностика» КазНМУ им. С.Д. Асфендиярова ORCID: 0000-0003-0553-9016 email: joldybay.j@gmail.com контакты: моб. +7772101612