

## КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ В ЛЕГКИХ ПРИ РАЗВИТИИ В НИХ ЛОКАЛЬНОГО ФИБРОЗА

*Запропоновано спосіб кількісної оцінки змін у легенях при розвитку в них локального променевого фіброзу за даними КТ, що дозволяє об'єктивно оцінити результати лікування, провести експертизу променевих ушкоджень, виключивши суб'єктивний людський фактор.*

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

*Предложен способ количественной оценки изменений в легких при развитии в них локального лучевого фиброза по данным КТ, что позволяет объективно оценить результаты лечения, провести экспертизу лучевых повреждений, исключив субъективный человеческий фактор.*

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

*A method of quantitative evaluation of changes in the lungs at the development of local radiation fibrosis in CT, which allows to objectively examine radiation damage, evaluate the results of treatment, excluding subjective human factor.*

**Key words:** computed tomography, radiation fibrosis, quantification, and light.

Лучевая терапия является одним из основных методов специального лечения злокачественных опухолей. Вместе с тем, высокие цитолитические дозы, применяемые для иррадикации опухоли, облучение нормальных тканей, неизбежно попадающих в поле облучения, могут вызывать в них нежелательные изменения в виде ранних и поздних лучевых повреждений. Поздние лучевые повреждения являются необратимыми и прогрессирующими, а эффективных методов лечения не предложено. Отсутствие эффективных методов лечения, связано с недостатком знаний о их патогенезе.

В предыдущих исследованиях нами было показано, что при развитии поздних лучевых повреждений мягких тканей, в частности лучевых фиброзов и поздних лучевых язв, в одних случаях изменения могут происходить относительно изолировано в облученных тканях, в других как в облученных так и в тех, которые не попадали в зону облучения [1].

Данное исследование посвящено определению возможности рентген компьютерной томографии (РКТ) при количественной оценке изменений в легких при развитии в них локального фиброза.

Актуальность этой проблемы обусловлена не только распространенностью лучевых повреждений у онкологических больных, но и тем, что РКТ исследование лучевых повреждений легких носит, в большей степени описательный характер [2; 3; 4].

**Цель** – определить возможность РКТ в диагностике и количественной оценке изменений в необлученных тканях легких при развитии в них локального фиброза.

**Материалы и методы.** Исследование проведено по данным РКТ больной П 1968 г.р. амбулаторная карта № 121391, которая получила лучевую терапию по поводу рака правой молочной железы  $pT_2N_1M_0$  ст. IIБ в послеоперационном периоде. Облучали правую надподключичную область – 50 Гр, правую подмышечную – 40 Гр и парастеральную – 40 Гр.

РКТ проводили через три года после окончания облучения с помощью спирального рентген компьютерного томографа Siemens SOMATOM Emotion. Оценивали данные РКТ поперечных срезов, с толщиной реконструкции 5 мм каждого среза, оригинальной программой обработки DEMPT файлов для РКТ – «eFilm Lite», с помощью которой определяли оптическую плотность тканей. Режим – Lung, настройка качества изображения – ручная. В анализ включили КТ срезы с 20 по 71, все те, в которые попали легкие.

Площадь легочного поля каждого среза правого и левого легкого определяли с помощью программы Corel DRAW X3, путем ручного выделения его внешних границ и автоматическим определением площади выделенного поля инструментами программы, после предварительной конвертации скриншота DEMPT файлов изображения редактором Paint стандартной программы Windows Vista в JPG файлы.

Истинные границы очагов лучевого фиброза каждого среза правого и левого легкого определяли с помощью программы Corel DRAW X3, путем градиентного анализа цвета растрового изображения, с последующим выделением очага и автоматическим определением его площади инструментами программы.

Площадь легочного поля без фиброза каждого среза правого и левого легкого определяли вычитанием площади лучевого фиброза из площади легочного поля.

Объем лучевого фиброза каждого легкого определяли путем сложения значений площади лучевого фиброза каждого среза умноженного на толщину среза и их количество, взятое для анализа [5].

Объем легочного поля каждого легкого определяли путем сложения значений площади легочного поля каждого среза умноженного на толщину среза и их количество, взятое для анализа.

Объем легочного поля без фиброза каждого легкого определяли путем вычитания значений объема лучевого фиброза из объема легочного поля.

Участки эмфиземы легкого определяли после увеличения контрастности и яркости изображения на срезе таким образом, чтобы визуализировались участки с оптической плотностью по нижнему пределу, порядка «– 800, – 900 HU», затем, с помощью программы Corel DRAW X3, путем градиентного анализа цвета растрового изображения, выделялись очаги и автоматически определялись их площади инструментами программы.

Объем участков эмфиземы каждого легкого определяли путем сложения значений площади

участков эмфиземы каждого среза умноженного на толщину среза и их количество, взятое для анализа [5].

Участки булл (воздушные полости в паренхиме) легкого определяли после увеличения контрастности изображения среза таким образом, чтобы визуализировались только участки с оптической плотностью менее «– 920 HU».

Объем булл каждого легкого определяли путем сложения значений площади булл каждого среза умноженного на толщину среза и их количество, взятое для анализа [5].

Дополнительно размер буллы оценивали по состоянию легочного рисунка в них, путем перевода градиентного цвета растрового изображения среза в режим «рельеф» и за буллу принимали ту часть паренхимы легкого, в которой рельеф изображения отсутствовал.

За контрольную точку «абсолютной воздушности» брали уровень оптической плотности просвета бронха.

### Результаты и обсуждения

В качестве иллюстрации нами был взят томографический срез № 49, на котором присутствуют все элементы, взятые нами для анализа.

Результат определения площади легочного поля каждого из 21 томографических срезов представлены на рис 1.



Рис. 1. Площадь правого легкого среза № 49

Результат определения площади легочного поля, представленный на рисунке 1, на котором его площадь, равнялась площади поверхности внутри обведенного контура легочного поля.

После чего был определен объем каждого легкого, который для правого легкого составил – 1243568,75 мм<sup>3</sup>, для левого – 1197242,5 мм<sup>3</sup>.

Результат определения площади фиброза, представлен на рисунке 2, на котором площадь лучевого фиброза, равнялась площади поверхности внутри его обведенного контура.



Рис. 2. Площадь лучевого фиброза среза № 49

После чего был определен объем лучевого фиброза для каждого легкого, который для правого легкого составил 68942,15 мм<sup>3</sup>, для левого – 20113,6 мм<sup>3</sup>.

Результат определения площади эмфиземы представлен на рисунке 3, на котором каждое поле эмфиземы обведено белой линией с автоматическим определением его площади. Площадь эмфиземы всего

легочного поля среза составила сумму площадей каждого поля, которая фиксировалась и помещалась в таблицу для дальнейшего подсчета объема эмфиземы правого и левого легкого. В результате – объем эмфиземы правого легкого составил – 263462,3 мм<sup>3</sup>, левого – 156923,1 мм<sup>3</sup>.

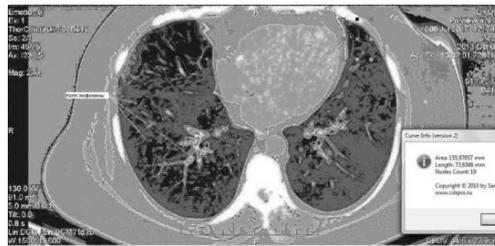


Рис. 3. Площадь эмфиземы среза № 49

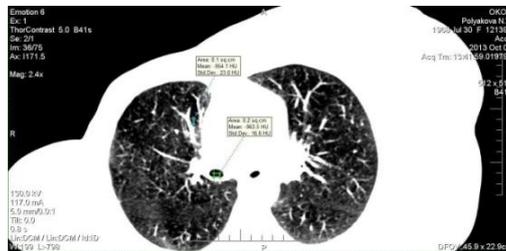


Рис. 4. Плотность просвета бронха среза № 36

На рис. 4 показан результат определения оптической плотности просвета бронха, который равен – «– 963,5 HU». Рядом, для сравнения показан участок «буллы», оптическая плотность которого

«– 954,1 HU», которая мало отличается от оптической плотности просвета бронха.

На рис. 5 представлен результат определения оптической плотности булл.

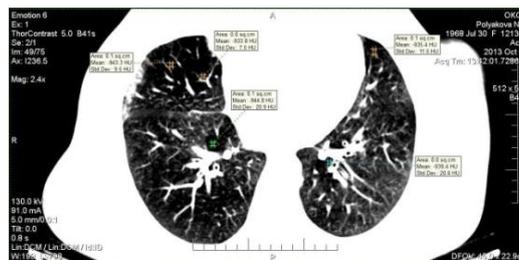


Рис. 5. Плотность булл среза № 49

Результат определения площади булл представлен на рисунке 6, на котором каждое поле буллы обведено белой линией с автоматическим определением его площади. Площадь булл всего легочного поля среза составила сумму площадей каждого поля, которая

фиксировалась и помещалась в таблицу для дальнейшего подсчета объема булл правого и левого легкого. В результате – объем булл правого легкого составил – 162468,05 мм<sup>3</sup>, левого – 91094,00001 мм<sup>3</sup>.

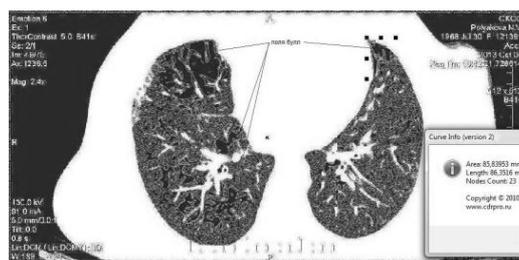


Рис. 6. Площадь булл среза № 49

На рисунке 7 показано отсутствие легочного рисунка в очагах булл, что может служить подтверждением их при дифференциальной

диагностики с участками эмфиземы, определяемыми, как участками легких со сниженной оптической плотностью, а так – повышенной воздушности.

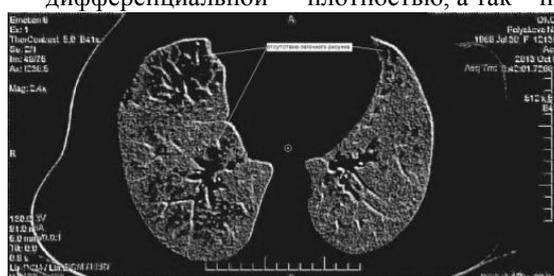


Рис. 7. Булла, отсутствие легочного рисунка среза № 49

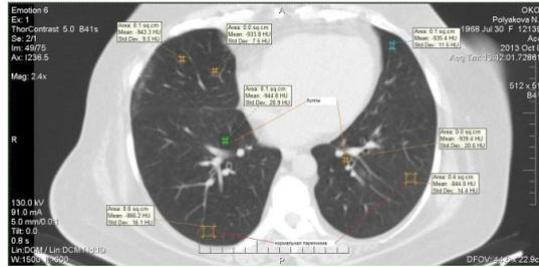


Рис. 8. Буллы, нормальная паренхима среза № 49

На рис. 8 представлен срез в режиме – Lung, без контрастирования с определением оптической плотности «булл», которая составляла до «– 944,8 HU» и «нормальной паренхимы» с оптической плотностью «– 844,0 HU». Как видно, буллы имеют оптическую плотность значительно меньшую, в

данном случае, на «–100 HU» в сравнении с «нормальной паренхимой».

Анализируя полученные результаты можно отметить значительные изменения, которые произошли в необлученных тканях легких при развитии в них локальных лучевых фиброзов. Данные для анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Количественная оценка изменений в легких при развитии в них локального фиброза**

Объект	Объем легкого (мм <sup>3</sup> )	Объем эмфиземы (мм <sup>3</sup> )	Объем буллы (мм <sup>3</sup> )	Объем фиброза (мм <sup>3</sup> )	Объем сохраненной паренхимы (мм <sup>3</sup> )
Правое легкое	1243568,75	263462,3	162468,05	68942,15	1012158,6
Левое легкое	1197242,5	156923,1	91094,00001	20113,6	1086034,9
Различие (разы / %)	1,04 (3,87 %)	1,7 (67,9 %)	1,78 (78,4 %)	3,43 (342,8 %)	0,93 (93,2 %)

Так, объем правого легкого больше объема левого на 3,3 %, что говорит о его незначительном уменьшении, приблизительно на 6,7 % от нормы [6].

Объем эмфиземы правого легкого больше объема эмфиземы левого на 67,9 %.

Объем буллезно измененной паренхимы в правом легком на 78,4 % больше чем в левом.

Объем лучевого фиброза в правом легком больше в 3,43 раза (342,8 %) чем в левом. Учитывая, что правая шейно-надключичная область у больной не облучалась, этот факт заслуживает отдельного внимания. Однако его более глубокое рассмотрение и объяснение – предмет последующих публикаций.

Объем сохраненной паренхимы определялся нами как разница объема легкого и суммы объема фиброза с объемом буллезно измененной паренхимы. Эмфизему легкого расценивали как вариант структурно-функциональной компенсации. Несмотря на больший объем правого легкого, объем сохраненной паренхимы в нем составил 93,2 % от левого.

Предложенная методика позволяет определить структурные изменения в легких при развитии в них локального лучевого фиброза и получить важную клиническую информацию, которую можно оценить количественно.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Визначення тактики магнітолазерної терапії місцевих променевиx ушкоджень методом радіонуклідного дослідження мікроциркуляції тканин / Кихтенко І. М., Хворостенко М. І., Матвєєва В. О., Владіміров О. В. // Укр. радіол. журн. – 2001. – № 2. – С. 171–172.
2. Арустамян Л. Ю. Лечение лучевых повреждений легких у больных раком молочной железы с использованием искусственного магнитного поля : дисс. ... канд. мед. наук / Л. Ю. Арустамян. – Москва, 2002. – 104 с.
3. Хорунжик С. А. Рентгеновская компьютерная томография в оценке эффективности лучевой терапии рака легкого : автореф. дис. ... д-ра мед. наук / С. А. Хорунжик. – Минск : 2006. – 24 с.
4. Хорунжик С. А. Основы КТ-визуализации. Часть 1. Просмотр и количественная оценка изображения / С. А. Хорунжик, А. Н. Михайлов // Радиология. – 2011. – № 3. – С. 62–75.
5. Способ количественной оценки структурных шаровидных образований легких при мультиспиральной компьютерной томографии / [В. К. Коновалов, М. Н. Лобанов, С. Л. Леонов, А. М. Шайдук, В. Г. Колмогоров, А. А. Домбровский] // Вестник алтайской науки. – 2013. – № 2-1. – С. 149–153.
6. Словарь терминов и понятий по анатомии человека : справ. Издание / А. И. Борисевич, В. Г. Ковешников, О. Ю. Роменский. – М. : Высш. шк., 1990. – 272 с.

**Рецензенти:** Сухина Е. Н., д. мед. н. профессор;  
Иванкова В. С., д. мед. н. профессор.

© Хворостенко М. І., Кихтенко І. М.,  
Хворостенко Ю. М., Кихтенко С. І., 2014

Дата надходження статті до редколегії 12.05.2014 р.

**ХВОРОСТЕНКО Михайло Іванович** – доктор медичних наук, професор, Дніпропетровська державна медична академія, м. Дніпропетровськ.

*Коло наукових інтересів:* медична радіологія, променева терапія.

**КІХТЕНКО Ігор Миколайович** – доктор медичних наук, професор, Дніпропетровська державна медична академія, м. Дніпропетровськ.

*Коло наукових інтересів:* медична радіологія, променева терапія.

**ХВОРОСТЕНКО Юрій Михайлович** – Дніпропетровська державна медична академія, м. Дніпропетровськ.

*Коло наукових інтересів:* медична радіологія, променева терапія.

**КІХТЕНКО Санта Ігорівна** – лікар-педіатр міської дитячої лікарні № 2, м. Дніпропетровськ.

*Коло наукових інтересів:* променева діагностика, променева терапія.