

ОЦЕНКА ФРАКЦИИ ВЫБРОСА ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПО ДАННЫМ МУЛЬТИСПИРАЛЬНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ У ПАЦИЕНТОВ С ТРОМБОЭМБОЛИЕЙ ЛЁГОЧНОЙ АРТЕРИИ

*Альберт Сарварович Галявич, Алексей Юрьевич Рафиков**

Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия;

Межрегиональный клинико-диагностический центр, г. Казань, Россия

Реферат

DOI: 10.17750/KMJ2015-901

Цель. Оценка глобальной систолической функции правого желудочка по данным мультиспиральной компьютерной томографии у пациентов с тромбозом лёгочной артерии.

Методы. Обследованы 37 человек в возрасте от 31 до 75 лет (20 женщин и 17 мужчин), средний возраст составил 55 ± 12 лет. В основную группу вошли 15 пациентов без клинических и инструментальных признаков врождённого порока сердца и инфаркта миокарда левого и правого желудочков, с признаками тромбоза лёгочной артерии по данным мультиспиральной компьютерной томографии. Контрольную группу составили 22 пациента. Томографический анализ конечного диастолического объёма, фракции выброса левого и правого желудочков осуществляли в ходе проведения неинвазивной мультиспиральной компьютерной томографии — коронарографии, ангиопульмонографии. Исследование проводили на 64-спиральном компьютерном томографе «Aquillon 64» («Toshiba», Japan).

Результаты. При анализе групповых медиан у пациентов с тромбозом лёгочной артерии определялось снижение фракции выброса правого желудочка и конечного диастолического объёма левого желудочка ($p < 0,05$). Статистически значимых различий во фракции выброса левого желудочка и конечного диастолического объёма правого желудочка выявлено не было. Отмечено увеличение отношения конечных диастолических объёмов правого и левого желудочков в группе пациентов с тромбозом лёгочной артерии по отношению к контролю ($p < 0,05$).

Вывод. Мультиспиральная компьютерная томография (ангиопульмонография с электрокардиографической синхронизацией) позволяет диагностировать тромбоз лёгочной артерии и проводить оценку глобальной сократительной функции правого желудочка; у пациентов с тромбозом лёгочной артерии отмечены снижение фракции выброса правого желудочка, увеличение отношения конечных диастолических объёмов правого и левого желудочков.

Ключевые слова: 64-спиральная мультиспиральная компьютерная томография, тромбоз лёгочной артерии, фракция выброса правого желудочка.

EVALUATION OF THE RIGHT VENTRICULAR EJECTION FRACTION ACCORDING TO MULTISLICE COMPUTED TOMOGRAPHY IN PATIENTS WITH PULMONARY EMBOLISM

A.S. Galyavich, A.Yu. Rafikov

Kazan State Medical University, Kazan, Russia;

Interregional Clinical Diagnostic Center, Kazan, Russia

Aim. Evaluation of the global systolic function of the right ventricle according to multislice computed tomography in patients with pulmonary embolism.

Methods. 37 people aged 31 to 75 years (20 women and 17 men, mean age 55 ± 12 years) were examined. The study group included 15 patients without clinical or instrumental signs of congenital heart disease and myocardial infarction of the left and right ventricles, with signs of pulmonary embolism according to multislice computed tomography. The control group included 22 patients. Tomographic analysis of end-diastolic volume, ejection fraction of the left and right ventricles was performed during noninvasive multislice computed tomography — coronary angiography, angiopulmonography. The study was conducted on a 64-helical computed tomography Aquillon 64 (Toshiba, Japan).

Results. Analyzing group medians in patients with pulmonary embolism there was a decrease of the right ventricular ejection fraction and end-diastolic volume of the left ventricle ($p < 0.05$). There was no statistically significant difference in left ventricular ejection fraction and end-diastolic volume of the right ventricle. An increase of the end-diastolic volumes of right and left ventricles ratio in group of patients with pulmonary embolism compared to control ($p < 0.05$) was found.

Conclusion. Multislice computed tomography (angiopulmonography with electrocardiographic synchronization) allows to diagnose pulmonary embolism and evaluate global contractility of the right ventricle; in patients with pulmonary embolism a decrease of the right ventricular ejection fraction, increase of the end-diastolic volume of the right and left ventricles ratio was observed.

Keywords: 64-multislice computed tomography, pulmonary embolism, right ventricular ejection fraction.

После внедрения в клиническую практику многодетекторной (мультиспиральной) компьютерной томографии (МСКТ) с высоким пространственным и временным разрешением, а также с высоким качеством артериального контрастирования крови, МСКТ-ангиография стала предпочтитель-

ным методом визуализации сосудистой системы лёгких при подозрении на тромбоз лёгочной артерии (ТЭЛА). Метод позволяет адекватно визуализировать лёгочные артерии, как минимум, до сегментарного уровня.

Согласно данным, изложенным в рекомендациях по диагностике и лечению ТЭЛА Европейского общества кардиологов,

чувствительность МСКТ составляет 83%, специфичность — 96%. Отрицательный результат МСКТ служит адекватным критерием для исключения ТЭЛА у пациентов с невысокой клинической её вероятностью. Результаты МСКТ, указывающие на наличие тромба до сегментарного уровня, в большинстве случаев можно считать адекватным подтверждением ТЭЛА [8].

Одна из важных диагностических и прогностических задач — оценка тяжести ТЭЛА. Под тяжестью ТЭЛА подразумевается индивидуальная оценка риска ранней смерти, связанного с ТЭЛА. При этом тяжесть ТЭЛА не связана с распределением внутрилёгочных эмболов.

ТЭЛА можно разделить на несколько уровней риска ранней смерти (понимается как риск наступления смерти во время госпитализации или в течение 30 дней) на основании наличия маркёров риска. Для практических целей маркёры, пригодные для стратификации риска при ТЭЛА, можно классифицировать на три группы: клинические маркёры, маркёры дисфункции правого желудочка и повреждения миокарда [8].

Большинство критериев дисфункции правого желудочка, предложенных для МСКТ, предполагает оценку степени дилатации правого желудочка по отношению его линейных и объёмных размеров к размерам левого желудочка [8]. На современном этапе МСКТ как диагностический метод позволяет не только исключить или подтвердить наличие ТЭЛА, но и оценить глобальную систолическую функцию правого желудочка путём оценки его фракции выброса, что в свою очередь может дать совершенно новый подход к оценке выраженности правожелудочковой недостаточности у пациентов с ТЭЛА.

D. Delhaue и соавт. при сравнении данных 16-спиральной компьютерной томографии и правожелудочковой радионуклидной вентрикулографии у пациентов с дисфункцией правого желудочка на фоне хронических паренхиматозных, а также сосудистых заболеваний лёгких не выявили статистически значимых различий методик в оценке фракции выброса правого желудочка [3].

Исследование, проведённое E. Abel и соавт., выявило статистически значимую корреляцию между фракцией выброса правого желудочка и средним давлением в лёгочной артерии, а также между показателями сердечного выброса по данным МСКТ и инвазивной катетеризации правых отделов сердца [1].

В исследовании E. Coche и соавт. выявлена сильная корреляция данных МСКТ и радионуклидной вентрикулографии при оценке фракции выброса левого и правого желудочков у 10 пациентов с ТЭЛА [2].

Целью данного исследования была оценка глобальной сократительной функции правого желудочка по данным МСКТ-ангиопульмонографии с электрокардиографической синхронизацией у пациентов с ТЭЛА.

Исследование проводили на 64-спиральном компьютерном томографе «Aquillon 64» («Toshiba», Japan). Неинвазивную МСКТ (коронарографию, ангиопульмонографию) проводили в условиях электрокардиографической синхронизации сканирования с использованием ретроспективного метода реконструкции при сканировании с толщиной среза 0,5 мм, шагом реконструкции 0,3 мм, с введением контрастного вещества йогексол или йоверсол с концентрацией йода 350 мг/мл в количестве 100–120 мл со скоростью 4–5,5 мл/с.

Томографический анализ конечного диастолического объёма (КДО), фракции выброса левого и правого желудочков осуществляли в ходе проведения неинвазивной коронарографии, ангиопульмонографии. Для расчёта объёма и фракции выброса левого и правого желудочков ретроспективно создавалась серия реконструкции сердечного цикла от 0 до 90% интервала R–R с шагом 10%, толщиной среза 2 мм и шагом реконструкции 1 мм.

Из исследования исключали пациентов с нарушением ритма и аритмией интервала R–R более 10%. Расчёт КДО, фракции выброса левого и правого желудочков по данным МСКТ проводили на рабочей станции «Vitrea 4.0» при использовании программного обеспечения для автоматической трассировки эндокардиального и эпикардиального контуров желудочков с возможностью врачебной коррекции данных. Эхокардиографическое обследование пациентов выполняли на аппаратах «Vivid-7», «Vivid-I» («GE», USA) с использованием секторных датчиков с частотой 2–4 МГц.

Тромбозмболию ветвей лёгочной артерии диагностировали по данным МСКТ.

Группу пациентов с ТЭЛА составили 15 человек (10 женщин и 5 мужчин). В данную группу вошли пациенты с признаками тромбозмболии ветвей лёгочной артерии по данным МСКТ. Средний возраст пациентов составил 59±13 лет. У пациентов данной груп-

Таблица 1

Значения конечного диастолического объёма правого желудочка (мл) у пациентов с тромбоэмболией лёгочной артерии (ТЭЛА) и в контрольной группе

Группа/показатель	M	Me	Min	Max	δ	CV	m
Пациенты с ТЭЛА (n=15)	162,4	159,0	96,0	280,0	47,6	29,3	12,3
Контрольная группа (n=22)	139,5	130,0	87,0	204,0	32,2	23,0	6,8

Таблица 2

Фракция выброса правого желудочка (%) у пациентов с тромбоэмболией лёгочной артерии (ТЭЛА) и в контрольной группе

Группа/показатель	M	Me	Min	Max	δ	CV	m
Пациенты с ТЭЛА (n=15)	46,2	47,0*	20	68	14	30,3	3,6
Контрольная группа (n=22)	57	58,5	47	65	5,7	10	1,2

Примечание: *p < 0,05.

Таблица 3

Значения конечного диастолического объёма левого желудочка (мл) у пациентов с тромбоэмболией лёгочной артерии (ТЭЛА) и в контрольной группе

Группа/показатель	M	Me	Min	Max	δ	CV	m
Пациенты с ТЭЛА (n=15)	109,9	116,0*	40	157	37,6	34,2	9,7
Контрольная группа (n=22)	143,2	141	86	182	28,8	20,1	6,1

Примечание: *p < 0,05.

Таблица 4

Фракция выброса левого желудочка (%) у пациентов с тромбоэмболией лёгочной артерии (ТЭЛА) и в контрольной группе

Группа/показатель	M	Me	Min	Max	δ	CV	m
Пациенты с ТЭЛА (n=15)	67,2	64	59	83	8,3	12,4	2,1
Контрольная группа (n=22)	63,8	63	53	78	7	11	1,5

Таблица 5

Отношение конечного диастолического объёма правого желудочка к объёму левого желудочка у пациентов с тромбоэмболией лёгочной артерии (ТЭЛА) и в контрольной группе

Группа/показатель	M	Me	Min	Max	δ	CV	m
Пациенты с ТЭЛА (n=15)	1,6	1,4*	0,8	3,9	0,8	51,8	0,22
Контрольная группа (n=22)	0,9	0,9	0,7	1,1	0,1	12,7	0,02

Примечание: *p < 0,05.

пы признаков врождённого порока сердца, инфаркта миокарда выявлено не было.

Признаки значимого стенозирования (более 50% по данным МСКТ) коронарных артерий отмечены у 1 пациента (6,6% пациентов, вошедших в данную группу), у которого было выявлено трёхсосудистое стенозирование с признаками значимого стенозирования правой венечной артерии. В оставшихся случаях значимого стенозирования коронарных артерий выявлено не было.

Гипертоническая болезнь II стадии была диагностирована у 1 (6,6%) пациента, III стадии – у 6 (40%) пациентов. Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) I стадии диагностирована у 3 (20%) пациентов, IIa стадии – у 8 (53%) пациентов, IIb ста-

дии – у 2 (13%) больных. ХСН II функционального класса (ФК) диагностирована у 1 (6,6%) пациента, III ФК – у 11 (73%), IV ФК – у 1 (6,6%) больного.

У 1 пациента не было выявлено признаков лёгочной гипертензии по данным эхокардиографии (предполагаемое давление в лёгочной артерии менее 30 мм рт.ст.). У 4 (26,6%) пациентов обнаружена умеренная степень лёгочной гипертензии (предполагаемое давление в лёгочной артерии от 30 до 49 мм рт.ст.), у 1 (6,6%) пациента – средняя степень лёгочной гипертензии (предполагаемое давление в лёгочной артерии от 50 до 79 мм рт.ст.), у 9 (60%) пациентов – признаки выраженной лёгочной гипертензии (предполагаемое давление более 80 мм рт.ст.).

Контрольную группу составили 22 человека (10 женщин и 12 мужчин), средний возраст 51 ± 10 лет. В данную группу вошли пациенты без клинических признаков ТЭЛА, без признаков лёгочной гипертензии по данным эхокардиографии, без признаков инфаркта миокарда и постинфарктного кардиосклероза, врождённых и приобретённых пороков сердца, без признаков значимого (более 50%) стенозирования правой коронарной артерии по данным МСКТ.

Гипертоническая болезнь II стадии диагностирована у 10 пациентов (45,4% пациентов, вошедших в данную группу), III стадии — у 7 (31,8%) больных. У 9 пациентов диагностирована ишемическая болезнь I стадии (40,9%). У 18 пациентов выявлена ХСН I стадии (81,8%). ХСН I ФК диагностирована у 3 (13,6%) пациентов, II ФК — у 15 (68,1%). У 4 (18,1%) больных признаков ХСН не выявлено. 2 (9%) пациента выписаны с диагнозом «вегетативно-сосудистая дистония».

Статистическая обработка результатов проведена с использованием программы «Statistica». Для оценки различий значений групповых медиан применяли критерий Манна-Уитни. Статистически значимые изменения определялись при значении $p < 0,05$.

Обследованы 37 человек (20 женщин, 17 мужчин) в возрасте от 31 до 75 лет, средний возраст составил 55 ± 12 лет. Частота сердечных сокращений при проведении МСКТ составила от 43 до 94 в минуту, средняя частота сердечных сокращений 62 ± 12 в минуту. Масса тела пациентов была от 40 до 137 кг, среднее значение 77 ± 19 кг; рост пациентов — от 140 до 187 см, в среднем 165 ± 10 см; индекс массы тела — от 19 до 40 кг/м², в среднем 28 ± 4 кг/м²; площадь поверхности тела — от 1,5 до 1,8 м², в среднем $1,8 \pm 0,2$ м².

При анализе групповых медиан у пациентов с ТЭЛА отмечалось снижение фракции выброса правого желудочка и КДО левого желудочка ($p < 0,05$). Статистически значимых различий во фракции выброса левого желудочка и КДО правого желудочка выявлено не было. Обнаружено статистически значимое превышение показателя отношения КДО правого желудочка к КДО левого желудочка в группе пациентов с ТЭЛА в сравнении с контрольной группой пациентов.

Показатели КДО, фракции выброса левого и правого желудочков, отношения КДО правого желудочка к КДО левого желудочка по данным МСКТ представлены в табл. 1-5: среднее значение (М), медиана

(Me), минимальное значение (Min), максимальное значение (Max), стандартное отклонение (δ), коэффициент вариации (CV), стандартная ошибка среднего (m) в группах пациентов с ТЭЛА и контрольной группе.

По данным нашего исследования, у пациентов с ТЭЛА отмечалось статистически значимое снижение фракции выброса правого желудочка по сравнению с контрольной группой. Наши данные повторяют результаты исследования Н. Doğan и соавт., в котором также выявлено снижение фракции выброса правого желудочка по данным МСКТ у пациентов с ТЭЛА [4].

Кроме того, в нашем исследовании отмечалось статистически значимое снижение объёма левого желудочка по сравнению с контрольной группой, что может быть подтверждением относительного уменьшения объёма левого желудочка на фоне дилатации правого желудочка и компрессии левых камер сердца.

Косвенным подтверждением данного утверждения служит статистически значимое увеличение показателя отношения КДО правого желудочка к КДО левого желудочка в группе пациентов с ТЭЛА в сравнении с контрольной группой. Согласно литературным данным, дилатация правого желудочка может опосредованно влиять на глобальную функцию левого желудочка из-за смещения перегородки в полость левого желудочка, изменения формы, компрессии левого желудочка, что в свою очередь ведёт к снижению сердечного выброса [5, 6].

Таким образом, МСКТ-ангиопульмонография с электрокардиографической синхронизацией у пациентов с подозрением на наличие ТЭЛА может давать комплексную диагностическую информацию, включающую данные ангиопульмонографии, а также функциональных параметров левого и правого желудочков.

ВЫВОДЫ

1. Мультиспиральная компьютерная томография (ангиопульмонография) с электрокардиографической синхронизацией позволяет диагностировать тромбоэмболию лёгочной артерии и проводить оценку глобальной сократительной функции правого желудочка.

2. У пациентов с тромбоэмболией лёгочной артерии отмечаются снижение фракции выброса правого желудочка, увеличение отношения конечных диастолических объёмов правого и левого желудочков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abel E., Jankowski A., Pison C. et al. Pulmonary artery and right ventricle assessment in pulmonary hypertension: correlation between functional parameters of ECG-gated CT and right-side heart catheterization. *Acta Radiol.* 2012; 53 (7): 720–727.
2. Coche E., Vlassenbroek A., Roelants V. et al. Evaluation of biventricular ejection fraction with ECG-gated 16-slice CT: preliminary findings in acute pulmonary embolism in comparison with radionuclide ventriculography. *Eur. Radiol.* 2005; 15 (7): 1432–1440.
3. Delhayе D., Remy-Jardin M., Teisseire A. et al. MDCT of right ventricular function: comparison of right ventricular ejection fraction estimation and equilibrium radionuclide ventriculography. *Am. J. Roentgenol.* 2006; 187 (6): 1597–1604.
4. Doğan H., Kroft L.J., Huisman M.V. et al. Right

- ventricular function in patients with acute pulmonary embolism: analysis with electrocardiography-synchronized multi-detector row CT. *Radiology.* 2007; 242 (1): 78–84.
5. Goldstein J.A., Vlahakes G.J., Verrier E.D. et al. Volume loading improves low cardiac output in experimental right ventricular infarction. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1983; 2: 270–278.
6. Haji S.A., Movahed A. Right ventricular infarction – diagnosis and treatment. *Clin. Cardiol.* 2000; 23 (7): 473–482.
7. Konstantinides S.V., Torbicki A., Agnelli G. et al. 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur. Heart J.* 2014; 35 (43): 3033–3069.
8. Torbicki A., Perrier A., Konstantinides S. et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur. Heart J.* 2008; 29 (18): 2276–2315.

УДК 611.018.74: 612.273.2: 616.152.21: 616.831-005.8

О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗВИТИЯ ЭНДОТЕЛИЙ-ЗАВИСИМЫХ РЕАКЦИЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ У ПАЦИЕНТОВ С ИШЕМИЧЕСКИМ ИНСУЛЬТОМ ПРИ НАРУШЕНИИ РЕЖИМА ОКСИГЕНАЦИИ

Александр Юрьевич Рябченко^{1}, Александр Михайлович Долгов¹, Евгений Николаевич Денисов¹, Наталья Рафиковна Русанова¹, Надежда Георгиевна Гуманова²*

¹*Оренбургский государственный медицинский университет, г. Оренбург, Россия;*

²*Государственный научно-исследовательский центр профилактической медицины, г. Москва, Россия*

Реферат

DOI: 10.17750/KMJ2015-905

Цель. Изучение особенностей оксигенации тканей и изменений в нитроксидагергических и эндотелинергических механизмах регуляции кровообращения при ишемическом инсульте и моделировании гипоксии.

Методы. Проведено обследование 74 мужчин и женщин с ишемическим инсультом и экспериментальное исследование на 30 беспородных белых крысах-самцах. Всем пациентам проводили компьютерную томографию головного мозга, оценивали неврологический статус и применяли общеклинические методы исследования. Полярнографическим способом чрескожно измеряли напряжение кислорода в тканях. Хроническую гипоксическую гипоксию моделировали на животных ингаляцией смеси 10% кислорода, ежедневно, по 40–50 мин в течение 4 нед. У пациентов и лабораторных животных определяли напряжение кислорода в крови. Уровень оксида азота оценивали методом определения его стабильных метаболитов. Уровень эндотелина-1 определяли иммуноферментным методом. Обработка полученных данных проведена с помощью программы «Statistica 8.0» с использованием непараметрических критериев. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты. У пациентов с ишемическим инсультом зарегистрированы нарушения в эндотелий-зависимых механизмах регуляции сосудов, которые были взаимосвязаны с изменением напряжения кислорода. У лабораторных животных на фоне воздействия хронической гипоксической гипоксии происходил рост концентрации стабильных метаболитов оксида азота и эндотелина-1 в крови.

Вывод. Хроническая гипоксическая гипоксия вызывает нарушения в эндотелиальных механизмах регуляции тонуса сосудов: при ишемическом инсульте преобладание вазоконстриктивных влияний со стороны эндотелия проявляется повышением артериального давления, развитием тканевой гипоксии, способствует прогрессированию неврологического дефицита и влияет на динамику инсульта.

Ключевые слова: оксид азота, ишемический инсульт, гипоксия, эндотелин-1, эндотелий сосудов.

PATTERNS OF ENDOTHELIUM-DEPENDENT CIRCULATION REACTIONS DEVELOPMENT IN PATIENTS WITH ISCHEMIC STROKE IN CASE OF OXIGENATION DISTURBANCES

A.Yu. Ryabchenko¹, A.M. Dolgov¹, E.N. Denisov¹, N.R. Russanova¹, N.G. Gumanova²

¹*Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia;*

²*National Research Center for Preventive Medicine, Moscow, Russia*

Aim. To study features of tissue oxygenation and changes in nitroxidergic and endothelinergetic mechanisms of circulation regulation in ischemic stroke and hypoxia modeling.

Methods. 74 men and women with ischemic stroke were examined and experimental study on 30 outbred white male rats was conducted. All patients underwent computed tomography of the brain, neurological status was assessed and general clinical examination was performed. Tissue oxygen tension was measured percutaneously using polarographic method. Chronic hypoxic hypoxia was simulated in animals by daily 40–50 minutes inhalation of 10% oxygen mixture for 4 weeks. Blood oxygen tension was evaluated in patients and laboratory animals. Nitric oxide level of was assessed by determining