

О.О. Колеснік  
А.А. Бурлака  
О.В. Ганіч  
М.І. Палій  
Т.С. Головка

Національний інститут раку  
МОЗ України, Київ, Україна

**Ключові слова:** волюметрія,  
«великі» резекції печінки, гостра  
печінкова недостатність.

## ВОЛЮМЕТРІЯ ПРИ РОЗШИРЕНИХ РЕЗЕКЦІЯХ ПЕЧІНКИ

**Обґрунтування і мета:** об'єм залишкової культури печінки є критичним чинником у гепатобіліарній хірургії, оскільки він репрезентує потенційний ризик розвитку гострої печінкової недостатності в післяопераційний період. Доцільність виконання волюметрії перед трансплантацією печінки доведено, однак досі немає чіткого алгоритму щодо її виконання на етапах планування резекцій печінки. Метою роботи було проаналізувати результати власного досвіду і дані сучасної фахової літератури для прецизійного визначення оптимального підходу до виконання волюметрії при резекціях печінки. **Об'єкт і методи:** проведено ретроспективну волюметрію у 15 пацієнтів, яким виконані розширені чи «великі» резекції печінки з приводу її первинних злоякісних новоутворень ( $n = 3$ ) або метастатичного ураження при колоректальному раку ( $n = 12$ ). Розрахунки проводили на основі зображень магнітно-резонансної томографії ( $n = 6$ ) чи спіральної комп'ютерної томографії ( $n = 9$ ), використовуючи програмне забезпечення *Extended Brilliance Workstation*, Philips, Eindhoven, Netherlands; *Onis 2.5* та *Varian Eclipse*. Проведено статистичний аналіз одержаних даних. **Результати:** медіана загального об'єму печінки становила  $1784,1 \pm 72,0$ ;  $1763,3 \pm 94,0$  та  $1799,9 \pm 81,0$  см<sup>3</sup> при застосуванні *Philips Workstation*, *Onis 2.5* та *Varian Eclipse* відповідно ( $p = 0,54$ ). Медіана об'єму залишкової культури печінки дорівнювала  $375,4 \pm 115,0$ ;  $368,7 \pm 111,0$  та  $397,9 \pm 110,0$  см<sup>3</sup> відповідно для вищезазначених програм ( $p = 0,73$ ). Тривалість виконання волюметрії становила відповідно  $42 \pm 12$ ;  $51 \pm 8$  та  $29 \pm 5$  хв ( $p = 0,83$ ). **Висновки:** аналіз отриманих результатів і даних літератури свідчить про достовірну подібність результатів, одержаних ручним і напівавтоматичними методами виконання волюметрії печінки. Волюметрія печінки та її окремих анатомічних структур при плануванні розширених резекцій є необхідним етапом в доопераційному обстеженні при розрахунку мінімально допустимого об'єму залишкової тканини органа.

### ВСТУП

У більшості спеціалізованих хірургічних центрів розширені резекції чи «великі» (видалення > 3 сегментів) гемігепатектомії стали рутинною практикою [1]. Відомо, що об'єм майбутньої культури печінки (КП) є незалежним фактором ризику розвитку гострої печінкової недостатності (ГПН) в післяопераційний період та асоціюється з рівнем післяопераційних ускладнень і тривалістю стаціонарного відновлення хворого.

Відповідно до висновків консенсусу Міжнародної дослідницької групи з хірургії печінки (International Study Group of Liver Surgery — ISGLS) [2], ГПН після резекції печінки являє собою втрату останньої здатності до виконання енергетичної, синтетичної, екскреторної та детоксикаційної функцій і супроводжується зростанням концентрації загальноного білірубину в сироватці крові на  $\geq 5$ -ту добу післяопераційного періоду. Частота виникнення ГПН перебуває в межах 1,2–32,0%, залежить від критеріїв селекції хворих та обсягу оперативного втручання [3]. Смертність таких пацієнтів у післяопераційний період становить 0–5%, при цьому ГПН залишається її основною причиною [4].

Фактори, що впливають на перебіг ГПН, можна розділити на 3 групи: клініко-демографічні характе-

ристики пацієнта (вік, діабет, ожиріння); стан паренхіми печінки (цироз, холестаза, стеатоз, токсичні ефекти хіміотерапії); хірургічно-залежні чинники (кровотеча, окисно-індуковані пошкодження в результаті ішемії-реперфузії, сепсис, недостатній об'єм КП) [5]. Відомо, що після резекції печінки відбувається зменшення кількості функціонуючої паренхіми, а в популяції гепатоцитів, які залишилися, одночасно активуються процеси регенерації, апоптозу та некрозу. У післяопераційний період лікарі повинні ставити перед собою завдання мінімізувати ризики розвитку некрозу та окисно-індукованого апоптозу клітин паренхіми печінки, одночасно зберігши адекватну синтетичну функцію органа [6].

**Принципи волюметрії.** У 2008 р. К. Kitajima та співавтори [7] опублікували дані про можливість виконання волюметрії печінки за показниками звичайного ультразвукового дослідження (УЗД); авторам вдалося досягти хороших кореляційних зв'язків із фактичним об'ємом паренхіми печінки після резекції. Незважаючи на поширеність УЗД, описана методика не отримала широкого визнання. Застосування більш сучасних методик (магнітно-резонансна томографія — МРТ, спіральна комп'ютерна томографія — СКТ) при плануванні розширених резекцій, трансплантації печінки та «великих» гепа-

тектотомій продемонструвало їх високу точність і специфічність як при розрахунках об'єму трансплантата, так і при прецизійній квантифікації об'єму всього органа до планування резекції [8]. Зокрема, СКТ-волюметрія дозволяє визначати співвідношення показників майбутнього об'єму залишкової культури печінки (ОЗКП) до загального об'єму печінки (ЗОП); такий підхід відіграє ключову роль у моніторингу ознак гіпертрофії та визначенні термінів виконання 2-го етапу резекції печінки при двоетапних та *in situ-split* резекціях цього органа [9].

Виявлене із застосуванням волюметрії зменшення об'єму печінки більше ніж на 50% достовірно підтверджує ефективність дренування жовчного дерева після встановлення ендоскопічного стенту в позапечінкові жовчні шляхи [10]. Запропоновано застосовувати СКТ-волюметрію з метою оцінки ефективності проведеної хіміотерапії у хворих із поширеним метастатичним процесом у печінці: прогресування хвороби характеризується збільшенням медіани об'єму печінки порівняно зі стабілізацією та регресією [11]. Автори публікації [12] інформують, що 3D-моделі печінки, отримані в результаті реконструкції даних МРТ, допомагають хірургам одержати достовірнішу інформацію про анатомію печінки, що у свою чергу робить оперативні втручання більш прогнозованими та безпечними.

Застосування регресійного аналізу отриманих результатів продемонструвало тісний кореляційний зв'язок між даними СКТ-волюметрії та водотоннажним методом ( $r = 0,985$ ). В експерименті виявлено, що об'єм печінки за результатами СКТ-волюметрії на 13% перевищує такий за даними водотоннажного методу замірів органа ( $p < 0,0001$ ); автори вважають, що логічним поясненням цієї різниці може бути реперфузія крові в органі [13].

У зв'язку з цим запропоновано застосовувати адаптаційні коефіцієнти, які дозволять адаптувати волюметрію та зробилять розрахунки на її основі більш реалістичними [14]. Зокрема, обґрунтовано формулу для проведення скринінгу донорів при підборі печінкового трансплантата та оцінки адекватності розмірів останнього, яка включає діаметр портальних вен за даними сонографії та СКТ-волюметрію печінки [15]. Розроблено алгоритм, метою якого є розрахунок стандартного об'єму печінки у дітей, яким планується трансплантація печінки: «стандартний об'єм печінки =  $689,9 \times S$  (площа) поверхні тіла —  $24,7$ » [16]. Інша група авторів запропонувала використовувати рівняння: «інтраопераційна маса =  $0,844 \times$  об'єм печінки за даними СКТ-волюметрії +  $5,271$ », що може бути корисним у прогнозуванні майбутньої маси трансплантата ( $r = 0,885$ ) [17]. Повідомлено, що застосування показників ЗОП, обчислених на основі формули з урахуванням площі поверхні тіла («ЗОП =  $-794,41 + 1267,28 \times S$  поверхні тіла»), дозволяє виявити близько 11% хворих, у яких при СКТ-волюметрії помилково занижена оцінка ризиків ГПН у післяоперацій-

ний період [18]. Водночас при застосуванні формули розрахунку ОЗКП за показниками стандартизованої СКТ-волюметрії та площі поверхні чи індексу маси тіла хворого продемонстровано сильну кореляційну залежність ( $r = 0,98$ ) [19]. У роботі [20] показано, що розрахунок майбутньої культури на основі даних СКТ до резекції за допомогою формули «об'єм печінки =  $706 \times S$  поверхні тіла +  $2,4$ » може забезпечити адекватну оцінку. Зокрема, такий підхід може бути корисним і у розрахунках після емболізації портальної вени. Аналіз алгоритмів визначення ЗОП, запропонованих різними авторами, показав сильний кореляційний зв'язок між безпосереднім і розрахованим об'ємами печінки, що демонструє ефективність 3D СКТ-волюметрії [21]. Використання запропонованої Н. Kayashima та співавторами [22] на основі ретроспективного аналізу даних 167 донорів формули, в якій враховується вік донора, дає медіану похибки 9,6%, що майже вдвічі менше, ніж при стандартних розрахунках.

Мета роботи — проаналізувати результати власного досвіду і дані сучасної фахової літератури для прецизійного визначення оптимального підходу до виконання волюметрії при резекціях печінки.

## ОБ'ЄКТ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У 15 клінічних випадках ретроспективно виконано СКТ- або МРТ-волюметрія радіологами, які мають досвід роботи  $\geq 7$  років із даними СКТ/МРТ черевної порожнини. Досліджували пацієнтів, які за період з березня 2014 р. по грудень 2015 р. в умовах клініки Національного інституту раку перенесли розширені чи «великі» резекції печінки з приводу злоякісних новоутворень печінки та її метастатичного ураження та дали інформовану згоду на участь у дослідженні.

Розрахунок об'єму печінки та її секцій/сегментів виконували в умовах центру із використанням робочих СКТ-станцій і спеціалізованого програмного забезпечення (Extended Brilliance Workstation, Philips, Eindhoven, Netherlands; Onis 2.5 (<http://www.onis-viewer.com/ProductInfo.aspx?id=19>) та Varian Eclipse). Критеріями включення в дослідження були: анатомічність резекцій печінки, виконання СКТ і МРТ в одному центрі із застосуванням однакового протоколу сканування.

Статистичний аналіз даних проводили за пакетом STATISTICA 8.0 (StatSoft, USA, 2009). Нормальність розподілу змінних перевіряли, використовуючи тест Шапіро — Вілка; для порівняння незалежних вибірок із ненормальним розподілом використовували тест Манна — Уїтні. За критичний рівень значущості при перевірці статистичних гіпотез приймали  $p = 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Більшість досліджуваних хворих були оперовані з приводу метастатичної хвороби при колоректальному раку (КРР) — 12 (80,0%). Більша частина (46,7%) з них мала синхронні метастази, метакрон-

ність метастатичного ураження печінки зареєстрована у 33,3%. З приводу гепатоцелюлярної та холангіоцелюлярної карциноми оперовані 2 (13,3%) та 1 (6,7%) пацієнт відповідно. Серед проаналізованих хворих жінок було більше, ніж чоловіків у 2 рази, медіана віку становила  $55,5 \pm 0,8$  року. У більшості випадків розрахунки волюметрії проводили на основі СКТ-зображень — 9 (60,0%) (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика хворих		
Показники	n	%
Вік, років	$55,5 \pm 0,8$	
Статевий розподіл (чоловіки/жінки)	5/10	33,3/66,7
СКТ/МРТ	9/6	60,0/40,0
Захворювання		
гепатоцелюлярна карцинома	2	13,3
холангіоцелюлярна карцинома	1	6,7
Синхронні метастази КРР	7	46,7
Метахронні метастази КРР	5	33,3
Усього	15	100,0

Як зазначено вище, СКТ- і МРТ-зображення печінки проаналізовано за допомогою трьох видів спеціалізованих програм (софтів): Extended Brilliance Workstation, Philips, Eindhoven, Netherlands; Onis 2.5 та Varian Eclipse. Визначали як повний об'єм печінки, так і розмір майбутньої культи на предмет встановлення мінімально допустимого об'єму тканини, який забезпечить потреби організму. На момент виконання волюметрії лікар-рентгенолог не мав доступу до інформації щодо обсягу оперативного втручання та стану хворого в ранній післяопераційний період.

Аналіз отриманих даних продемонстрував лише незначні (статистично не суттєві) розбіжності результатів залежно від застосованого програмного забезпечення (табл. 2). Так, медіана ЗОП становила  $1784,1 \pm 72,0$ ;  $1763,3 \pm 94,0$  та  $1799,9 \pm 81,0$  см<sup>3</sup> при використанні Philips Workstation, Onis 2.5 та Varian Eclipse відповідно ( $p = 0,54$ ); а медіана ОЗКП —  $375,4 \pm 115,0$ ;  $368,7 \pm 111,0$  та  $397,9 \pm 110,0$  см<sup>3</sup> відповідно ( $p = 0,73$ ). Не зареєстровано достовірної відмінності і за тривалістю виконання розрахунків ЗОП та ОЗКП ( $p = 0,83$ ). Водночас хочемо відмітити, що ручна волюметрія була більш тривалою як на Philips Workstation, так і на Onis 2.5, тоді як напівавтоматичний метод Varian Eclipse дозволив економити час рентгенолога.

Таблиця 2

Значення ЗОП та ОЗКП за використання різних спеціалізованих програм проведення волюметрії

Змінні	Philips Workstation	Onis 2.5	Varian Eclipse	p
ЗОП, см <sup>3</sup>	$1784,1 \pm 72,0$	$1763,3 \pm 94,0$	$1799,9 \pm 81,0$	0,54
ОЗКП (сегменти II, III – ліва латеральна секція), см <sup>3</sup>	$375,4 \pm 115,0$	$368,7 \pm 111,0$	$397,9 \pm 110,0$	0,73
Тривалість виконання волюметрії, хв	$42 \pm 12$	$51 \pm 8$	$29 \pm 5$	0,83

За даними проведеного аналізу виявлено, що існує тенденція до збільшення значення ЗОП при виконанні волюметрії за допомогою програмного за-

безпечення Varian Eclipse, тоді як розрахунки за допомогою програм Onis та Philips дають дещо нижчі значення (рис. 1). Останнє можна пояснити принципами, закладеними в роботу програм; зокрема, при роботі з Onis 2.5 лікар-рентгенолог визначає контури печінки вручну, виходячи зі свого досвіду та знання анатомії, що дозволяє виконувати більш точний аналіз. Напівавтоматичне програмне забезпечення (Varian Eclipse) може мати похибку при розрахунках у зв'язку з нечітким контуром печінки та багатьма іншими факторами.

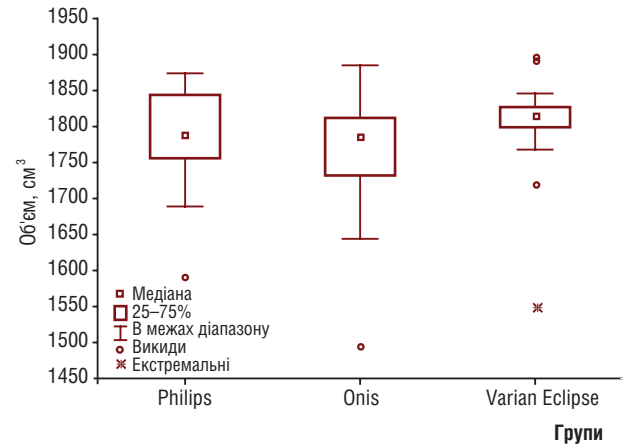


Рис. 1. Графічне зображення (2D Box Plots) медіани та стандартної похибки ЗОП (сегменти II, III) залежно від методу обробки МРТ- і СКТ-сканів (Extended Brilliance Workstation, Philips; Onis 2.5 та Varian Eclipse)

Подібна тенденція була зареєстрована і при аналізі отриманих розрахунків ОЗКП (рис. 2).

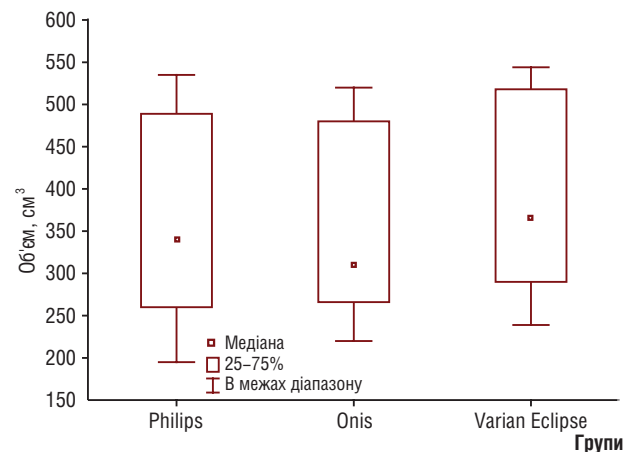


Рис. 2. Графічне зображення (2D Box Plots) медіани та стандартної похибки ОЗКП залежно від методу обробки МРТ- і СКТ-сканів (Extended Brilliance Workstation, Philips; Onis 2.5 та Varian Eclipse)

За останні декілька років розроблено та впроваджено багато методик розрахунку ЗОП на основі зображень МРТ/СКТ. Першим був запропонований метод ручної волюметрії. Хоча через тривалість виконання методика не знайшла широкого застосування, проте і досі залишається актуальною. У недалекому минулому були винайдені автоматичний і напівавтоматичний способи сегментації, наприклад із використанням гістограмного аналізу клас-

терів. Розроблено автоматичну схему розрахунку ЗОП за даними зображень СКТ і створено спеціалізоване програмне забезпечення для автоматичної волюметрії печінки, що на сьогодні вважається стандартом [23]. Автоматичний метод виконання волюметрії печінки на основі аналізу даних СКТ, який продемонстрував хорошу кореляцію із показниками *in vivo* ( $r = 0,792$ ), запропоновано і за результатами дослідження у хворих, які були в очікуванні трансплантації [24].

За даними різних досліджень, показники при автоматичній, інтерактивній і ручній волюметріях у одного пацієнта були рівнозначними (коефіцієнти кореляції між методиками  $r = 0,94$  та  $r = 0,96$ ); автоматизована волюметрія потребувала < 1 хв на пацієнта, ручна — 40 хв, інтерактивна — близько 30 хв, що збігається з нашими даними.

Наявність сильного кореляційного зв'язку між висотою та об'ємом печінки ( $r = 0,767$ ,  $p < 0,001$ ) дозволила авторам публікації [25] довести, що виміри висоти печінки можуть допомогти швидко розрахувати об'єм органа, тим самим зменшивши затрати часу на ручну сегментацію даних СКТ. Впроваджено загальні принципи виконання сегментації СКТ-/МРТ-зображень із використанням анізотропного дифузійного фільтра для зниження рівня шумів зображення; специфічної шкали градієнта магнітуди фільтра з метою підвищення чіткості країв печінки; алгоритму швидкого виявлення контурів органа та низки інших адаптаційних прийомів [26]. Описаний підхід до виконання комп'ютерної волюметрії печінки став золотим стандартом, його показники відмінно корелюють із даними ручного методу (внутрішньогрупові коефіцієнти  $r = 0,94$  та  $r = 0,98$  відповідно), затрати рентгенолога в часі мінімальні.

Останнім часом набирає широкого розповсюдження використання при волюметрії печінки незалежного софту для аналізу цифрових зображень СКТ або МРТ на персональному комп'ютері. Проведено порівняння ефективності програм ImageJ (<http://rsb.info.nih.gov/ij/download.html>) та OsiriX (<http://www.osirix-viewer.com>) при ретроспективній СКТ-волюметрії у хворих, яким були виконані «великі» резекції печінки [27]. У результаті проведених досліджень виявлені значні кореляційні зв'язки між безпосереднім вивченням об'єму частини печінки, яку видаляли, *in vivo* та об'ємом, обчисленим за допомогою ImageJ та OsiriX на персональному комп'ютері ( $r = 0,89$  та  $r = 0,83$  відповідно).

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз отриманих результатів і даних літератури демонструє актуальність проведених досліджень та свідчить про достовірну подібність результатів, одержаних ручним і напівавтоматичним методами виконання волюметрії печінки та її окремих сегментів/секцій.

2. Волюметрія печінки та її окремих анатомічних структур при плануванні розширених резекцій є не-

обхідним етапом у доопераційному обстеженні пацієнта при розрахунку мінімально допустимого залишкового об'єму тканини.

3. Проведений аналіз рентгенологічних зображень продемонстрував, що ручна волюметрія з використанням незалежного софту дозволяє ефективно прогнозувати майбутній ОЗКП.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kingham TP, Correa-Gallego C, D'Angelica MI, et al. Hepatic parenchymal preservation surgery: decreasing morbidity and mortality rates in 4,152 resections for malignancy. *J Am Coll Surg* 2015; **220** (4): 471–9.
2. Rahbari NN, Garden OJ, Padbury R, et al. Posthepatectomy liver failure: a definition and grading by the International Study Group of Liver Surgery (ISGLS). *Surgery* 2011; **149** (5): 713–24.
3. Kawano Y, Sasaki A, Kai S, et al. Short- and long-term outcomes after hepatic resection for hepatocellular carcinoma with concomitant esophageal varices in patients with cirrhosis. *Ann Surg Oncol* 2008; **15**: 1670–6.
4. Burlaka AA, Kolesnik OO. Principles of acute liver failure detection and its management in early post-operative period (review of literature). *Oncology* 2016; **18** (1): 1–5.
5. D'Onofrio M, DeRobertis R, Demozzi E, et al. Liver volumetry: Is imaging reliable? Personal experience and review of the literature. *World J Radiol* 2014; **6** (4): 62–71.
6. Michalopoulos GK, DeFrances MC. Liver regeneration. *Science* 1997; **276**: 60–6.
7. Kitajima K, Taboury J, Boleslawski E, et al. Sonographic preoperative assessment of liver volume before major liver resection. *Gastroenterol Clin Biol* 2008; **32**: 382–9.
8. Aoyama M, Nakayama Y, Awai K, et al. A simple method for accurate liver volume estimation by use of curve-fitting: a pilot study. *Radiol Phys Technol* 2013; **6**: 180–6.
9. Zappa M, Dondero F, Sibert A, et al. Liver regeneration at day 7 after right hepatectomy: global and segmental volumetric analysis by using CT. *Radiology* 2009; **252**: 426–32.
10. Vienne A, Hobeika E, Gouya H, et al. Prediction of drainage effectiveness during endoscopic stenting of malignant hilar strictures: the role of liver volume assessment. *Gastrointest Endosc* 2010; **72**: 728–35.
11. Kalkmann J, Forsting M, Stattaus J. Liver volume variations as a parameter to assess therapy response in advanced metastatic liver disease. *Onkologie* 2011; **34**: 30–4.
12. Numminen K, Sipilä O, Mäksälä H. Preoperative hepatic 3D models: virtual liver resection using three-dimensional imaging technique. *Eur J Radiol* 2005; **56**: 179–84.
13. Mokry T, Bellemann N, Muller D, et al. Accuracy of estimation of graft size for living-related liver transplantation: first results of a semi-automated interactive software for CT-volumetry. *PLoS One* 2014; **9** (10): e110201.
14. Karlo C, Reiner CS, Stolzmann P, 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; **75**: 107–11.
15. Tongyoo A, Pomfret EA, Pomposelli JJ. Accurate estimation of living donor right hemi-liver volume from portal vein diameter measurement and standard liver volume calculation. *Am J Transplant* 2012; **12**: 1229–39.
16. Saeki I, Tokunaga S, Matsuura T, et al. A formula for determining the standard liver volume in children: a special reference for neonates and infants. *Pediatr Transplant* 2012; **16**: 244–9.
17. Lee J, Kim KW, Kim SY, et al. Feasibility of semiautomated MR volumetry using gadoteric acid-enhanced MRI at hepatobiliary phase for living liver donors. *Magn Reson Med* 2014; **72** (3): 640–5.
18. Ribero D, Amisano M, Bertuzzo F, et al. Measured versus estimated total liver volume to preoperatively assess the adequacy

cy of the future liver remnant: which method should we use? *Ann Surg* 2013; **258**: 801–6.

19. Chun YS, Ribero D, Abdalla EK, *et al.* Comparison of two methods of future liver remnant volume measurement. *J Gastrointest Surg* 2008; **12**: 123–8.

20. Vauthey JN, Chaoui A, Do KA, *et al.* Standardized measurement of the future liver remnant prior to extended liver resection: methodology and clinical associations. *Surgery* 2000; **127**: 512–9.

21. Muller SA, Blauer K, Kremer M, *et al.* Exact CT-based liver volume calculation including nonmetabolic liver tissue in three-dimensional liver reconstruction. *J Surg Res* 2014; **160**: 236–43.

22. Kayashima H, Taketomi A, Yonemura Y, *et al.* Accuracy of an age-adjusted formula in assessing the graft volume in living donor liver transplantation. *Liver Transpl* 2008; **14**: 1366–71.

23. Suzuki K, Epstein ML, Kohlbrenner R, *et al.* Quantitative radiology: automated CT liver Volumetry compared with interactive volumetry and manual volumetry. *Am J Roentgenol* 2011; **197**: 706–712.

24. Nakayama Y, Li Q, Katsuragawa S, *et al.* Automated hepatic volumetry for living related liver transplantation at multisession CT. *Radiology* 2006; **240**: 743–8.

25. Soyer P, Sirol M, Dohan A, *et al.* Hepatic height on coronal computed tomography images predicts total liver volume in European adults without liver disease. *Dig Dis Sci* 2012; **57**: 1692–97.

26. Suzuki K, Huynh HT, Liu Y, *et al.* Computerized segmentation of liver in hepatic CT and MRI by means of level-set geodesic active contouring. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2013; vol. 2013, 2984–7.

27. Dello SA, Stoot JH, van Stiphout RS, *et al.* Prospective volumetric assessment of the liver on a personal computer by nonradiologists prior to partial hepatectomy. *World J Surg* 2011; **35**: 386–92.

## VOLUMETRY IN MAJOR LIVER RESECTION

O.O. Kolesnik, A.A. Burlaka, A.V. Hanich,  
M.I. Paly, T.S. Golovko

**Summary. Introduction:** future liver remnant is a critical factor in hepatobiliary surgery, because it represents a potential risk of acute liver failure in postoperative period. The reasonability of routine volumetry prior to liver transplantation is unquestionable. However, there is a lack of clear recommendations for this procedure in the cohort of patients with planned liver resection. **The aim** was to analyze the results of own experience and current literature data precision for determining the optimal approach to the volumetry before major liver resection. **Object and methods:** the survey included 15 cases

whom volumetry performed retrospectively by radiologists with  $\geq 7$  years of experience in abdominal computed tomography (CT)/magnetic resonance imaging (MRI). All patients were those who underwent «major» liver resections due to liver malignancies or its metastatic injuries during the period March, 2014 – December, 2015 in the clinic of National Cancer Institute. Calculation of the liver and its sections/segments volume has been done using operational CT stations and specialized software (Extended Brilliance Workstation, Philips, Eindhoven, the Netherlands; Onis 2.5 and Varian Eclipse) from the facilities of Institute. **Results:** the median of total liver volume was  $1784.1 \pm 72.0$ ;  $1763.3 \pm 94.0$  and  $1799.9 \pm 81.0 \text{ cm}^3$  when Philips Workstation, Onis 2.5 and Varian Eclipse used, respectively ( $p = 0.54$ ). Future liver remnant median was  $375.4 \pm 115.0$ ;  $368.7 \pm 111.0$  and  $397.9 \pm 110.0 \text{ cm}^3$  with mentioned above programs, respectively ( $p = 0.73$ ). The manual volumetry was the most time-consuming both with Philips Workstation ( $42 \pm 12 \text{ min}$ ), and in Onis 2.5 ( $51 \pm 8 \text{ min}$ ), whereas the semi-automatic method (Varian Eclipse) subjectively allowed to save radiologist's time and it comprised  $29 \pm 5 \text{ min}$ . **Conclusions:** analysis of obtained results and literature data demonstrate high importance of the carried out studies and indicate reliable correlation between manual and semi-automatic methods of volumetric measurements of liver and its separate segments/sections. It was demonstrated that volumetry of liver and its separate anatomic structures on the stage of «major» resections planning is a necessary point in pre-operative examination of the calculation of minimally permissible tissue volume in these patients.

**Key Words:** volumetry, «major» liver resections, acute liver failure.

### Адреса для листування:

Бурлака А.А.  
03022, Київ, вул. Ломоносова, 33/43  
Національний інститут раку  
E-mail: nir.burlaka@gmail.com

Одержано: 25.04.2016