

РОЛЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ЛЕГКИХ У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА В ОЦЕНКЕ ФУНКЦИИ ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ МАЛОИНВАЗИВНЫХ ХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ

Минько Б.А., Вологодина И.В., Бородич П.Л.

Материалы и методы: исследование включено 39 больных ИБС в возрасте от 43 до 89 лет, поступивших в клинику в экстренном порядке по поводу ОКС или нарушений ритма сердца.

Результаты: В результате выполненного исследования признаки достоверного изменения легочного кровообращения в виде локальных изменений пневматизации легких с повышением денситометрических показателей в пределах 10 HU после проведения малоинвазивных вмешательств были выявлены у 14 пациентов.

Выводы: Проведенное исследование показало высокую чувствительность КТ сканирования легких в диагностике дисфункции левого желудочка при изменениях коронарного кровотока и нормализации сердечного ритма.

Ключевые слова: КТ легких, ИБС, коронарный кровоток, дисфункция левого желудочка.

«Российский центр радиологии и хирургических технологий» МЗ РФ
Санкт-Петербург, Россия.

THE VALUE OF MSCT IN PATIENTS WITH ISCHEMIC HEART DISEASE IN LEFT VENTRICULAR FUNCTION EVALUATION WITHIN MINIMALLY INVASIVE SURGICAL TREATMENT

Min'ko B.A., Vologdina I.V., Borodich P.L.

Aaterial and methods: of 39 patients with ischemic heart disease (age range from 43 to 89) were included in the study after urgent admission to the hospital with acute coronary syndrome or cardiac arrhythmia.

Results: During this study the signs of reliable changes in pulmonary circulation as local lung pneumatization changes with increased densitometric value within 10 hounsfield units (HU) after minimally invasive surgical treatment were found in 14 patients.

Conclusions: The study has showed high sensitivity of lung MSCT in diagnostics of left ventricular disfunction within coronary blood flow changes and normalization of cardiac rhythm.

Keywords: Keywords: lung MSCT, ischemic heart disease, coronary blood flow, left ventricular disfunction.

Russian center of radiology and surgical technologies,
Saint Petersburg, Russia

Aктуальной медицинской и социально значимой проблемой является диагностика и лечение сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). В последние годы ССЗ, наряду с онкологическими, составляют 65-70 % среди основной группы заболеваний. Болезни сердца и сосудов являются главной причиной смертности в промышленно развитых странах, которая достигает 58 %. По данным ВОЗ, в мире от ишемической болезни сердца (ИБС) ежегодно умирает 7,2 млн. человек. В России в

2009 году в общей структуре смертности ССЗ занимали 58 %, что составляло около 1400 на 100000 жителей, являясь одной из самых высоких в мире [1]. При относительно невысокой продолжительности жизни в РФ такой показатель смертности воспринимается как серьезная проблема на пути улучшения продолжительности и качества жизни населения. Наиболее частой причиной смерти при ССЗ является острый коронарный синдром (ОКС) и его осложнения [2]. В половине случаев ОКС предшествует

острому инфаркту миокарда (ОИМ) [3]. Наиболее частым и грозным осложнением ИБС по данным международного исследования Euro Heart Service Study является развитие сердечной недостаточности [4]. Успехи кардиохирургии и рост числа интракоронарных вмешательств при ОКС, а также операций, связанных с восстановлением сердечного ритма, обуславливают важность оценки степени сердечной недостаточности у больных с ИБС, не имеющих её четких клинических проявлений [5]. Многообразие клинических вариантов течения ОКС и его форм зависит от сочетания, уровня поражения коронарной артерии, степени сужения просвета сосуда тромбом, возможного развития окклюзии, её длительности и наличия развитых коллатералей. Большое значение в оценке состояния пациентов имеет выявление ранних признаков сердечной недостаточности, ассоциированных с изменениями в малом круге кровообращения, с учетом степени нарушений проводящей системы сердца, объема депонированной жидкости в местах ее патологического скопления и наличия фоновых заболеваний.

На современном этапе больным с ОКС в экстренном порядке, в значительном количестве случаев, осуществляют чрескожное коронарное вмешательство с баллонной ангиопластикой и имплантацией коронарного стента, позволяющее восстановить кровоток в эпикардиальной артерии и улучшить сократимость миокарда. Эффективность выполненного коронарного вмешательства связана с предшествующим состоянием коронарного русла, структурно-функциональным повреждением сердечной мышцы и возможностью восстановления регионарной дисфункции ЛЖ. Многочисленные исследования последних лет направлены на улучшение ближайших и отдаленных результатов лечения больных с ОИМ путем разработки новых методических подходов к проведению интракоронарных вмешательств с использованием различных стентов и фармакологических препаратов. При этом необходимо учитывать, что рентгенологически определяемое в процессе коронарографии восстановление просвета сосуда, автоматически не позволяет говорить об увеличении минутного кровотока в коронарном сосуде, ликвидации ишемии и улучшении насосной функции сердца. В процессе выполнения интракоронарных вмешательств необходимо учитывать возможность развития феномена невосстановления, который связан с поражением микроциркуляторного русла миокарда [6]. Другую группу больных с ИБС составляют пациенты с нарушениями сердечного ритма и проводимости, у которых сердечная недостаточность преимущественно связана с уменьшением вклада предсердной систолы. Нарушение

проведения импульса по миокарду у этих пациентов сопровождается электрической и механической десинхронией, которая не устраняется даже после аортокоронарного шунтирования у трети пациентов [7]. Достаточно сложно улучшить сократимость миокарда у больных с множественными поражениями основных коронарных стволов, при дистрофических изменениях миокарда и выраженном кардиосклерозе.

На дооперационном этапе при обследовании больных с ИБС, необходимо осуществлять комплексную оценку сократимости и резервных возможностей миокарда. С этой целью широко используют функциональные и лучевые методы исследования сердца, наиболее распространенными из которых являются ЭКГ и ЭХО-КГ с применением нагрузочных проб [8]. Информацию о структурных и функциональных изменениях сердца можно получить при МСКТ, ЭЛТ и МРТ с контрастным усилением, позволяющих с высокой точностью определить степень повреждения сердечной мышцы. Ранее выполненными исследованиями показано, что оперативное лечение ОКС приводит к клиническому эффекту только в случае наличия достаточного количества жизнеспособных кардиомиоцитов, точное определение которых позволяет ПЭТ. Однако проведение МРТ и ПЭТ требует соответствующего оборудования, занимает определенное время и, поэтому, мало реализуемо в широкой клинической практике [9, 10]. В большом числе случаев возможности проведения полноценного дооперационного обследования ограничены в связи с дефицитом времени. На практике у больных с ОКС выполняют клинический и биохимические анализы крови, включающие исследования тропонина и газов крови, а также ЭКГ. Окончательное решение о способе реваскуляризации миокарда принимают во время операции.

Дополнительным и весьма чувствительным показателем левожелудочковой дисфункции у больных с ИБС является оценка состояния малого круга кровообращения, который следует учитывать при комплексном углубленном обследовании пациентов. Перераспределение легочного кровотока или наличие интерстициального отека легких и их динамика могут служить чувствительной характеристикой степени сердечной недостаточности.

Задачей исследования была непрямая оценка изменения насосной функции левого желудочка у больных с ИБС до и после выполнения малоинвазивных интракоронарных вмешательств или устранения нарушения ритма по изменению состояния малого круга кровообращения.

Материалы и методы.

Оценку изменения состояния кровообра-

щения в малом круге у больных с ИБС проводили по результатам МСКТ органов грудной полости до и в ближайшее время после проведения интракоронарного стентирования, установки ЭКС, подавления эктопических очагов или устранения патологических проводящих путей по изменению денситометрической плотности легочной паренхимы в выделенном объеме легкого. Исследование грудной полости выполняли на компьютерном томографе Toshiba Aquilion 16 в обычном режиме с толщиной аксиальных срезов 2 мм, время оборота трубки 0.5 сек. Напряжение 120-130 кВ, ток 50 мАс. После малоинвазивного хирургического вмешательства в первые 4 дня пациенту выполняли МСКТ легких по той же программе.

В исследование включено 34 больных ИБС в возрасте от 43 до 89 лет (средний возраст $67,5 \pm 10,9$): 14 мужчин и 20 женщин. Из них 18 пациентов, поступивших в клинику с ОКС, подлежащих интракоронарным вмешательствам в экстренном порядке; 16 пациентов с нарушениями ритма сердца, остерейшие проявления которых купировались консервативно.

При наличии решения о необходимости выполнения малоинвазивного хирургического вмешательства, пациенту выполняли нативную МСКТ легких, при рутинном анализе которой определяли изменения, характерные для лиц соответствующей возрастной группы, в большинстве случаев связанные с умеренным усилением легочного рисунка за счет сосудистого компонента.

Повторное МСКТ сканирование у тех же больных по той же программе выполняли после проведения малоинвазивного хирургического вмешательства. Выполнен сравнительный анализ полученных МСКТ изображений легких, который проводили в представленном специальном «окне визуализации», одинаковом для первого и второго исследования. «Окно визуализации» определяли в бессосудистой зоне, обычно в области VI сегмента одного из легких. Определялась средняя денситометрическая плотность легочной паренхимы в выделенном участке ткани легкого (приблизительное значение по шкале Хаунсфилда было около – 800 HU). Данное значение принимали за уровень окна, ширина которого устанавливалась от 100 до 200 HU. Уровень и ширина «окна» могли быть незначительно изменены для лучшей визуализации существующих изменений. В дальнейшем проводили посрезовый сравнительный анализ МСКТ изображений на одном и том же уровне для оценки динамики возможных изменений. Поскольку объем депонированной жидкости связан с легочной плотностью, он может быть объективно математически рассчитан.

В результате проведенного анализа признаки достоверного улучшения легочного кро-

вообращения в виде локальных повышений пневматизации легких, в пределах нескольких легочных долек, с понижением денситометрических показателей более, чем на 10 HU, после проведения малоинвазивных вмешательств были выявлены у 13 пациентов. У других 21 пациента достоверного улучшения состояния легочного кровотока отмечено не было, что у данных пациентов было расценено как отсутствие достоверных МСКТ-признаков уменьшения левожелудочковой недостаточности в ближайшем послеоперационном периоде. Результаты оценки функции левого желудочка по данным МСКТ у больных с ИБС при интракоронарных вмешательствах и при установке кардиостимулятора представлено в таблице 1.

У 50 % больных определялось достоверное улучшение пневматизации легких после установки кардиостимулятора и нормализации сердечного ритма. В то же время успешно выполненное интракоронарное вмешательство с видимым восстановлением кровотока после стентирования приводило к улучшению кровообращения в малом круге у 7 из 18 (39 %) пациентов. У 4-х больных после проведенной аблации проводящих путей изменений легких по данным МСКТ получено не было. Приведем примеры.

Пациентка Ф., 74 года поступила в экстренном порядке по поводу нарушения ритма, связанного с неисправностью ЭКС, с диагнозом: ИБС. Стенокардия напряжения 2 ФК. Гипертоническая болезнь 3. В анамнезе протезирование аортального клапана в 2010 году. Данные ЭКГ — синусовая брадикардия с ЧСС 55 в 1 мин. АВ блокада II-III ст. тип Мебиц 2. Неполная блокада правой ножки пучка Гиса. Выполнено МСКТ грудной клетки. Проведена замена ЭКС.

ЭКГ через двое суток. Данные ЭКГ — эффективная предсердная стимуляция. Частая предсердная экстрасистолия. Неполная блокада правой ножки пучка Гиса. Выполнено повторное МСКТ грудной клетки.

Данные МСКТ представлены на рисунках 1-3.

Приблизительный объем легких, рассчитанный по данным измерений на рабочей станции компьютерного томографа, до установки кардиостимулятора соответствовал 3700 мл. Денситометрическая плотность легочной ткани после установки кардиостимулятора уменьшилась на 20 HU (с -776 HU до -796 HU), что соответствовало уменьшению объема жидкости в легких приблизительно на 74 мл, то есть по 37 мл на каждое легкое.

Обсуждение.

Клинические признаки сердечной недостаточности хорошо известны, к ним относят сердцебиение, одышку при физической нагруз-

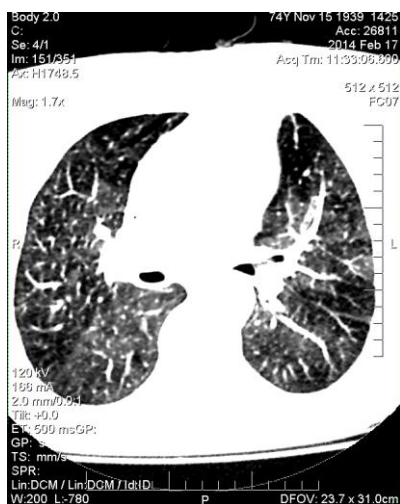


Рис. 1,а.

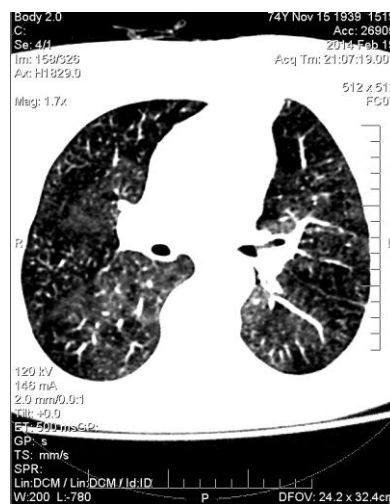


Рис. 1,б.

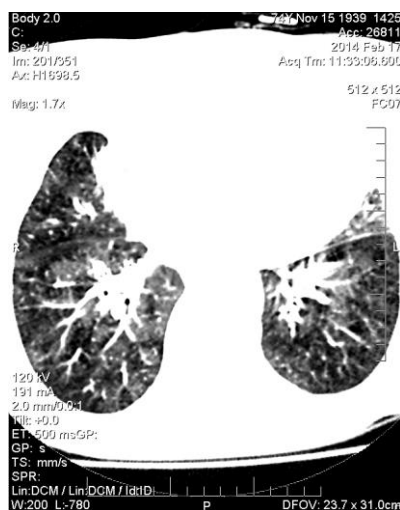


Рис. 2,а.

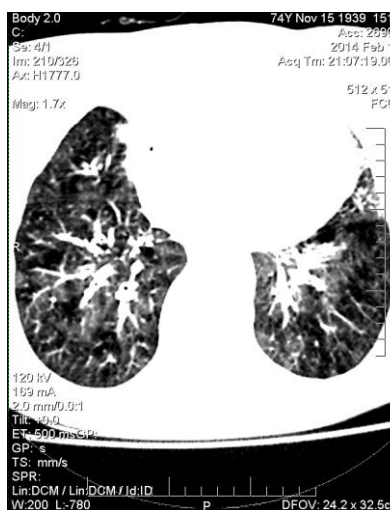


Рис. 2,б.

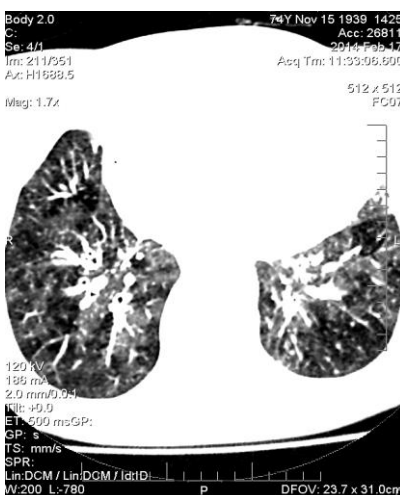


Рис. 3,а.

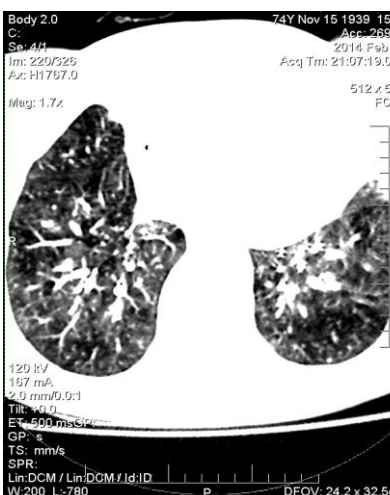


Рис. 3,б.

Рис. 1-3. МСКТ легких, аксиальные срезы.

Выполненные на трех различных уровнях до (а) и через 2 дня (б) после замены водителя ритма. На всех трех уровнях визуализируются изменения КТ-картины легких, за счет появления зон понижения пневматизации, указывающей на уменьшение проявлений левожелудочковой сердечной недостаточности.

ке, а также слабость и быструю утомляемость. Лучевое обследование больных с ИБС направлено на выявление ранних признаков сердечной недостаточности, связанной с систолической и диастолической дисфункцией левого желудочка. Систолическая дисфункция связана со слабостью сердечной мышцы и повышением конечного диастолического давления в левом предсердии, диастолическая дисфункция миокарда связана с замедлением расслабления левого желудочка, в результате чего снижается его возможность принимать кровь под низким давлением, без компенсаторного его повышения в левом предсердии и легочных венах. Причиной снижения сократимости миокарда при ИБС является ишемия, в результате которой уменьшается количество нормально функционирующих кардиомиоцитов, что связано с их некрозом или апоптозом, а также возможными обратимыми изменениями, как дистрофия и гибернация. Важную роль в компенсаторно-приспособительных реакциях сердца к условиям перегрузки давлением и/или объемом играет ишемическое прекондиционирование, заключающееся в ступенчатой постепенной перестройке метаболизма кардиомиоцитов и их сократительной функции. При любом варианте сердечной недостаточности развиваются признаки легочного или системного застоя. Реваскуляризация миокарда в процессе малоинвазивных интракоронарных вмешательств и нормализация сердечного ритма у больных с ОКС может привести к восстановлению сократимости, однако время восстановления сократимости будет зависеть от выраженности патофизиологических изменений, как в миокарде, так и в организме в целом.

В ранее выполненных фундаментальных исследованиях отечественных и зарубежных авторов проведены сопоставления данных классической рентгенографии легких и ангиопульмонографии с определением давления в камерах сердца. В указанных работах установлено наличие патофизиологически обоснованного определенного соответствия между рентгеновской картиной легких и величиной давления в левом предсердии. Показано, что состояние сосудов малого круга кровообращения, особенно системы легочных вен, является чувствительным показателем сократительной функции миокарда [5, 11]. Необходимо учитывать, что размеры левого желудочка у больных с ОКС могут оставаться нормальными, даже при значительной функциональной недостаточности.

Установлены достаточно тонкие признаки возможного косвенного определения давления в левом предсердии по рентгенологической картине легких. Выделяют четыре основные степени нарушения легочного кровотока, обусловленные затруднениями оттока из левого пред-

сердия от перераспределения легочного кровотока до альвеолярного отека [12].

При оценке состояния малого круга кровообращения, характеризующего левожелудочковую сердечную недостаточность по задержке жидкости в легочном круге кровообращения, необходимо учитывать возможное избыточное внутривенное введение дополнительного объема лекарственных средств, как и других обстоятельств, влияющих на сократимость миокарда. Состояние легочного рисунка связано с повышением давления в прекапиллярном звене малого круга, то есть в системе легочных артерий. Подобные же изменения происходят на МСКТ легких, что отмечается в ряде статей [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Выявление скрытых форм сердечной недостаточности может характеризовать динамику изменений насосной функции сердца под воздействием проводимого лечения. Одной из важных проблем является разработка оптимальной методики МСКТ с учетом технических возможностей аппаратуры, направленной на выявление малых изменений картины легких, наступающих в короткие сроки после малоинвазивных хирургических вмешательств. Прямая оценка легочных сосудов по их диаметру затруднительна, так как вариация их калибра меньше аппаратной погрешности линейных измерений. Теоретически возможна качественная оценка изменений калибра мелких сосудов, толщины междольковых и внутридольковых перегородок, однако, с учетом наличия артефактов движения от сердца – данный анализ требует применения сложных методов статистического анализа и проведения многократных МСКТ сканирований до и после проведения лечебной процедуры. Предложена методика локальной оценки (на уровне легочных долек) интегральной характеристики – денситометрической плотности легочной ткани и ее изменения после хирургического вмешательства. Достоверность изменения денситометрической плотности для каждого случая обеспечивается тем, что максимальная заявленная производителем погрешность томографа по неоднородности поля составляет 4 единицы Хаунсфилда. Одним из наиболее типичных проявлений левожелудочковой сердечной недостаточности, при ее выраженных проявлениях, является специфический феномен визуального уплотнения легочной ткани, известный как симптом матового стекла (СМС), который был использован в данном исследовании. СМС не является специфичным признаком для сердечной недостаточности, но его изменение на фоне лечения является показательным. СМС описывается как увеличенная «туманная» плотность легочной ткани с сохранением краев бронхов и сосудов, и связанная с недостаточным заполнением воздушных

пространств воздухом, интерстициальным отеком, частичным спадением альвеол или увеличением объема циркулирующей крови. При проведении дифференциальной диагностики нами были исключены другие многочисленные причины СМС, связанные с венозной и лимфатической обструкцией, увеличенной капиллярной проницаемостью, гипопроотеинемией, гидростатическим отеком легкого, факторами гравитационного воздействия, как и с другой стороны возможные ранее существовавшие интерлобулярные, септальные и перибронхиальные утолщения.

Таким образом, МСКТ легких может быть предложена в качестве метода непрямого оценки степени сердечной недостаточности.

В результате выполненного исследования, на основании данных МСКТ-картины легких

установлено наличие динамики изменений пневматизации у части больных с ОКС, подверженных экстренным малоинвазивным хирургическим вмешательствам, как и у больных, которым острейшие проявления заболевания были купированы консервативно.

Проведенное исследование показало высокую чувствительность МСКТ сканирования в оценке степени дисфункции левого желудочка при восстановлении коронарного кровотока и нормализации сердечного ритма. Данные МСКТ легких, полученные при динамическом наблюдении у больных с ИБС, могут быть использованы для контроля проводимого лечения, в том числе как наглядный критерий эффективности выполненного малоинвазивного хирургического вмешательства.

Список литературы:

1. Информационный бюллетень ВОЗ N317 Март 2013 г. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/ru/>
2. Концевая А.В., Калинина А.М., Колтунов И.Е., Оганов Р.Г. Социально-экономический ущерб от острого коронарного синдрома в Российской Федерации. ГНИЦ профилактической медицины. // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2011 Выпуск № 2. – том 7. – С. 158-166.
3. Rezcalla S.H., Kloner R.A. Coronary no-reflow phenomenon: from the experimental laboratory to the cardiac catheterization laboratory // *Catheter Cardiovasc Interv* 2008, 72: 950-957.
4. Salvador M. J., Sebaoun A., Sonntag F., Blanch P., Silber S., Aznar J., Komajda M., European Study of Ambulatory Management of Heart Failure // *Rev Esp Cardiol* 2004;57(12):1170-8.
5. Тихонов К.Б. Функциональная рентгеноанатомия сердца. Изд. Медицина. М. 1990. 272 с.
6. Sebastiaan C.A., Bekkers M., Waltenberger J. Microvascular Obstruction: underlying pathophysiology and clinical diagnosis. // *J Am Coll Car.* 2010; 55:1649-1660
7. Обрезан А.Г., Вологодина И.В. Хроническая сердечная недостаточность. СПб. «Вита Нова». 2002. – 320 с.
8. Abbate A., Kontos M.C. No-Reflow: the next challenge in treatment of ST-elevation acute myocardial infarction. // *Eur Heart J.* 2008; 29: 1795-1797.
9. Труфанов Г.Е., Железняк И.С., Рудь С.Д., Меньков И.А. МРТ в диагностике ишемической болезни сердца. //Элби-СПб. 2012. – 64 с.
10. Гранов А.М., Тютин Л.А. Позитронно-эмиссионная томография. //СПб: Изд-во Фолиант, 2008. – 368 с.
11. Turner F., Lau F., Jacobson G. A method for estimation of pulmonary venous and arterial pressures from the routine chest roentgenogram // *Amer.J.Roentgenol.*-1972.-Vol.116. - P.97-106.
12. Петренко И.Е. Рентгенологические проявления левожелудочковой недостаточности сердца и рентгенодиагностика некоторых осложнений при остром инфаркте миокарда // Автореферат. дис. учен. степен канд. мед. наук Л. 1982.
13. Pelosi P., Gama de Abreu M. Lung CT scan. // *The Open Nuclear Medicine Journal*, 2010, 2, 86-98.
14. Kato S., Nakamoto T., Iizuka M. Early diagnosis and estimation of pulmonary congestion and edema in patients with left-sided heart disease from histogram. // *Pulmonary CT Number.* ST 1996; 109:1439-45.
15. Hanneman K., Nguyen E.T., Crean A.M. Hypertrophic cardiomyopathy complicated by pulmonary edema in the postpartum period. // *Hinduri publishing corporation case reports in radiology.* V. 2013, Article ID 802352, 3 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2013/80235>.
16. Storto M.L., Kee S.T., Golden, J.A. Webb W.R. Hydrostatic pulmonary edema: high-resolution CT findings. // *AJR:* 165, October 1995: 817-820.
17. Gattinoni L., Caironi P., Pelosi P., Goodman L. What has computed tomography taught acute respiratory distress syndrome? // *Am. J. Respir. Crit. care med.* 2001, Vol. 164. P. 1701–1711.
18. Claudia M., Cunha R., Edson M., Rodrigueus R. et. al. Hydrostatic pulmonary edema: high-resolution computed tomography aspects. // *J Bras Pneumol.* 2006; 32 (6):515-22.
19. Collins J., MD., E.J. Stern, MD. Ground glass opacity on CT scanning of the chest: What does it mean? // *Applied Radiology,* December 1998. P. 17-24.
20. Gonzales J., Verin A. Non-Cardiogenic Pulmonary Edema, Lung Diseases - Selected State of the Art Reviews, Ed. Dr. Elvis-egran M. I. 2012, ISBN: 978-953-51-0180-2, InTech, Available from:<http://www.intechopen.com/books/lung-diseases-selected-state-of-the-art-reviews/non-cardiogenic-pulmonary-edema>.