

# РОЛЬ СТЕРЕОТАКСИЧНОЇ РАДІОТЕРАПІЇ В КОМПЛЕКСНОМУ ПАЛІАТИВНОМУ ЛІКУВАННІ ХВОРИХ НА РАК ПІДШЛУНКОВОЇ ЗАЛОЗИ

Дронов О.І.<sup>1</sup>, Земсков С.В.<sup>1</sup>, Грязов А.Б.<sup>2</sup>, Андрійченко О.Г.<sup>2</sup>, Мацієвський Т.Є.<sup>3</sup>, Земскова О.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра загальної хірургії № 1 Національного медичного університету імені О.О. Богомольця, м. Київ

<sup>2</sup>Відділення радіонейрохірургії ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України», м. Київ

<sup>3</sup>Медичний центр EUROLAB, м. Київ

**РЕЗЮМЕ. Мета:** проаналізувати ефективність стереотаксичної радіотерапії (СРТ) на лінійному прискорювачі (LINAC) в забезпеченні локального контролю (ЛК) в комплексному паліативному лікуванні хворих на локально поширені форми раку підшлункової залози (ЛПФ РПЗ).

**Матеріали та методи.** Основна група дослідження складалась із 12 хворих, що отримували СРТ після 2-3 циклів хіміотерапії (ХТ), за умов відсутності метастазування. Контрольну групу сформували 14 хворих на ЛПФ РПЗ, які не прогресували після як мінімум 2 циклів ХТ. СРТ проводилась на лінійному прискорювачі Trilogy (Varian, США) з енергією гальмівного випромінювання 6 МеВ. Дозовий режим фракціонування РОД 3 Гр, СОД 36 Гр.

**Результати.** Медіана часу до настання прогресування становила 10 і 16 місяців для контрольної та основної груп відповідно. Рівень ЛК для основної та контрольної груп через 1 рік спостереження становив 83,3% (10 із 12 хворих) та 21,4% (3 з 14 хворих). Безпрогресуюча виживаність в основній групі значно перевищує виживаність у контролі ( $p=0,007$ ).

**Висновки.** Встановлено, що СРТ у комплексній паліативній терапії хворих на РПЗ дозволяє підвищити рівень локального контролю (на 61,9%) та безпрогресивної виживаності ( $p=0,007$ ). Запропонований дозовий режим фракціонування (РОД 3 Гр, СОД 36 Гр) є малотоксичним, короткочасним (12 фракцій опромінення) і не впливає на можливість проведення адекватного системного лікування (повнодозової хіміотерапії).

**Ключові слова:** рак підшлункової залози, стереотаксична радіотерапія, комплексне паліативне лікування.

Рак підшлункової залози (РПЗ) посідає 10-е місце серед солідних пухлин у Європі і США, натомість є на 4-му місці серед причин смертності онкологічних хворих. Прогноз цього захворювання і на сьогодні залишається вкрай несприятливим, враховуючи, що загальна 5-річна виживаність сумарно для всіх стадій не перевищує 7% [3, 8]. Радикальне видалення пухлини (R0 резекція) можливе лише у 10-20% хворих на РПЗ, медіана виживаності в таких випадках становить усього 11-15 місяців. Проте у 75% хворих після радикального хірургічного лікування спостерігається локорегіонарний рецидив. На момент встановлення діагнозу 40% хворих мають локально поширені форми з медіаною виживаності на рівні 6-10 місяців. Вкрай тяжкий прогноз мають метастатичні форми РПЗ, які на момент маніфестації захворювання діагностуються у 40% хворих, при цьому медіана виживаності становить 3-6 місяців та 1-річна виживаність лише 1% [5, 7]. Незважаючи на високий ризик раннього метастазування при РПЗ, локальний контроль (ЛК) залишається важливою метою в лікуванні хворих на локально поширену форму

(ЛПФ) РПЗ [9]. Досягнення ЛК запобігає розвитку больового синдрому й обструктивних симптомів (обструктивної жовтяниці, дуоденальної непрохідності тощо), покращує якість життя хворих. Встановлено, що 30% хворих на РПЗ помирають від локального прогресування пухлини за наявності маловираженого метастазування [2]. Це зумовлює необхідність розширення терапевтичного пошуку більш ефективних способів досягнення ЛК. Саме до таких інноваційних опцій належить стереотаксична радіотерапія (СТР) (Stereotactic body radiotherapy, SBRT), що набуває широкого розповсюдження в останні роки. Цей високотехнологічний метод променевого лікування дозволяє конформно підводити вищу за біологічною ефективністю дозу іонізуючого випромінювання до пухлини при зменшенні променевого навантаження на прилеглі анатомічні структури (органи під ризиком) порівняно зі стандартною променевою терапією. Максимальна ощадливість відносно здорових тканин при СРТ забезпечується насамперед конформністю, а саме прецизійним збігом потоку опромінення і форми мішені опромінення (пухли-

ни). Слід зауважити, що важливою перевагою застосування СРТ також є забезпечення комфорту хворого під час лікувального процесу. СРТ є менш тривалою процедурою і пов'язана зі значно меншою токсичністю, в тому числі на кістковий мозок, що дозволяє скоротити термін ХТ-канікул [1, 4, 6, 10]. У нашій статті ми аналізуємо результати СТР під час комплексного паліативного лікування хворих на нерезектабельні ЛПФ РПЗ.

**Мета дослідження** – проаналізувати ефективність СРТ на лінійному прискорювачі (LINAC) в забезпеченні ЛК під час комплексного паліативного лікування хворих на ЛПФ РПЗ.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

За період із 2014 по 2016 рік. на клінічній базі кафедри загальної хірургії № 1 НМУ імені О.О. Богомольця – в Київському центрі хірургії печінки, жовчних протоків та підшлункової залози імені В.С. Земскова (КМКЛ №10) було проліковано 43 хворих на ЛПФ РПЗ. Тридцятьом із них було виконано біліодигестивне шунтування та/або гастроентеростомію з приводу обструкційних ускладнень РПЗ (жовтяниця, дуоденальна непрохідність), вісьмом виконано ендобіліарне стентування, п'ятьом – пункційну біопсію. Серед тих, кому було гістологічно підтверджено протокову аденокарциному підшлункової залози та хто проходив паліативне лікування в Центрі, відстежити віддалені результати вдалося 29 хво-

рим. Всі ці хворі отримували гемцитабінвмісну хіміотерапію (ХТ) (табл.) після нормалізації показників загального та біохімічного аналізу крові. Загальний стан хворих відповідав рівню  $\geq 70$  балів за шкалою Карновського. Серед них 12 хворих отримували СРТ після 2-3 циклів ХТ, за умови відсутності метастазування. Вони сформували основну групу дослідження. Серед решти 17 хворих, що проходили ХТ, після першого контрольного МРТ- або МСКТ-обстеження (2-3 місяці від початку ХТ), у 3 виявилась прогресія у вигляді метастазування, тому вони були виключені з подальшого аналізу. Контрольну групу сформували 14 хворих на ЛПФ РПЗ, які не прогресували після як мінімум 2 циклів ХТ. Усі випадки були патогістологічно верифіковані як протокова аденокарцинома підшлункової залози. Клініко-морфологічні характеристики хворих наведено в табл. 1.

СРТ 12 хворим на ЛПФ РПЗ було проведено у відділенні радіонейрохірургії ДУ «Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України». Пухлина поширювалась на порто-мезентеріальний сегмент ворітної вени та верхню брижову артерію та/або черевний стовбур.

Опромінення проводилось на лінійному прискорювачі Trilogy (Varian, США), який обладнаний стереотаксичною системою BrainLab (BrainLab, Німеччина), з енергією гальмівного випромінювання 6 МеВ. Планування СРТ проводилось на робочій станції BrainLab за

Таблиця 1

**Характеристика хворих на рак підшлункової залози**

Показник	Основна група	Контрольна група
<b>Кількість</b>	<b>12 (100%)</b>	<b>14 (100%)</b>
Середній вік, роки	64,9 (35-82)	65,4 (32-81)
Чоловіки	26 (57,8%)	28 (58,3%)
Жінки	19 (42,2%)	20 (41,7%)
<b>Режим першої лінії хіміотерапії:</b> монотерапія гемцитабіном	0	1 (7,1%)
Гемцитабін+ цисплатин	2 (16,7%)	1 (7,1%)
Гемцитабін з тегафуром	10 (83,3%)	12(85,7%)
<b>Локалізація РПЗ:</b> Голівка	9 (75%)	11 (78,6%)
Тіло/хвіст	3 (25%)	3 (21,4%)

суміщеними даними МСКТ і МРТ черевної порожнини з внутрішньовенним контрастуванням. В усіх випадках було застосовано комбіновану методику опромінення IMRT + Динаміс ARC MLC, що є поєднанням опромінення з модуляцією інтенсивності (IMRT) та конформної динамічної ротації (Динаміс Arc MLC). При застосуванні цього способу опромінення ротацією гентрі та динамічним налаштуванням коліматора під форму пухлини відпускається 80-95% запланованої дози, а 5-20% дози, що залишилася, відпускається за допомогою методу інтенсивно-модульованої радіотерапії. Ця методика використовується для забезпечення найбільшої однорідності дозового і просторового розподілу опромінення у пухлинах різної форми, зниження пошкоджуючого впливу опромінення на прилеглі анатомічні структури (органи під ризиком), скорочення затрат часу на сеанс опромінення.

В усіх випадках при проведенні СРТ використовувалася такий дозовий режим фракціонування: сумарна осередкова доза СОД у середньому на 98,5% об'єму РТВ становила 36,0 Гр та була підведена за 12 фракцій разовою осередковою дозою РОД 3,0 Гр, що відповідало біологічно-ефективній дозі BED<sub>(10)</sub> 61,15 Гр. Максимальна доза D<sub>max</sub> на РТВ становила в середньому 40,3 Гр, медіана 38,7 Гр.

Під час визначення об'єму мішені опромінення (Target Volume definition) основний об'єм мішені GTV (Gross Target Volume) відповідав макроскопічним розмірам пухлини відповідно до усіх наявних зображень (суміщені МСКТ- і МРТ-зображення). Клінічний об'єм мішені CTV (Clinical Target Volume) включав підозрілі перипанкреатичні лімфатичні вузли

та зону перифокального набряку (за наявності). Під час встановлення меж планованого об'єму мішені РТВ (Planning Target Volume) до CTV/GTV додавались 5-10 мм у передньо-задньому напрямку, 2-4 мм латерально та 15-25 мм у краніо-каудальному напрямку відповідно до необхідності враховувати можливе зміщення органів черевної порожнини внаслідок респіраторних рухів. Середнє арифметичне значення об'єму мішені опромінення V<sub>РТВ</sub> – 428,639 см<sup>3</sup>, медіана 516,285 см<sup>3</sup>.

До органів під ризиком (OAR) включались: печінка, нирки, шлунок, тонка кишка й окремо дванадцятипала кишка, спинний мозок. У всіх випадках було збережено толерантні межі доз опромінення для органів під ризиком, що визначались за допомогою розрахунків NTCP (Normal tissue complication probability) відповідно до даного режиму фракціонування [4, 5, 9]. Дозове навантаження для органів під ризиком відповідно до використаного режиму фракціонування представлено у табл. 2.

Рис. 1 і 2 демонструють дозове розподілення на мішень опромінення та органи під ризиком при СРТ РПЗ.

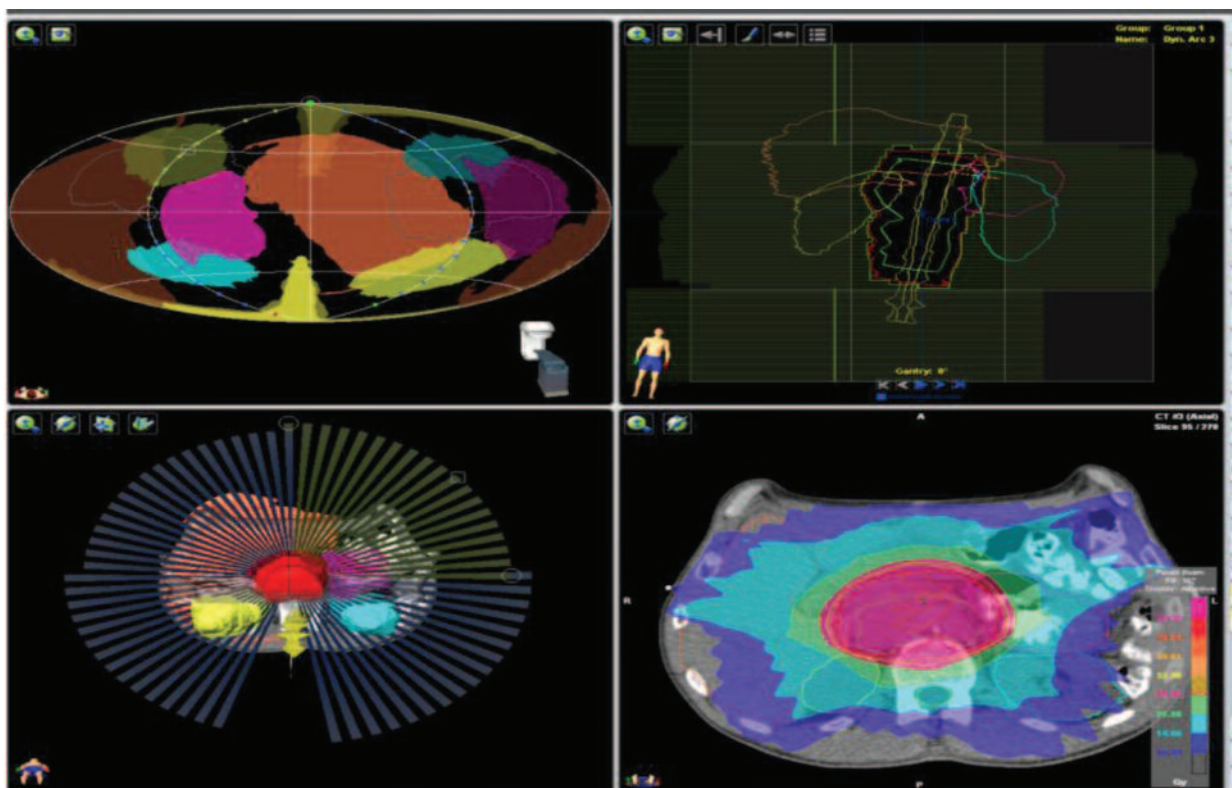
Усім хворим на період променевого лікування було призначено інгібітори протонної помпи (омепразол 40 мг/добу) та антациди. Протягом періоду опромінення 1 раз на 7 днів відбувався контроль показників периферичної крові та біохімічного аналізу крові (глюкоза, білірубін та його фракції, АЛТ, АСТ).

Ефективність лікування оцінювали за показниками ЛК та безпрогресивної виживаності. ЛК визначали як відсутність подальшого росту первинної пухлини або її зменшення за даними візуалізуючих методів дослідження (МРТ, МСКТ). Безпрогресивну виживаність –

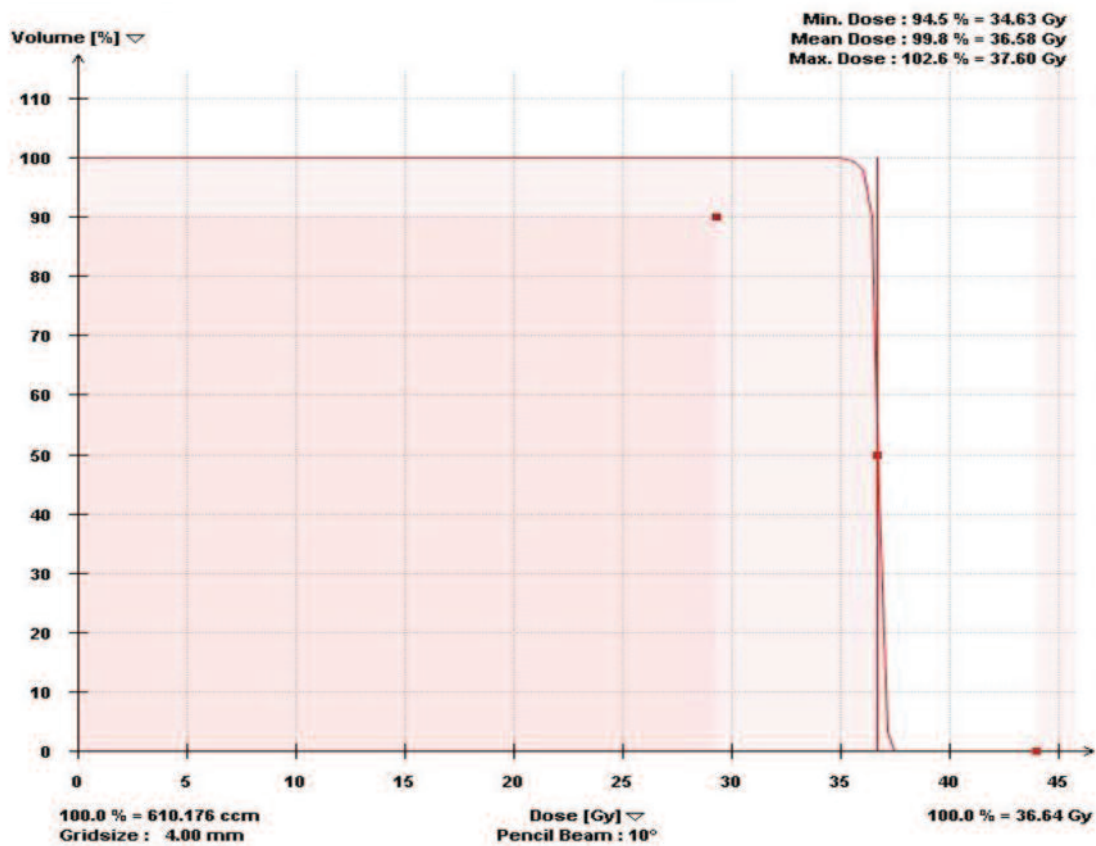
Таблиця 2

**Дозове навантаження для органів під ризиком відповідно до використаного режиму фракціонування**

<b>Органи під ризиком</b>	<b>Дозове навантаження</b>
Печінка	D50% < 5 Гр, Dmax 44 Гр
Обидві нирки	D75% < 17 Гр, Dmax 35 Гр
Дванадцятипала кишка, шлунок, тонка кишка	D9cm <sup>3</sup> < 24 Гр, D3cm <sup>3</sup> < 30 Гр, D1cm <sup>3</sup> < 35 Гр
Спинний мозок	D1cm <sup>3</sup> < 16 Гр, Dmax 21 Гр



**Рис. 1.** Хворий Н., 56 р. Рак підшлункової залози, локально поширена форма. Дозове розподілення на мішень опромінення та органи під ризиком (планування СРТ на робочій станції лінійного прискорювача)



**Рис. 2.** Хворий Н., 56 р. Рак підшлункової залози, локально поширена форма. Доза-об'єм гістограма для мішені опромінення

відсутність ознак прогресії, в тому числі метастазування, – вираховували за методом Каплана – Майєра, порівняння проводили Logrank тестом.

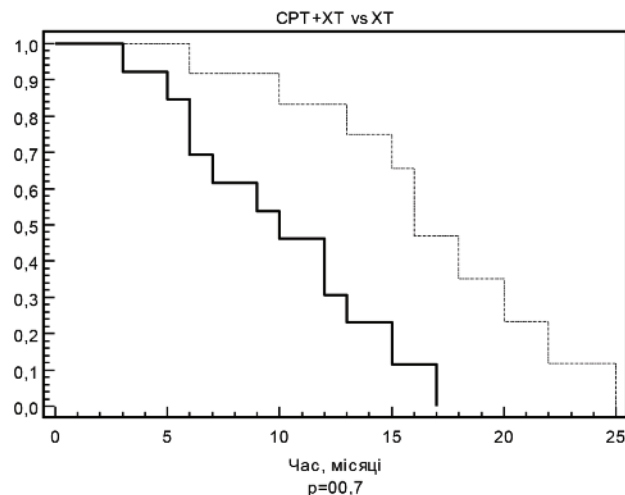
### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Медіана часу до настання прогресії становила 10 та 16 місяців для контрольної та основної груп відповідно. Рівень ЛК для основної та контрольної груп через 1 рік спостереження становив 83,3% (10 із 12 хворих) та 21,4% (3 з 14 хворих) відповідно. Як представлено на рис. 3, безпрогресивна виживаність в

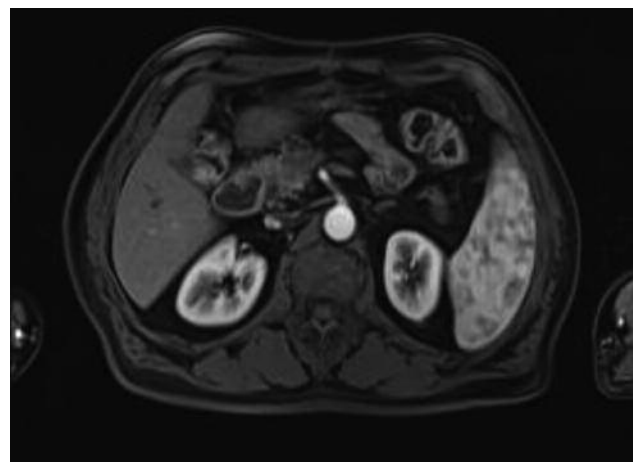
основній групі значно перевищує виживаність у контролі ( $p=0,007$ ).

На рис. 4–7 наведено динаміку послідовних томографічних змін пухлини в голівці підшлункової залози під впливом хіміотерапії та СРТ.

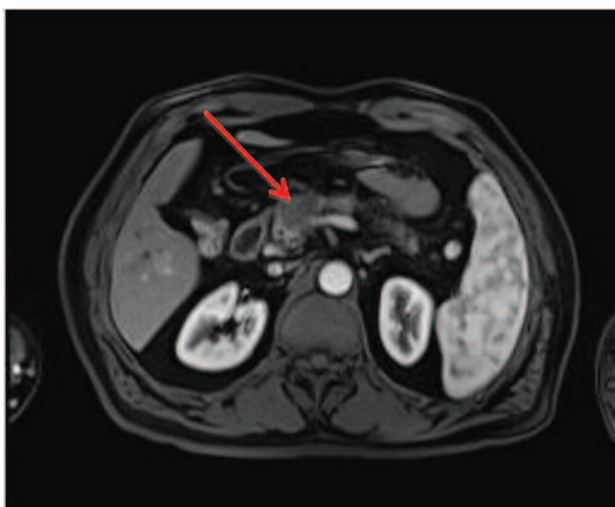
Варто звернути увагу також на те, що запропонований нами режим опромінення асоціюється з низькою токсичністю. Відповідно, в жодного хворого не спостерігалось випадків III-IV ступеня променевої токсичності з боку шлунково-кишкового тракту, в тому числі кишкової непрохідності, втрати ваги, загострення больового синдрому, профузної



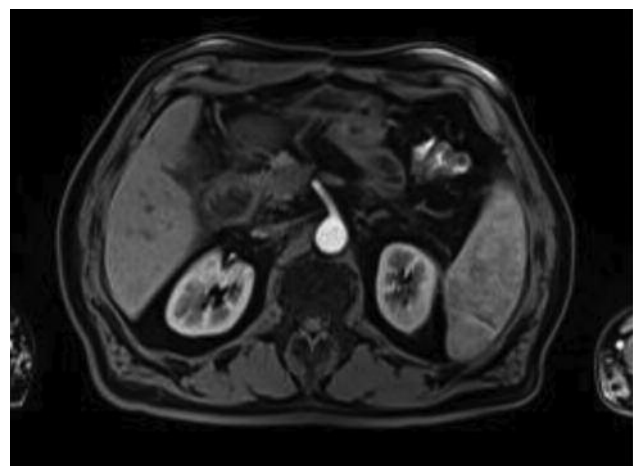
**Рис. 3.** Криві Каплана – Майєра характеризують різницю безпрогресивної виживаності хворих в основній групі (*тонка лінія*) та контрольній (*жирна лінія*)



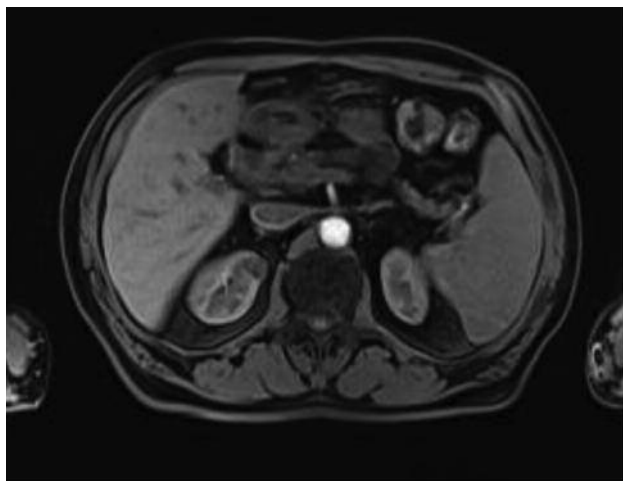
**Рис. 5.** Хворий Г., 52 р. Рак голівки підшлункової залози, локально поширена форма. МРТ органів черевної порожнини ( $T_1$ -зважені зображення з внутрішньовенним парамагнітним контрастуванням). Стан після 3 циклів хіміотерапії. Стабілізація



**Рис. 4.** Хворий Г., 52 р. Рак голівки підшлункової залози, локально поширена форма (*червона стрілка*). МРТ органів черевної порожнини ( $T_1$ -зважені зображення з внутрішньовенним парамагнітним контрастуванням) перед початком хіміотерапії



**Рис. 6.** Хворий Г., 52 р. Рак голівки підшлункової залози, локально поширена форма. МРТ органів черевної порожнини ( $T_1$ -зважені зображення з внутрішньовенним парамагнітним контрастуванням). Стан через 3 місяці після СРТ. Ознаки променевого патоморфозу пухлини



**Рис. 7.** Хворий Г., 52 р. Рак голівки підшлункової залози, локально поширена форма. МРТ органів черевної порожнини ( $T_1$ -зважені зображення з внутрішньовенним парамагнітним контрастуванням). Стан через 1 рік після СРТ. Спостерігається відповідь на комплексне паліативне лікування у вигляді регресу пухлини (локальний контроль). Дані за метастазування не отримано

діареї. У 4 (33,3%) із 12 хворих на тлі променевого лікування відмічались такі гострі променеві реакції, як помірна нудота та загальна слабкість; у 2 (16,7%) із 12 хворих відмічалась помірна діарея. Під час оцінювання пізньої токсичності СРТ слід відзначити відсутність випадків тяжких променевих ускладнень (III-IV ступеня), а саме розвитку тонкокишкової непрохідності / перфорації / стенозу, виразки шлунка або тонкої кишки, шлунково-кишкової кровотечі, біліарної стеноїчної обструкції, вторинної малігнізації.

Натомість у огляді С. Ранґе та співавт. [5], опублікованому у 2016 р., що надає інтегральний аналіз представлених різними авторами результатів СРТ у хворих на РПЗ, наведено дані щодо більш високої токсичності інших режимів. Насамперед йдеться про гіпофракціоновану СРТ та однофракційне стереотаксичне опромінення, останнє асоціюється з найвищою токсичністю, а саме з розвитком таких тяжких ускладнень, як виразка, стеноз та перфорація кишки. Проте представлені в огляді дані численних спостережень чітко підтверджують переваги застосування СРТ у комплексному лікуванні хворих на РПЗ. Крім того, перспективним, але мало вивченим постає питання застосування СРТ у неoad'ювантному комплексному лікуванні хворих на РПЗ.

Насамперед йдеться про переваги такого методу з огляду на можливість набуття неоперабельними пухлинами ознак резектабельності. При цьому наведені в огляді [5] дані М.Д. Chuong та співавт. (2013 р.) свідчать, що 56% із 57 хворих з граничнорезектабельною пухлиною перенесли резекцію підшлункової залози (у 97% випадках – R0 резекція) після курсу гемцитабін-ХТ у поєднанні з СРТ та медіаною загальної виживаності 19,3 міс. Усе вищезазначене спонукає до подальшої наукової розробки цієї проблеми відповідно до отриманих сьогодні значущих переваг застосування СРТ у комбінованому паліативному лікуванні хворих на РПЗ.

## ВИСНОВКИ

СРТ у комплексній паліативній терапії хворих на РПЗ дозволяє підвищити рівень локального контролю (на 61,9%) та безпрогресивної виживаності ( $p=0,007$ ). Запропонований дозовий режим фракціонування (РОД 3 Гр, СОД 36 Гр) є малотоксичним, короткочасним (12 фракцій опромінення) і не впливає на можливість проведення адекватного системного лікування (повнодозової хіміотерапії).

## ЛІТЕРАТУРА

1. Focal Radiation Therapy Dose Escalation Improves Overall Survival in Locally Advanced Pancreatic Cancer Patients Receiving Induction Chemotherapy and Consolidative Chemoradiation / S. Krishnan, A.S. Chadha, Y. Suh (et al.) // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* — 2016. — Vol. 94, N. 4. — P. 755–765. — Режим доступу: doi: 10.1016/j.ijrobp.2015.12.003. Epub. 2015 Dec. 11.
2. Huguet F. Locally advanced pancreatic cancer: the role of definitive chemoradiotherapy / F. Huguet, S. Mukherjee, M. Javle // *Clin. Oncol. (R. Coll. Radiol.)*. — 2014. — Vol. 26. — P. 560-568. — Режим доступу: doi:10.1016/j.clon.2014.06.002.
3. Krejs G.J. Pancreatic cancer: epidemiology and risk factors / G.J. Krejs // *Dig. Dis.* — 2010. — Vol. 28, N. 2. — P. 355-358. — Режим доступу: doi: 10.1159/000319414.
4. Lymphocyte-sparing effect of stereotactic body radiation therapy in patients with unresectable pancreatic cancer / A.T. Wild, J.M. Herman, A.S. Dhoklaka (et al.) // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* — 2016. — Vol. 94. — P. 571-579. — Режим доступу: doi:10.1016/j.ijrobp.2015.11.026.
5. Pancreatic cancer / A. Vincent, J. Herman, R. Schulick (et al.) // *Lancet.* — 2011. — Vol. 378, N. 9791. — P. 607-620. — Режим доступу: doi: 10.1016/S0140-6736(10)62307-0.

6. *Pathologic response with neoadjuvant chemotherapy and stereotactic body radiotherapy for borderline resectable and locally-advanced pancreatic cancer / M.S. Rajagopalan, D.E. Heron, R.E. Wegner (et al.) // Radiat. Oncol. — 2013. — Vol. 8. — P. 254. — Режим доступу: doi: 10.1186/1748-717X-8-254.*

7. *Practical radiotherapy planning Fourth Edition / A. Barrett, J. Dobbs, S. Morris, T. Roques // CRC Press: Taylor & Francis Group, 2009.*

8. *Siegel R.L. Cancer statistics, 2015 / R.L. Siegel, K.D. Miller, A. Jemal // CA Cancer J. Clin. — 2015. — Vol. 65, N. 1. — P. 5-29. — Режим доступу: doi: 10.3322/caac.21254.*

9. *Stereotactic body radiotherapy for renal cell cancer and pancreatic cancer. Literature review and practice recommendations of the DEGRO Working Group on Stereotactic Radiotherapy / C. Panje, N. Andratschke, T.B. Brunner (et al.) // Strahlenther Onkol. — 2016. — Vol. 192, N. 12. — P. 875-885. — Режим доступу: PMID: 27778052 DOI: 10.1007/s00066-016-1053-1.*

10. *The tolerance of gastrointestinal organs to stereotactic body radiation therapy: what do we know so far? / T.O. Thomas, S. Hasan, W. Small (et al.) // Journal of Gastrointestinal Oncology. — 2014. — Vol. 5, N. 3. — P.236-246. — Режим доступу: doi:10.3978/j.issn.2078-6891.2014.024*

### РОЛЬ СТЕРЕОТАКСИЧЕСКОЙ РАДИОТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ПАЛЛИАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ РАКОМ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Дронов О.И., Земсков С.В., Грязов А.Б.,  
Андрейченко О.Г., Мациевский Т.Е., Земскова О.В.

**РЕЗЮМЕ. Цель:** проанализировать эффективность стереотаксической радиотерапии (СРТ) на линейном ускорителе (LINAC) в обеспечении локального контроля (ЛК) в комплексном паллиативном лечении больных с местнораспространенными формами рака поджелудочной железы (МРФ РПЖ). **Материалы и методы.** Основная группа исследования состояла из 12 больных, которым была проведена СРТ после 2-3 циклов химиотерапии (ХТ), при условии отсутствия метастазирования. Контрольную группу сформировали 14 больных с МРФ РПЖ, которые не прогрессировали после как минимум 2 циклов ХТ. СРТ проводилась на линейном ускорителе Trilogy (Varian, США) с энергией тормозного излучения 6 МеВ. Во всех случаях применен следующий дозовый режим фракционирования: РОД 3 Гр, СОД 36 Гр.

**Результаты.** Медиана времени до наступления прогрессии составила 10 и 16 месяцев для контрольной и основной групп соответственно. Уровень ЛК для основной и контрольной групп через 1 год наблюдения составил 83,3% (10 из 12 больных) и 21,4% (3 из 14 больных). Беспрогрессивная выживаемость в основной группе значительно превышает выживаемость в контроле ( $p=0,007$ ).

**Выводы.** Выявлено, что СРТ в комплексной паллиативной терапии больных с МРФ РПЖ позволяет повысить уровень локального контроля (на 61,9%) и беспрогрессивной выживаемости ( $p=0,007$ ). Предложенный дозовый режим фракционирования является малотоксичным, кратковременным и не влияет на возможность проведения адекватного системного лечения (полнодозовой ХТ).

**Ключевые слова:** рак поджелудочной железы, стереотаксическая радиотерапия, комплексное паллиативное лечение.

### ROLE OF STEREOTACTIC BODY RADIOTHERAPY IN COMPLEX PALLIATIVE TREATMENT OF PANCREATIC CANCER PATIENTS

Dronov O.I., Zemskov S.V., Gryazov A.B.,  
Andriychenko O.G., Matsievsky T.Ye.,  
Zemskova O.V.

**SUMMARY. The purpose** of the study was to evaluate the efficacy of stereotactic body radiotherapy (SBRT) in maintaining local control (LC) in complex palliative treatment of patients with locally advanced pancreatic cancer (PC).

**Materials and methods.** The main group included 12 patients without metastatic disease who obtained SBRT course (by LINAC Trilogy Varian USA, 6 MeV) after 2-3 cycles of chemotherapy. Control included 14 patients on chemotherapy.

**Results.** Median time to progression was 10 and 16 months in control and main group respectively. LC rate after 1 year for main and control group was 83.3% (10 of 12) and 21.4% (3 of 14) resp. Progression free survival in main group was statistically higher than in control ( $p=0.007$ ).

**Conclusion.** SBRT as a part of complex palliative treatment of PC patients may increase LC rate and prolong progression free survival. Proposed short-term fractionation regime is low-toxic and does not interfere with adequate systemic full-dose chemotherapy.

**Key words:** stereotactic body radiotherapy, pancreatic cancer, complex palliative treatment.