

ШЛЯХИ ТА ЗАСОБИ ПРОФІЛАКТИКИ Й ЛІКУВАННЯ РАННІХ І ПІЗНІХ УСКЛАДНЕНЬ ПРОМЕНЕВОЇ ТЕРАПІЇ. ЗАСТОСУВАННЯ ТЕРАПІЇ СУПРОВОДУ В РАДІООНКОЛОГІЇ. ПРОМЕНЕВА ТЕРАПІЯ НЕПУХЛИННИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

М. І. Хворостенко, І. М. Кіхтенко, Ю. М. Хворостенко, С. І. Кіхтенко

Дніпропетровська медична академія

КІЛЬКІСНА ОЦІНКА ПРОМЕНЕВИХ УШКОДЖЕНЬ ЛЕГЕНЬ

Предложен способ количественной оценки распространенности и степени выраженности лучевого фиброза в легких по данным КТ, позволяющий объективно оценить результаты лечения, провести экспертизу лучевых повреждений, исключив субъективный человеческий фактор.

Ключевые слова: компьютерная томография, лучевой фиброз, количественная оценка, легкие.

Запропоновано спосіб кількісної оцінки розповсюдженості та ступеня вираженості променевого фіброзу в легенях за даними комп'ютерної томографії, який дозволяє об'єктивно оцінити результати лікування, провести експертизу променевих ушкоджень, виключаючи суб'єктивний людський фактор.

Ключові слова: комп'ютерна томографія, променевий фіброз, кількісна оцінка, легені.

Quantitative assessment of lungs' radiolesions

Authors have proposed the method of quantitative assessment of abundance and mass of beam fibrosis in lungs by data of CT that allows to estimate objectively treatment results and to expertize radiolesions excluding subjective human factor.

Keywords: CT, beam fibrosis, quantitative assessment, lungs.

Променева терапія в онкологічних хворих посідає провідне місце серед спеціальних методів лікування.

Сучасний рівень наукових знань про біологічну дію іонізуючого випромінювання, а також використання його на практиці, під час лікування онкологічних хворих, залишають низку проблем, пов'язаних зі шкідливою дією радіації у нормальних тканинах, які неминуче потрапляють у зону опромінювання.

Клінічний ефект променевої терапії (ПТ) оцінюють за ступенем ураження пухлини і нормальних тканин.

Діагностичний потенціал сучасних рентгенокомп'ютерних томографічних (РКТ) досліджень властивостей предмета, який вивчають, досить великий. Однак раціональне використання його обмежено, оскільки специфіка закладів, людський фактор і можливості використання у клінічній практиці програм для аналізу одержаних даних не дозволяють стверджувати, об'єкти, що вивчають, і критерії їхньої оцінки мають повний та об'єктивний характер [1, 2].

У зв'язку з цим нами зроблено спробу кількісного аналізу променевих ушкоджень легень після променевої терапії за даними КТ.

Мета дослідження — визначити можливості кількісної оцінки променевого фіброзу в легенях за даними рентгенокомп'ютерної томографії.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Як приклад пропонуємо кількісну оцінку поширеності та ступеня вираженості променевого фіброзу в легенях за даними КТ хворої П., 1968 року народження, яка отримала променево терапію з приводу раку правої грудної залози рТ 2N1M0 ст. ІІВ у післяопераційному періоді. Опряміювали ділянку: праву надпідключичну — 50 Гр, праву пахвову — 40 Гр і парастернальну — 40 Гр.

Комп'ютерна томограма органів грудної порожнини виконана за допомогою спірального КТ Simens Somatom Emotion через 3 роки після закінчення променевої терапії.

Оцінювали дані РКТ поперекових зрізів, зі щільністю реконструкції 5 мм кожного зрізу, оригінальною програмою обробки DEMPT файлів для РКТ — eFilm Lite, за допомогою якої визначали оптичну густину тканин. Режим — Lung, налагодження якості зображення — ручне. До аналізу залучено КТ зрізи з 20 по 71, у які потрапили легені.

Кількісно визначали: площу, об'єм і густину зон інтересу кожного легеневого поля, тканини променевого фіброзу легень.

Площу легеневого поля кожного зрізу правої і лівої легені визначали за допомогою програми CorelDRAW

X3, шляхом ручного виділення його зовнішніх меж і автоматичним визначенням площі виділеної інструментами програми, після попередньої конвертації скриншота DEMPT файлів зображення редактором Paint стандартної програми Windows Vista у JPG файли.

Істинні межі осередків променевого фіброзу кожного зрізу правої та лівої легень визначали за допомогою програми CorelDRAW X3, шляхом градієнтного аналізу кольору растрового зображення, з подальшим виділенням осередка і автоматичним визначенням його площі інструментами програми.

Площу легеневого поля без фіброзу кожного зрізу правої та лівої легені визначали вирахуванням площі променевого фіброзу з площі легеневого поля.

Обсяг променевого фіброзу кожної легені визначали, складаючи значення площ променевого фіброзу всіх зрізів, помножених на їх товщину й кількість.

Обсяг легеневого поля кожної легені визначали, складаючи значення легневих полів усіх зрізів, помножених на їх товщину і кількість.

Обсяг легеневого поля без фіброзу кожної легені обчислювали шляхом вирахування значень обсягу променевого фіброзу з обсягом легеневого поля.

Математичне обчислення даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Надані результати проведених досліджень кількісного аналізу променевих ушкоджень легень під час променевої терапії хворих, зокрема на рак грудної залози, за даними рентген-КТ досліджень. Як ілюстрацію ми взяли один зріз «Im 49/75».

У межах нашої роботи не будуть розглядатися інші структури, які потрапили в поле цього зрізу і в яких відбулися зміни, оскільки це предмет подальших досліджень.

На поданому як ілюстрація зрізі чітко визначається осередок променевого фіброзу правої легені, розташований у дистальних відділах 4–5 сегментів (рис. 1).

Спосіб визначення площі легеневого поля правої легені на зрізі 49, яка дорівнює 8706,77 мм³, наведено на рис. 2.

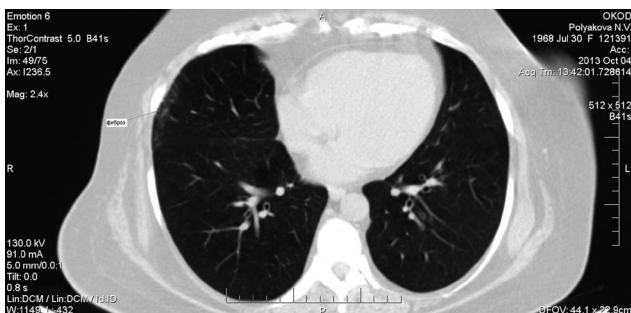


Рис. 1. Ділянка променевого фіброзу правої легені

Вимірюючи густину ділянки променевого фіброзу, вибрали ту його частину, де виявилися максимальні зміни променевого ураження, оскільки він добре визначений і надалі, під час оцінки динаміки, може бути ідентифікований краще інших, із менш визначеною

густиною. Ділянку легеневого поля для порівняння вибрали з мінімальним значенням густини.

Індекс густини тканин осередку променевого фіброзу дорівнює –514,5 HU, а індекс Std. Dev — 42,0 HU, що свідчить про деяку неоднорідність їх тканин, що добре видно в разі посилення контрастності. Дані вимірювань наведені на рис. 3.

Той самий зріз із підвищеною контрастністю зображення, щоб ділянку більшої густини було добре видно, наведено на рис. 4.

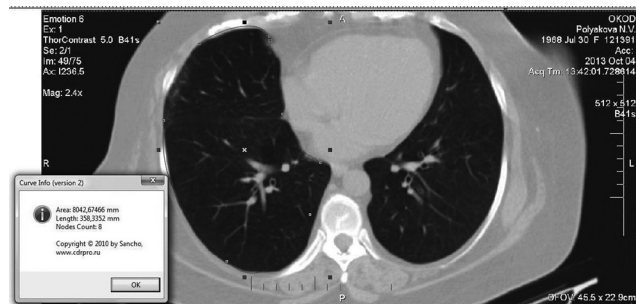


Рис. 2. Площа легеневого поля правої легені

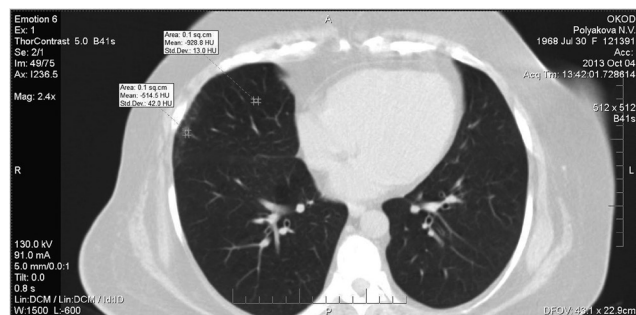


Рис. 3. Оптична щільність ділянки фіброзу та легеневого поля без нього

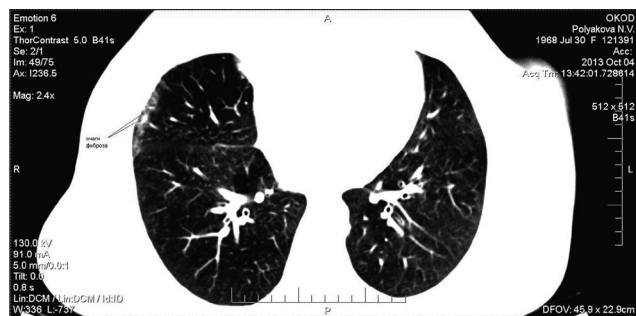


Рис. 4. Променевий фіброз. Дифузно-осередковий вигляд

Очевидно, що тінь променевого фіброзу має дифузно-осередковий вигляд.

На рис. 5 показано, яким чином визначалася істинна межа променевого фіброзу і значення його площі. Слід зазначити, що ручний метод виділення зони інтересу відносно громіздкий і його точність залишає бажати кращого. Разом із тим, маючи в руках інструмент, за допомогою якого можна виділити істинні межі об'єкта, що нас цікавить, створення утиліти для будь-якої програми, зокрема для eFilm не буде складним.

Аналогічно були оброблені всі зрізи томограм, а значення площі та щільності променевого фіброзу занесені в таблиці.

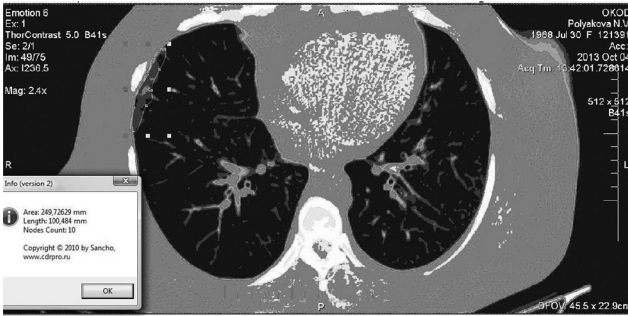


Рис. 5. Променевий фіброз. Визначення площі

Під час аналізу зображення легень було встановлено, що променеві фібрози розташовуються на верхівці обох легень і в ділянці 4–5 сегментів правої легені.

У зв'язку з цим до аналізу були включені тільки ті зрізи, у яких визначався променевий фіброз.

У табл. 1 подані дані кількісної оцінки щільності променевого фіброзу правої легені.

Із табл. 1 видно, що максимальна щільність тканин променевого фіброзу спостерігалася у зрізі № 24 і дорівнювала +44,2 НУ. Під час порівняння її зі щільністю тканин легеневого поля цього ж зрізу (-805,3 НУ) видно, що тканини променевого фіброзу мають щільність у 19,219 разів більшу від тканин легеневого поля. Мінімальна щільність тканин фіброзу складала (641,3 НУ), середнє значення щільності всього осередку (-140,24 НУ). Відповідно щільність легеневого поля складала: Pmax = -710,5 НУ; Pmin = -834,4 НУ; P<S> = -710,9 НУ.

У середньому щільність тканин фіброзу 1 осередку — верхівки правої легені в 5,06 разів більша, ніж тканин легеневого поля (Pmax \ Pmin).

Надалі табличні значення подано в обсязі, достатньому для аналізу результатів і висновків (табл. 2).

Таблиця 1

Значення щільності зон інтересів променевого фіброзу і легеневого поля першого осередку верхівки правої легені

Права легеня, перший осередок променевого фіброзу		
Зріз	Щільність	
	Рлф (НУ)	Рлп (НУ)
20	0	0
21	-43,0	-710,5
22	-25,1	-764,3
23	-30,8	-824,6
24	+44,2	-805,3
25	-96,8	-811,3
26	-195,6	-824,2
27	-273,8	-834,4
28	-641,3	-823,5
P _{max}	44,2	-710,5
P _{min}	-641,3	-834,4
P<S>	-140,24	-710,9
P _{max} /P _{min}	5,06 раз	

Рлф – щільність тканин променевого фіброзу;
 Рлп – щільність тканин легеневого поля;
 Pmax – максимальне значення щільності;
 Pmin – мінімальне значення щільності;
 P<S> – середнє значення щільності.

Таблиця 2

Значення щільності зон інтересів променевого фіброзу і легеневого поля обох осередків фіброзу верхівки правої легені

Щільність P (НУ) правої легені											
1 осередок						2 осередок					
Фіброз			Легеневе поле			Фіброз			Легеневе поле		
P _{min}	P _{max}	P<S>	P _{min}	P _{max}	P<S>	P _{min}	P _{max}	P<S>	P _{min}	P _{max}	P<S>
-641,3	44,2	-140,2	-834,4	-710,5	-710,9	-621,8	-332,5	-525,6	-953,5	-905,8	-925,3
Рлп/Рлф						5,06					
						1,76 раза					

P<S> – середнє значення щільності;
 <S> – середнє значення елементів множинності S;
 P – щільність тканин легеневого поля;
 P_{лп} – щільність тканин променевого фіброзу.

Таблиця 4

Середня площа, обсяг променевого фіброзу і відсоток тканин легеневого поля без фіброзу

Права легеня					Ліва легеня				
Осередок		ЛП	Ф	ЛП-Ф	% ЛП	ЛП	Ф	ЛП-Ф	% ЛП
Перший	P(мм ²)	1944,65	756,82	1187,82	61,08	2545,91	406,08	2139,82	84,04
	Q(мм ³)	87509,25	34056,9	53451,9		101836,4	16243,2	85592,8	
Другий	P(мм ²)	7732,05	324,96	7407,08	95,77				
	Q(мм ³)	541243,5	22747,2	518495,6					

ЛП – легеневе поле;
 Ф – фіброз;
 ЛП-Ф – площа легеневого поля мінус площа променевого фіброзу;
 % ЛП – легеневе поле без фіброзу.

З табл. 2 видно, що загальна, середня і максимальна щільність першого осередку перевищують такі параметри другого.

Щільність променевого фіброзу й легенево поле лівого подані в табл. 3.

Таблиця 3

Величини щільності зон інтересів променевого фіброзу і легеневого поля верхівки лівої легені

Щільність P (НУ) лівої легені					
Фіброз			Легеневе поле		
P _{min}	P _{max}	P<S>	P _{min}	P _{max}	P<S>
-780,4	-149,5	-389,0	-842	-611	-808,76
Рлп/Рлф					
в 2,07 раза					

Аналізуючи щільність усіх осередків фіброзу правої і лівої легень, можна побачити, що середня щільність тканин верхівки правої легені в 2,77 разу відмінна від верхівки лівої легені.

У свою чергу, тканини фіброзу верхівки лівої легені в 1,35 разу більш щільні, ніж тканини другого осередку правої легені, розташованого в його 4–5 сегментах. Причин цього може бути багато, серед них не можна виключати одну з головних — обсяг легеневої паренхіми поруч із другим осередком правої легені значно більший, ніж у верхівкових ділянках.

Крім того, привертає увагу зворотна кореляція щільності легеневої тканини і тканини променевого ураження, що є первинним і в цьому ланцюзі — предмет подальшого дослідження.

На користь цього припущення свідчить і той факт, що кількісні значення площі й обсягів осередків променевого фіброзу, а також їх відсоткового співвідношення з тканинами легневих полів без фіброзів, розташувалися в тій самій послідовності (табл. 4).

Так, середня площа, обсяг променевого фіброзу та відсоткове співвідношення ЛП-Ф/ЛП, що характеризує кількість паренхіми легені в зоні інтересу за даними всіх КТ зрізів для першого осередку правої легені склали відповідно: $P = 756,82 \text{ мм}^2$, $Q = 34056,9 \text{ мм}^3$, ЛП-Ф/ЛП = 61,08%; другого осередку правої легені: $P = 324,96 \text{ мм}^2$, $Q = 7407,0 \text{ мм}^3$, ЛП-Ф/ЛП = 95,77%; осередку променевого фіброзу лівої легені: $P = 406,08 \text{ мм}^2$, $Q = 34056,9 \text{ мм}^3$, ЛП-Ф/ЛП = 84,04%.

Детальний аналіз зв'язків кількісних змін різних структур легень у разі розвитку в них променевого фіброзу є предметом подальших досліджень. Реалізація даного способу не є затратною. Він доступний кожному, хто має персональний комп'ютер.

ВИСНОВКИ

Таким чином, визначені можливості РКТ кількісної оцінки поширеності та ступеня вираженості променевого фіброзу в легенях.

Отже, нами запропоновано спосіб кількісної оцінки поширеності та ступеня вираженості променевого

фіброзу в легенях, який дозволяє об'єктивно оцінити результати лікування й прогноз перебігу хвороби.

Реалізація способу не є затратною та під силу кожному, хто має персональний комп'ютер.

ЛІТЕРАТУРА

1. Арустамян А. Ю. Лечение лучевых повреждений легких у больных раком молочной железы с использованием искусственного магнитного поля: дисс. ... канд. мед. наук / А. Ю. Арустамян. — М., 2002. — 104 с.
2. Способ количественной оценки структурных шаровидных образований легких при мультиспиральной компьютерной томографии / В. К. Коновалов, М. Н. Лобанов, С. Л. Леонов [и др.] // Вестник алтайской науки. — 2013. — № 1–2. — С. 149–153.
3. Хоружик С. А., Михайлов А. Н. Основы КТ-визуализации. Ч. 1. Просмотр и количественная оценка изображения // Радиология — практика. — 2011. — № 3. — С. 62–75.
4. Хоружик С. А. Рентгеновская компьютерная томография в оценке эффективности лучевой терапии рака легкого // автореф. дисс. ... д-ра мед. наук. — Минск, 2006. — 24 с.

Т. В. Удатова, О. В. Сафронова, Я. В. Кметюк, Г. О. Курило, А. В. Ашихмін

КЛ «Феофанія» ДУС Всеукраїнський центр радіохірургії, Київ

ОЦІНКА ПРОЯВІВ ГОСТРОЇ ТА ХРОНІЧНОЇ МІСЦЕВОЇ ТОКСИЧНОСТІ ПІД ЧАС ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДИК ДИСТАНЦІЙНОЇ ПРОМЕНЕВОЇ ТЕРАПІЇ У ВИПАДКУ РАДИКАЛЬНОГО ЛІКУВАННЯ ХВОРИХ НА РАК ПЕРЕДМІХУРОВОЇ ЗАЛОЗИ

У статті оцінено прояви гострої та хронічної місцевої токсичності під час радикального лікування раку передміхурової залози із застосуванням сучасних методик дистанційної променевої терапії — 3D-конформної променевої терапії та променевої терапії з модульованою інтенсивністю дози (IMRT) із використанням класичного та середнього режиму фракціонування. За результатами дослідження, під час застосування методики IMRT із середнім фракціонуванням частота виникнення проявів гострої та хронічної місцевої токсичності достовірно не збільшується.

Ключові слова: 3D-конформна променева терапія, променева терапія, модульовані за інтенсивністю дози, рак передміхурової залози, променеві реакції, токсичність променевої терапії.

В статье оценены проявления острой и хронической местной токсичности при радикальном лечении рака предстательной железы с использованием современных методик дистанционной лучевой терапии — 3D-конформной лучевой терапии и лучевой терапии, модулированной по интенсивности дозы (IMRT), с использованием классического и среднего режимов фракционирования. По результатам исследования, при применении методики IMRT со средним фракционированием частота возникновения проявлений острой и хронической местной токсичности достоверно не увеличивается.

Ключевые слова: 3D-конформная лучевая терапия, лучевая терапия, модулируемая по интенсивности дозы, рак предстательной железы, лучевые реакции, токсичность лучевой терапии.

Assessment of acute and chronic manifestations of local toxicity using modern methods of external beam radiotherapy in the case of radical treatment of prostate cancer

Article evaluated strokes of acute and chronic toxicity in case of local treatment of radical prostatic cancer by modern methods of external beam radiotherapy - 3D-conformal radiation therapy, and intensity modulated dose radiotherapy (IMRT) using classical and medium fractionation modes. According to a study in the application of IMRT techniques with medium fractionation the frequency of acute and chronic local toxicity manifestations was not significantly increased.

Keywords: 3D-conformal radiation therapy, intensity modulated dose radiotherapy, prostate cancer, radiation response, the toxicity of radiation therapy.