

А.П. Мягков, Н.В. Рудик, С.А. Мягков, А.С. Семенцов, С.Ю. Наконечный

ГЗ «Запорожская медицинская академия последипломного образования МЗ Украины»

ОЦЕНКА ОБЪЕМА ПОРАЖЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА ЛЕГКИХ ПРИ ТЭЛА

С целью совершенствования способа расчета объема поражения артериального русла легких с помощью компьютерно-томографической ангиопульмонографии (КТАПГ) обследовано 36 больных при среднем возрасте 62 года. КТАПГ проводилась по стандартной методике. Повторная КТАПГ была выполнена всем 36 (100%) больным. Расчет объема поражения артериального русла (ОПАР) легких с помощью КТАПГ проводился на основании предложенного нами способа. Общий ОПАР по всем больным составил 59%, а после лечения он уменьшился до 20% (в 3 раза). При анализе ОПАР установлено, что при ТЭЛА III ст. этот показатель составляет 68%, II ст. - 51% и I ст. - 39%. Средняя величина ОПАР была также большая у больных с дисфункцией правого желудочка, которая составила 69%. При корреляционном анализе доказана связь между ОПАР и индексом желудочков сердца ($r = 0,609$, $p = <0,001$), а также признаками легочной гипертензии: диаметром легочного ствола ($r = 0,63$, $p = <0,001$), соотношением диаметров аорты до легочного ствола ($r = 0,53$, $p = <0,001$), а также толщиной миокарда правого желудочка ($r = 0,51$, $p = <0,005$). Проанализированные показатели могут служить в качестве независимых предикторов тяжести и смертности этой категории больных с ТЭЛА.

Ключевые слова: тромбоэмболия легочной артерии, компьютерно-томографическая ангиопульмонография, ангиографический индекс.

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) — одна из наиболее важных проблем современной клинической медицины и является третьим по летальности острым кардиоваскулярным заболеванием [1].

Анализ анатомических особенностей легочных сосудов и оценка пораженных артерий с помощью методов лучевой диагностики может стать важным инструментом в понимании прогнозирования течения ТЭЛА, разработки адекватной лечебной тактики и оценки результатов лечения.

Существует несколько методов расчета объема поражения артериального русла легких при ТЭЛА. Среди них наиболее распространенными в Европе является индекс Миллера (Miller G.A., 1971), а в США – индекс Уолша (Walsh P.N., 1973). Кроме них также используются показатели обструкции сосудистого русла Qanadli S.D.(2001) и Mastora I. (2003). Все вышеуказанные индексы и способы позволяют осуществить количественную оценку степени тяжести ТЭЛА.

Самым распространенным среди них является ангиографический индекс Миллера. Индекс Миллера рассчитывается на основании результатов ангиопульмонографии и сцинтиграфии и состоит из изучения 2-х составляющих – артериального и перфузационного индексов с соответствующими балльными характеристиками обструкции артериального русла. Так суммарная оценка локализации тромбов в системе легочной артерии (ЛА) составляет 16 баллов, а наличие дефекта контрастирования в сегментарной артерии оценивается 1 баллом (при том, что в правом легком их количество составляет 9, а в левом легком 7). Тромб, расположенный проксимальнее, оценивают суммой числа сегментарных артерий, расположенных дистальнее его. Таким образом, тромб в правой ЛА оценивается 9 баллами, в левой ЛА – 7, а в стволе ЛА – 16 баллами. Максимальное значение перфузационного индекса составляет 18 баллов, исходя из того, что эта составляющая индекса Миллера определяется в 6 зонах легких

(соответственно, по 3 в каждом легком – верхняя, средняя и нижняя). При этом отсутствие перфузии оценивается 3 баллами, значительное и небольшое уменьшение, соответственно, 2 и 1 баллами [2]. Таким образом, суммарный индекс Миллера с 2 его составляющими равняется 34 баллам (16+18).

Индекс Уолша, также предлагаемый для количественной оценки обструкции сосудов ЛА, но уже при применении спиральной КТ, по мнению ряда исследователей, является воспроизводимым и убедительно коррелировал с результатами селективной ангиопульмонографии [3]. Этот индекс, также как и Миллера, используется для количественного определения обструкции артерий ЛА, но в отличие от него, при определении индекса Уолша на КТ ангиопульмонограммах еще и определяются показатели перфузии в системе ЛА. Суммарный максимальный же индекс обструкции ЛА составляет уже 40 баллов на одного пациента за счет того, что автором учитывалось наличие 10 сегментарных артерий (по 3 в верхних долях, по 2 в средней доле и в язычковых сегментах и по 5 в нижних долях).

Показатель обструкции сосудистого русла Qanadli (2001) практически идентичен аналогичному индексу обструкции Уолша [4].

Индекс Mastora (2003) предполагает расчет степени тяжести ТЭЛА, основанный на определении процента обструкции центральных и периферических отделов ЛА, с использованием 5-балльной шкалы (1 – <25 %, 2 – 25 - 49 %, 3 – 50 % - 74 %, 4 – 75 % - 99 %, 5 – 100 %). Центральные отделы представлены средостенными ЛА (ствол, правая, левая и долевые ЛА), периферические отделы – сегментарными ветвями ЛА. Кроме этого, предлагается также определение и глобальной оценки обструкции ЛА при ТЭЛА за счет суммарной оценки центральной и периферической обструкции. Максимальное количество баллов при определении индекса обструкции Mastora составляет 155 [5].

Усовершенствованный способ расчета поражения артерий легких при ТЭЛА был предложен Кириенко А.И. с соавторами (RU 2506899 С1, Кириенко А.И. и др., 2014), который заключается в проведении компьютерной томографии с болюсным усилением и при этом проводят подсчет поражения артерий дистальнее тромбоэмболов, а также число дыхательных движений в минуту [6].

Поэтому, несмотря на существующие и совершенствующиеся способы определения обструкции артериального русла легких при ТЭЛА, каждый из них имеет определенные недостатки, которые обусловлены техническими трудностями визуализации, интерпретации и подсчета сегментарных артерий, а также невозможностью одновременной комплексной оценки поражения сосудистого русла и перфузионных нарушений с учетом существующих анатомических вариантов строения артерий легких.

Цель – усовершенствование способа расчета объема поражения артериального русла легких с помощью компьютерно-томографической ангиопульмографии.

Материал и методы.

Для этой цели обследовано 36 больных с ТЭЛА, которые находились на лечении в различных отделениях Запорожской областной клинической больницы. Возраст исследуемых больных колебался от 41 до 80 лет при среднем возрасте – 62 года ($63 \pm 14,4$). Распределение по различным возрастным группам было следующим: 40-49 – 5 (14 %); 50-59 – 10 (28 %); 60-69 – 14 (39 %); 70-79 – 6 (17 %); 80 и старше – 1 (3 %). Исследования проводились с использованием 4-срезового и 64-срезового спиральных компьютерных томографов. Для проведения компьютерно-томографической ангиопульмографии (КТАПГ) использовался неионный йодсодержащий контрастный препарат, который вводился болюсно в кубитальную вену с помощью автоматического инъектора со скоростью не менее 3 мл/с. Исследование проводили в каудокраниальном направлении. В процессе лечения повторная КТАПГ была выполнена всем 36 (100 %) больным, при которой у 9 (27 %) пациентов была выявлена положительная динамика в виде полного лизиса окклюзирующих тромбоэмболов, уменьшения диаметра легочного ствола и главных ЛА. У 26 (70 %) больных КТ-картина была без положительной динамики, что было расценено как хроническая ТЭЛА, которая сопровождалась соответствующими морфоструктурными изменениями тромбоэмболов, изменениями сосудов и сердца, паренхиматозными и другими изменениями. У 1 (3 %) больного при КТАПГ диагностирована саркома ЛА. Расчет объема поражения артериального русла легких с помощью КТАПГ проводился на основании предложенного нами способа (Патент на корисну модель 1061335 Україна, МПК (51) A61B 8/13. Мягков О.П., Рудік М.В.) [7].

После проведения КТАПГ, изучали наличие и состояние сегментарных, долевых, главных легочных артерий и легочного ствола, локализацию поражения и нарушения перфузии. Расчет площади перекрытия сосудистого русла проводили на рабочей станции Vitrea 2.

Кроме этого, для определения легочной гипертензии и дисфункции правого желудочка сердца определяли диаметры легочного ствола, аорты и соотношение их диаметров (АО/ЛА), правой и левой ЛА, размеры правого и левого желудочеков и их соотношение (ПЖ/ЛЖ) на уровне 4-х камерного сердца путем определения максимального расстояния между эндокардом желудочеков к межжелудочковой перегородке, перпендикулярно продольной оси. Дисфункцию ПЖ определяли при увеличении соотношения ПЖ/ЛЖ > 1 [8]. Измерялась также и толщина миокарда ПЖ.

Статистическую значимость сравниваемых показателей с нормальным распределением, которое определялось по критерию согласия Колмогорова-Смирнова, устанавливали с использованием t-критерия Стьюдента для средних величин и F-критерия Фишера для дисперсии или U-критерия Манна-Уитни для данных с распределением отличным от нормального (при необходимости с внесением поправки Бонферрони) и коэффициента ранговой корреляции Спирмена (r) при уровне значимости $p=0,05$. Анализируемые данные представлены как «среднее \pm стандартное отклонение» ($M \pm s$) и модой (Mo) для данных имеющих нечисловую природу.

Результаты и обсуждение.

После проведения КТАПГ, включающей изучение наличия сегментарных, долевых, главных легочных артерий и легочного ствола, локализации поражения был произведен расчет объема поражения артериального русла легких (ОПАР). Определение ОПАР при ТЭЛА состояло из двух частей – на первом этапе определяли артериальный, а на втором – перфузионный индексы. При подсчете артериального индекса исходили из балльной оценки локализации тромбоэмболов в системе ЛА. Так пораженную сегментарную ветвь ЛА оценивали 1 баллом, долевую ЛА – от 2 до 4, левую ЛА – 8, правую ЛА – 10 баллами, а поражение ствола ЛА составляло 18 баллов. Эта оценка основана на том, что в правом легком имеется 10 сегментарных артерий, а в левом – 8 (Синельников Р.Д, 1996) [9]. При этом максимальная сумма артериального индекса составляет 18 баллов.

Вторая часть расчета ОПАР состояла в определении уровня перфузии в верхней, средней и нижних зонах легких (перфузионный индекс). Перекрытие сегментарной артерии более 50 % площади поперечного сечения сосуда принимали за 1 балл, а менее 50 % площади оценивали в 0 баллов (рис. 1). Суммарное значение ОПАР составляет 36 баллов (артериальный индекс – 18 + перфузионный индекс – 18).

ПЕРЕКРЫТИЕ СОСУДА МЕНЕЕ 50 % **ПЕРЕКРЫТИЕ СОСУДА БОЛЕЕ 50 %**

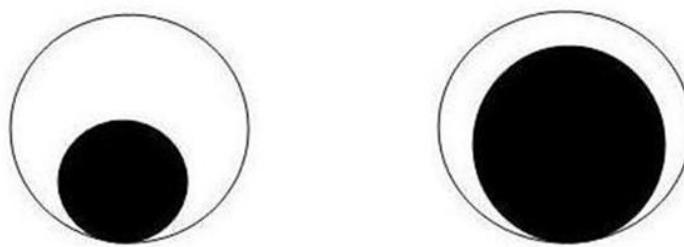


Рис.1. Схема определения площади перекрытия артерии в зависимости от площади поперечного сечения сосуда.

На основании разработанного способа определения ОПАР предложено его схематическое изображение, где представлены все ветви ЛА с баллами, соответствующими

СПРАВА

ящими каждой пораженной ветви (вплоть до сегментарных) – артериальный индекс и зональное нарушение перфузии, также в баллах – перфузионный индекс (рис 2).

СЛЕВА



Рис.2. Схематическое изображение способа определения объема поражения артериального русла легких при ТЭЛА – представлены все ветви ЛА для определения артериального индекса и зоны легких для подсчета перфузионного индекса в баллах.

Таким образом, общая сумма баллов для ОПАР может составлять от 0 (отсутствие поражения) до 36 (тромбоэмболы в обоих главных легочных артериях или легочном стволе, а дистальные артерии обоих легких не контрастируются). Данные о балльной характеристике ОПАР представлены в таблице 1.

На основании этих данных и классификации, предложенной Савельевым В.С. с соавторами (1990), выделили степени тяжести ОПАР при ТЭЛА – при сумме баллов до 16 устанавливается легкая степень (0–44 %), 17–21 (45–58 %) средняя, 22–26 (59–72 %) тяжелая и 27 и более (больше 73 %) – крайне тяжелая степени.

Таблица 1

Оценка объема поражения артериального русла

Локализация поражения	Число баллов	% от общего (36) количества поражения
одна сегментарная ветвь легочной артерии, расположенная дистальнее эмболя, не зависимо от степени перекрытия сосуда	1	3 %
правая верхнедолевая ветвь	3	8 %
правая среднедолевая ветвь	2	6 %
правая нижнедолевая ветвь	5	14 %
левая верхнедолевая ветвь	2	6 %
левая верхняя язычковая ветвь	1	3 %
левая нижняя язычковая ветвь	1	3 %
левая нижнедолевая ветвь	4	11 %
левая главная ветвь	8	22 %
правая главная ветвь	10	28 %
легочной ствол	18	50 %

В таблице 2 приведены показатели ОПАР в динамике 16 больных в зависимости от степени тяжести ТЭЛА.

Таблица 2

Пациенты	Объем поражения артериального русла			
	до лечения	степень тяжести ТЭЛА	после лечения	степень тяжести ТЭЛА
Пациент 1	67 %	III	47 %	II
Пациент 2	42 %	II	25 %	I
Пациент 3	47 %	II	17 %	I
Пациент 4	42 %	I	0	I
Пациент 5	72 %	III	17 %	I
Пациент 6	69 %	III	19 %	I
Пациент 7	69 %	III	28 %	I
Пациент 8	72 %	III	22 %	I
Пациент 9	61 %	III	8 %	I
Пациент 10	36 %	I	0	I
Пациент 11	50 %	II	9 %	I
Пациент 12	58 %	II	14 %	I
Пациент 13	67 %	III	15 %	I
Пациент 14	67 %	III	17 %	I
Пациент 15	67 %	III	50 %	II
Пациент 16	58 %	II	47 %	II

Как видно из представленных данных, по степени тяжести ТЭЛА 9 больных (56,2 %) имели III степень, 31,3 % (5 больных) – II степень и 12,5 % (2) I степень.

При этом средние величины ОПАР составили, соответственно, при III степени – 68 %, II степени – 51 % и I степени 39 %.

Суммарный ОПАР по всем больным составил 59 %, а после лечения он уменьшился до 20 %, т.е. объем поражения артериального русла уменьшился на 39 % или

почти в 3 раза.

Особенно показателен суммарный показатель ОПАР при тяжелой степени ТЭЛА – так с $67 \pm 0,03$ % он снизился до $25 \pm 0,14$ % т.е. в 2,7 раза. При II степени этот показатель снизился с $51 \pm 0,07$ до $22 \pm 0,15$ % т.е. в 2,6 раза, а при легкой степени он снизился с $39 \pm 0,22$ % до 0.

Для наглядности приводим диаграмму, которая иллюстрирует изменение объема пораженного артериального русла после лечения (рис. 3).

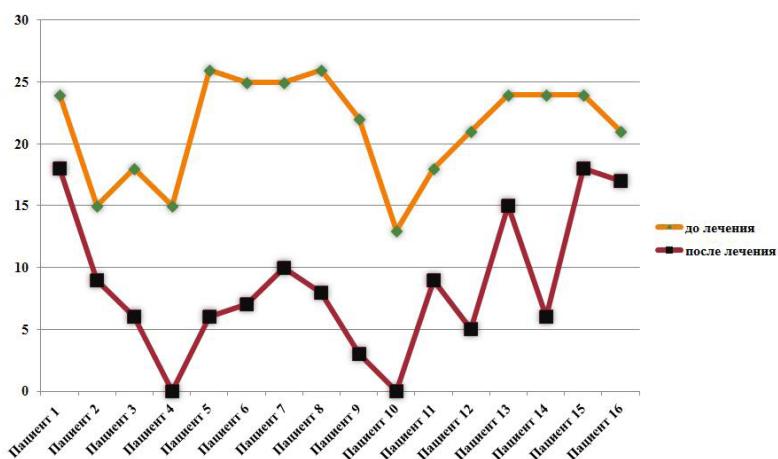


Рис. 3. Диаграмма у больных ТЭЛА, демонстрирующая существенное снижение объема пораженного артериального русла после тромболизиса.

В качестве примера приводим клиническое наблюдение – больного Н. 1940 г. р. В июне 2015 года был госпитализирован в Запорожскую областную клиническую больницу с болью в грудной клетке, одышкой при физической нагрузке в течение нескольких дней, эпизодами кровохарканья. С подозрением на ТЭЛА были проведены клинические и инструментальные методы обследования, которые указывали на тромбоз глубоких вен нижних конечностей. По поводу ТЭЛА был обсле-

дован с помощью КТАПГ. Данные КТАПГ показали прямые признаки острой ТЭЛА в виде тромбоэмболов, локализованных в просвете сегментарных и долевых легочных артерий в виде пристеноочно расположенных дефектов контрастирования низкой плотности, которые образовывали острые углы со стенкой сосуда. При этом некоторые из тромбоэмболов перекрывали просвет сосуда более чем на 50%. При этом величина ОПАР составила 23 балла (рис. 4).

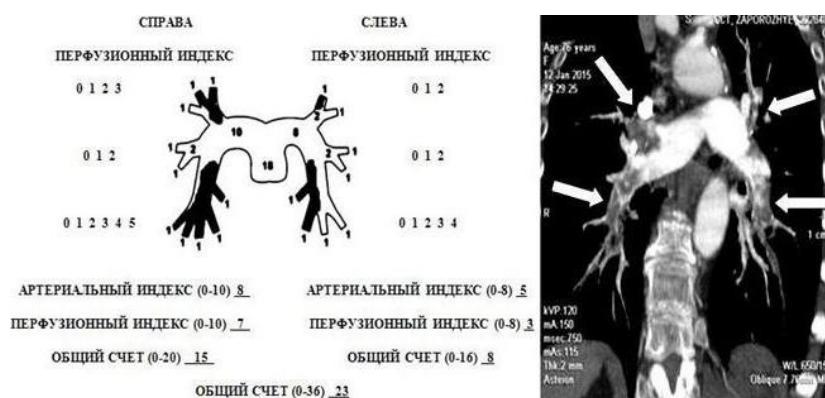
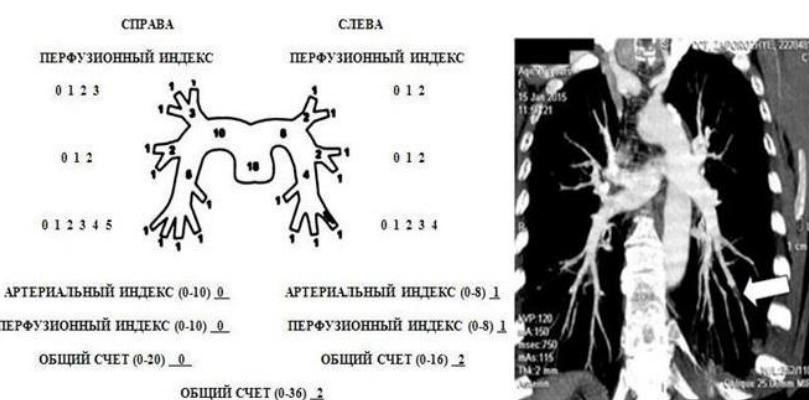


Рис. 4. Схематичное изображение объема пораженного артериального русла в баллах и КТАПГ во фронтальной плоскости (до лечения). Стрелками указаны пораженные артерии.

После консервативного лечения (назначения тромбополитиков) при повторной КТАПГ через 3 дня, наблюдалось существенное уменьшение объема поражения

долевых и сегментарных легочных артерий. Величина ОПАР уменьшилась с 23 до 2 баллов – снизилась более чем на 90 % (рис. 5).



Среди 16 больных прошедших обследование у 6 больных (37,5 %) с III степенью тяжести ТЭЛА была обнаружена дисфункция правого желудочка сердца. При этом соотношение желудочков ПЖ/ЛЖ (индекс желудочков) было больше 1. Данные корреляционного анализа показали сильную корреляционную связь между ОПАР и индексом желудочков – $r = 0,609$, $p < 0,001$. Аналогичные результаты, свидетельствующие о наличии были получены также Quiroz R. et al. (2004) и Attiaa N. et al. (2015) [8, 10].

Средняя величина ОПАР была также выше у больных с дисфункцией правого желудочка и составила 69%.

Кроме этого, выявлена сильная корреляция между ОПАР и признаками легочной гипертензии: диаметром ствола ЛА ($r = 0,63$, $p < 0,001$); соотношением АО/Лс ($r = 0,53$, $p < 0,001$); толщиной миокарда ПЖ ($r = 0,51$, $p < 0,005$).

В качестве примера приводим клиническое наблюдение больного с тяжелой степенью ТЭЛА, которая сопровождалась дисфункцией ПЖ (рис. 6).

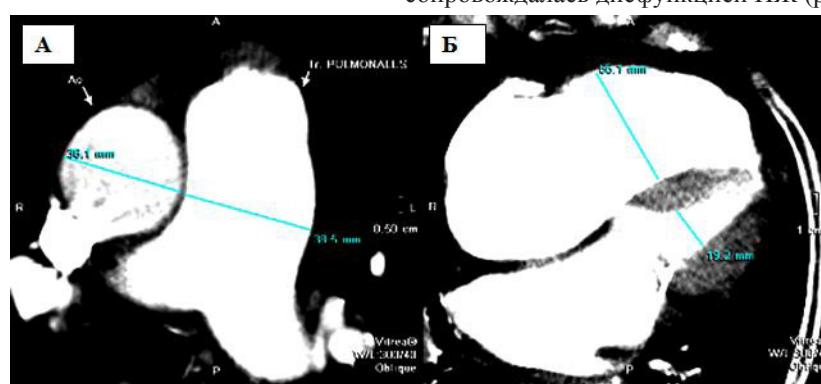


Рис. 6. КТ ангиопульмонарограммы в аксиальной плоскости, которые иллюстрируют: А - наличие легочной гипертензии (диаметр ствола легочной артерии = 38,5 мм и соотношение диаметров аорта/ствол ЛА >1); Б - дисфункцию правого желудочка (соотношение размеров ПЖ/ЛЖ = 55,1/19,2 мм, >1).

Эти результаты сопоставимы с результатами исследований других авторов, которые также отмечали высокую чувствительность и специфичность определяемого индекса обструкции [4, 5, 11].

В работах этих исследователей также подчеркивается, что дисфункция правого желудочка сердца тесно связана и хорошо коррелирует с величиной индекса обструкции и чем этот показатель меньше, тем меньше вероятности появления дисфункции ПЖ. Кроме этого, подчеркивается, что согласно классификации (ESC 2014), показатель обструкции артериального русла является очень ценным показателем для диагностики и стратификации риска смертности у больных с острой ТЭЛА.

Таким образом предлагаемый способ определения объема пораженного артериального русла при ТЭЛА является простым и воспроизводимым. По своей конструкции он основан на определении количества – сегментарных артерий, которые содержали тромбы или они располагались в более проксимальных ветвях ЛА (артериальный индекс) и выключенных из зон кровоснабжения артерий (перфузионный индекс). При этом ОПАР легко подсчитать, даже в тех случаях, когда имеются анатомические варианты строения сегментарных артерий легких.

КТ ангиопульмография в настоящее время стала

важным прогностическим инструментом для определения риска, связанного с дисфункцией правого желудочка сердца при ТЭЛА, что может служить в качестве независимого предиктора смертности данной категории больных.

Выводы.

- Предлагаемый способ определения объема поражения артериального русла с помощью КТ ангиопульмографии позволяет оценить – обтурационно-перфузионные нарушения, начиная от сегментарных ветвей легочной артерии, степень и тяжесть обструкции артериального русла и проследить результаты прошедшего лечения у больных ТЭЛА.

- Суммарный объем поражения артериального русла легких при ТЭЛА составил 59 %, а после адекватного лечения он уменьшился в 3 раза.

- Максимальные величины поражения артериального русла легких особенно велики у больных с тяжелыми стадиями ТЭЛА, достигая у отдельных больных 72 %, однако после лечения этот показатель снижается до 25 %.

- Дисфункция правого желудочка сердца при ТЭЛА, как предиктор смертности может развиться при величине объема поражения артериального русла от 69 % до 72 %.

Список литературы

1. Никоненко А.С. Диагностика и тромболитическая терапия тромбоэмболии легочной артерии / Никоненко А.С., Никоненко А.А., Осауленко В.В., Наконечный С.Ю., Матерухин А.Н., Матвеев С.А., Рудик Н.В., Пономаренко А.В., Тория Р.Г. // Науковий вісник Ужгородського університету, серія «Медicina», випуск 2 (50), 2014 р. – 102-105с.
2. Miller G.A. Comparison of streptokinase and heparin in treatment of isolated acute massive pulmonary embolism / Miller G.A., Sutton G.C., Kerr I.H., Gibson R.V., Honey M. // Br Med J. № 2. – P. 681-684.]
3. Walsh P.N. An angiographic severity index for pulmonary embolism / Walsh P.N., Greenspan R.H., Simon M., et al. // Circulation. – 1973. – № – 47-48. – Vol. 12. – P. 101-108.
4. Qanadli S.D. New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography / Qanadli S.D., El Hajjam M., Vieillard-Baron A., et al. // Am J Roentgenol. – 2001. – Vol. 176. – P. 1415-1420.
5. Mastora I. Severity of acute pulmonary embolism: evaluation of a new spiral CT angiographic score in correlation with echocardiographic data / Mastora I., Remy-Jardin M., Masson P., et al. // Eur Radiol. – 2003. – Vol. 13. – P. 29-35.
6. Кириенко А. И., Леонтьев С.Г. Способ ведения пациентов при тромбоэмболии легочной артерии. Патент на корисну модель RU 2506899 C1 Российская федерация, МПК (51) A61B 6/03. Кириенко А.И.; патентообладатель ГБОУ ВП РНИМУ им. Н.И. Пригрова. - № 2013102006/14; заявл. 17.01.2013; опубл. 20.02.2014. Бюл. №5.
7. О.П. Мягков, М.В. Рудік. Спосіб розрахунку обсягу ураження судинного русла легенів. Патент на корисну модель 106135 Україна, МПК (51) A61B 8/13. Рудік М.В.; заявник та патентовласник ДЗ «ЗМАПО МОЗ України». - № 1 2016 01429; заявл. 17.02.2016; опубл. 11.04.2016. Бюл. №7.
8. R. Quiroz Right ventricular enlargement on chest computed tomography: prognostic role in acute pulmonary embolism / R. Quiroz, N. Kucher, U.J. Schoepf, et al. // Circulation – 2004. – Vol. 109. – P. 2401-2404.
9. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. В 4 т. / Синельников Р.Д. Синельников Я.Р. // учение о внутреностях спланхнология. 2-е изд., стер. - М.: 1996 том 2, стр. 157-160.
10. Attia N. V. Evaluation of acute pulmonary embolism by sixty-four slice multidetector CT angiography: Correlation between obstruction index, right ventricular dysfunction and clinical presentation / Attia N. V., Seifeldeina G.S., Hasab A.A. // The Egyptian Society of Radiology and Nuclear Medicine. – 2015. – Vol. 46, № 1. – P. 25-32.
11. Rodrigues. Clot burden score in the evaluation of right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism: quantifying the cause and clarifying the consequences / Rodrigues, H. Correia, A. Figueiredo, et al. // Rev Port Cardiol, 31 (11) (2012), pp. 687–695].

Стаття надійшла до редакції 03.10.2016р.