

© CC 0 Коллектив авторов, 2023
 УДК 616.61-073.755 : [616.136.7-007.271 +616.132.2-007.272]
 DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-1-65-70

КОНТРАСТ-ИНДУЦИРОВАННАЯ НЕФРОПАТИЯ ПОСЛЕ РЕКАНАЛИЗАЦИИ ХРОНИЧЕСКОЙ КОРОНАРНОЙ ОККЛЮЗИИ У ПАЦИЕНТОВ СО СТЕНОЗОМ ПОЧЕЧНЫХ АРТЕРИЙ И НОРМАЛЬНЫМ УРОВНЕМ КРЕАТИНИНА

Яицкий Н. А.¹, Зверев О. Г.^{1, 2*}, Войнов А. В.^{1, 2}, Лазарев С. М.¹, Азаян А. И.², Боков А. Ф.²

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия

Поступила в редакцию 20.05.2023 г.; принята к печати 21.06.2023 г.

ВВЕДЕНИЕ. Контраст-индуцированная нефропатия (КИН) – осложнение, возникающее после введения рентгеноконтрастных веществ. Существующие шкалы риска возможной КИН включают хроническую болезнь почек и не учитывают стенотические изменения почечной артерии при нормальном уровне креатинина плазмы.

ЦЕЛЬ. Изучение частоты КИН у пациентов с острой и хронической коронарной окклюзией после эндоваскулярной реканализации при наличии гемодинамически значимого поражения почечных артерий с исходно нормальным уровнем креатинина.

МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ. В исследование были включены 38 больных с острым коронарным синдромом (контрольная группа) и 67 пациентов с хронической коронарной окклюзией и гемодинамически значимым стенозом почечных артерий (основная группа). У 25 пациентов из 67 больных перед плановой коронарной реваскуляризацией выполнялось стентирование одной из почечных артерий.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Фактическая частота КИН оказалась значительно выше расчетной у пациентов с ХОКА и стенозом почечной артерии. В группе пациентов с предварительным стентированием почечных артерий отмечалось снижение случаев возникновения КИН.

ВЫВОДЫ. Стеноз почечной артерии даже при нормальных значениях креатинина плазмы является дополнительным фактором риска КИН.

Ключевые слова: контраст-индуцированная нефропатия, острая и хроническая коронарная окклюзия, реканализация хронической коронарной окклюзии

Для цитирования: Яицкий Н. А., Зверев О. Г., Войнов А. В., Лазарев С. М., Азаян А. И., Боков А. Ф. Контраст-индуцированная нефропатия после реканализации хронической коронарной окклюзии у пациентов со стенозом почечных артерий и нормальным уровнем креатинина. *Вестник хирургии имени И. И. Грекова.* 2023;182(1):65–70. DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-1-65-70.

* **Автор для связи:** Олег Георгиевич Зверев, ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России, 197022, Россия, Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6-8. E-mail: 93411@mail.ru.

CONTRAST-INDUCED NEPHROPATHY AFTER RECANALIZATION CHRONIC CORONARY OCCLUSION IN PATIENTS WITH RENAL ARTERY STENOSIS AND NORMAL CREATININE LEVELS

Nikolay A. Yaitskiy¹, Oleg G. Zverev^{1, 2*}, Alexey V. Voynov^{1, 2}, Sergey M. Lazarev¹, Alena I. Azeyan², Alexey F. Bokov²

¹ Pavlov University, Saint Petersburg, Russia

² Saint Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Saint Petersburg, Russia

Received 20.05.2023; accepted 21.06.2023

INTRODUCTION. Contrast-induced nephropathy (CIN) is a complication that occurs after contrast medium (CM) administration. The existing risk scales for possible CIN include chronic kidney disease and do not take into account stenotic changes in the renal artery with normal serum creatinine levels.

The OBJECTIVE was to study the frequency of CIN in patients with acute and chronic coronary occlusion (CCO) after endovascular recanalization in the presence of hemodynamically significant renal artery damage with initially normal creatinine levels.

METHODS AND MATERIALS. The study included 38 patients with acute coronary syndrome (control group) and 67 patients with CCO and hemodynamically significant renal artery stenosis (main group). Stenting of one of the renal arteries was performed in 25 patients out of 67 patients before planned coronary revascularization.

RESULTS. The incidences of CIN were significantly higher than the calculated one in patients with CCO and renal artery stenosis. In the group of patients with pre-stenting of the renal arteries, there was a decrease in cases of CIN.

CONCLUSIONS. Renal artery stenosis with normal creatinine levels is an additional risk factor for CIN.

Keywords: *contrast-induced nephropathy, acute and chronic coronary occlusion, recanalization of chronic coronary occlusion*

For citation: Yaitskiy N. A., Zverev O. G., Voynov A. V., Lazarev S. M., Azeyan A. I., Bokov A. F. Contrast-induced nephropathy after recanalization chronic coronary occlusion in patients with renal artery stenosis and normal creatinine levels. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2023;182(1):65–70. (In Russ.). DOI: 10.24884/0042-4625-2023-182-1-65-70.

* **Corresponding author:** Oleg G. Zverev, Pavlov University, 6-8, L'va Tolstogo str., Saint Petersburg, 197022, Russia. E-mail: 93411@mail.ru.

Введение. Клинические и экспериментальные исследования показали, что реперфузионный синдром, возникающий после реканализации острой коронарной окклюзии, вызывает острое повреждение почечной паренхимы, что является одним из факторов значительного увеличения летальности у этой категории больных [1, 2]. Механизм, лежащий в основе снижения функции почек при остром инфаркте миокарда остается не в полной мере изученным и имеет многофакторное происхождение, и связан с гипоперфузией, гемолизом и системным воспалительным ответом [3]. Не меньшее значение имеет и ятрогенное повреждение, связанное с введением рентгеноконтрастного вещества при эндоваскулярном восстановлении коронарного кровотока. Появление контраст-индуцированной нефропатии (КИН) является предиктором неблагоприятного исхода острого коронарного синдрома [4]. КИН составляет до 10 % от всех случаев развития острой почечной недостаточности в условиях стационарной помощи [5]. По данным T. Jain et al. (2018) КИН, возникшая у пациентов с исходной ХБП в 11,2 % случаев, потребовала проведения заместительной почечной терапии.

Восстановление проходимости коронарной окклюзии требует введения большого объема рентгеноконтрастного вещества, более 1,5 мл/кг массы тела, оказывающего нефротоксичное воздействие. Повышение концентрации креатинина плазмы более чем на 25 % к исходному значению, или увеличение абсолютного показателя до величины 44,2 mmol/L после введения рентгеноконтрастного вещества традиционно расценивается как возникновение контраст-индуцированной нефропатии (КИН) [6]. У пациентов, перенесших эндоваскулярное коронарное вмешательство, контраст-индуцированная нефропатия является серьезным осложнением и тесно связана с клиническими побочными явлениями, такими как увеличение частоты почечной недостаточности и увеличение краткосрочной и долгосрочной смертности [7, 8].

К настоящему времени не удалось подтвердить эффективность лечебных мероприятий в случае

возникновения КИН. Возникновение КИН после кардиоваскулярных рентгеноконтрастных вмешательств увеличивает как внутригоспитальную летальность до 34 %, так и летальность (до 36 %) в течение первого года [9–11]. Единой точки зрения о мерах профилактики КИН пока не выработано. Однако многочисленными, в том числе и рандомизированными исследованиями доказана эффективность профилактической гидратационной терапии [12, 13]. R. Mehran et al. (2004) разработали шкалу риска острой почечной недостаточности после плановых рентгеноконтрастных вмешательств [14], которая достаточно часто используется в клинической практике. Исследования L. Zanolì et al. (2011) показали, что при отсутствии стенозных изменений почечных артерий диаметр почечной артерии является независимым предиктором возникновения КИН после коронарных рентгеноконтрастных вмешательств [15]. Безопасная доза рентгеноконтрастного вещества у пациентов с почечной дисфункцией остается неизвестной [16, 17]. Существует точка зрения, что воздействовать на факторы риска КИН за исключением дозы РКВ непосредственно перед рентгеноконтрастным вмешательством практически невозможно. С этой целью используется целый ряд методических приемов, позволяющих уменьшить расход РКВ в процессе операции: разнесение по времени диагностического вмешательства и операции, выполнение этапной реваскуляризации при многососудистом поражении [18]. Тактические вопросы, связанные с выбором только медикаментозного, открытого хирургического или эндоваскулярного лечения пациентов с ИБС и сопутствующей почечной недостаточностью также остаются спорными [19]. Пациенты с ХБП и повышенным уровнем креатинина не однородны по этиологическому фактору. Значительный интерес представляют пациенты со стенозом (стенозами) почечных артерий. Предшествующие клинические наблюдения демонстрируют возможность значительного улучшения почечной функции, в том числе и отказ от заместительной почечной терапии (ЗПТ) после

Таблица 1

Шкала риска КИН после рентгеноконтрастных вмешательств (R. Mehran et al., 2004 [14])

Table 1

CIN risk scale after contrast medium procedures (R. Mehran et al., 2004 [14])

Фактор риска	Количество баллов
Гипотония (систолическое АД менее 80 мм рт. ст.)	5
Необходимость применения баллонной контрпульсации в течение 24 ч после рентгеноконтрастного вмешательства	5
Застойная сердечная недостаточность	5
Возраст ≥ 75 лет	4
Анемия	3
Сахарный диабет	3
Объем РКВ	1 балл за 100 мл
Уровень сывороточного креатинина ≥ 150 мкмоль/л или скорость клубочковой фильтрации < 60 мл/мин/1,73 м ² или скорость клубочковой фильтрации 40–60 мл/мин/1,73 м ² скорость клубочковой фильтрации 20–40 мл/мин/1,73 м ² скорость клубочковой фильтрации < 20 мл/мин/1,73 м ²	4 или 2 4 6

реваскуляризации почек в случае стенотического поражения почечных артерий [20].

Цель настоящего исследования – изучение частоты КИН у пациентов с острой и хронической коронарной окклюзией после эндоваскулярной реканализации при наличии гемодинамически значимого поражения почечных артерий с исходно нормальным уровнем креатинина.

Методы и материалы. В исследование были включены 3 группы пациентов. 1 группу составили 38 больных с ОКС в качестве контрольной группы. Из них пациентов с нестабильной стенокардией – 14 больных, пациентов с ОИМ – 24 больных. 2 группу составили 42 пациента с хронической коронарной окклюзией, с сопутствующими стенотическими изменениями обеих почечных артерий и гемодинамически значимым поражением как минимум одной из почечных артерий. В вышеуказанных группах пациентов реваскуляризация ХОКА выполнялась немедленно после выполнения диагностической коронарной ангиографии. 3 группу составили 25 пациентов с ХОКА, со стенотическим поражением обеих почечных артерий и гемодинамически значимым поражением как минимум одной из почечных артерий, у которых перед плановой коронарной реваскуляризацией выполнялось стентирование одной из почечных артерий. У всех пациентов определялся исходный уровень креатинина плазмы. В исследование не включались пациенты с исходно верифицированной ХБП и повышенным уровнем креатинина. На 3 день после выполнения эндоваскулярного коронарного вмешательства определялся уровень креатинина плазмы.

Протокол исследования. У всех включенных в исследование пациентов выполнялась коронарная ангиография. С целью выявления группы риска КИН после выполнения коронарной ангиографии при низведении правого коронарного катетера в нисходящую аорту выполнялось селективное контрастирование почечных артерий. В исследование включались все пациенты с ОКС (38 больных – группа исследования № 1), реваскуляризация выполнялась непосредственно после выполнения диагностического исследования. Пациенты с ХОКА, не имевшие стенотических поражений почечных артерий, исключались из настоящего исследования. Части пациентов с ХОКА и поражением почечных артерий (43 больных – группа исследования № 2) выполнялась первоначально плановая коро-

нарная реваскуляризация, а у части пациентов (25 больных) коронарной реваскуляризации предшествовало эндоваскулярное стентирование одной почечной артерии. Всем пациентам выполнялась гидратационная терапия 0,9 % раствором NaCl во время и после вмешательств до утра следующего дня в объеме 1 мл/кг в час. Для диагностики КИН использована международная система классификации ОПП (KDIGO).

КИН диагностировалась при наличии одного из показателей:

- повышение креатинина сыворотки на $\geq 26,5$ мкмоль/л от исходного уровня в течение 2–3 суток;
- повышение креатинина в 1,5 раза по сравнению с наименьшим известным его значением в течение 3 месяцев до госпитализации.

Риск КИН оценивался в баллах по шкале R. Mehran et al. (2004) во всех исследованных группах (табл. 1).

Балльной оценке соответствовал предполагаемый расчетный риск КИН, который впоследствии сравнивался с фактической частотой в исследованных группах. Шкала КИН была использована нами и в группе пациентов с острой коронарной окклюзией (табл. 2).

Использовалось РКВ с эквивалентном 300 мг йода/1 мл. Условием исключения из исследования являлся повышенный уровень креатинина плазмы более 150 мкмоль/л.

Результаты. В различных исследованиях сообщалось, что частота КИН колеблется примерно от 3,3 до 16,6 % у пациентов после коронарной ангиопластики [21], однако у пациентов с высоким риском этот показатель возрастает до 50 % [19] и у ряда пациентов (6,89 %) требует выполнения заместительной почечной терапии [22]. Многочисленные исследования выявили целый ряд факторов риска КИН, однако к наиболее значимым отнесены хроническая болезнь почек, сахарный диабет и объем вводимого РКВ [23]. При исходном уровне креатинина более 159 мкмоль/л КИН, в том числе и потребовавшая проведения заместительной почечной терапии (ЗПТ), возникла у 37 % из 439 пациентов после плановых ретгеноконтрастных сердечных вмешательств [24].

Таблица 2

Расчетная величина риска КИН в соответствии со шкалой R. Mehran et al. (2004)

Table 2

The estimated value of the CIN risk in accordance with the scale of R. Mehran et al. (2004)

Бальная оценка риска	Риск КИН (%)	Риск внутригоспитальной ЗПТ (%)
≤5	7,5	0,04
6–10	14,0	0,12
11–15	25,1	1,1
≥16	57,3	12,6

Таблица 3

Расчетная величина риска КИН и фактическое ее развитие в соответствии со шкалой R. Mehran et al. (2004) [14]

Table 3

The estimated value of the CIN risk and its actual development in accordance with the scale R. Mehran et al. (2004) [14]

		Эстренные пациенты с ОКС (n=38)	Плановая коронарная реваскуляризация ХОКА у пациентов со стенозом почечной артерии (n=42)	Плановая коронарная реваскуляризация ХОКА у пациентов со стенозом почечной артерии после предварительного стентирования почечной артерии (n=25)
1	Расчетная величина риска КИН (балльная оценка/ %)	3,3±0,6/7,5	6,1±0,8/14	6,1±0,9/14
2	Фактическое количество случаев КИН (количество случаев/ %)	3/7,9	8/19	4/16

Объем РКВ был достоверно больше в группе 2 (266,7±14,8мл; p<0,05) и группе 3 (293,6±15,0; p<0,05) настоящего исследования по сравнению с группой 1 (200,3±9,2 мл). Достоверных отличий между группами 2 и 3 выявлено не было (p>0,05). Ни у одного из пациентов не было исходного повышения креатинина плазмы. Расчетная и фактическая величины КИН представлена в табл. 3.

Обсуждение. Недавние исследования показали, что частота КИН у пациентов с нормальным или исходно незначительно повышенным уровнем креатинина может достигать 13,9 % после ЧКВ у пациентов с ОИМ [25]. Это согласуется с полученными нами данными о фактической частоте развития транзиторной контраст-индуцированной нефропатии у 8 % (расчетная величина 7,5 % по шкале R. Mehran et al.) с ОКС и увеличением КИН до 19 % у пациентов с ХОКА и наличии гемодинамически значимого стеноза одной почечной артерии (расчетная величина 14 %). Вышеуказанные группы в настоящем исследовании различались по объему введенного РКВ, что влияло на расчетную балльную оценку риска КИН. Однако наличие гемодинамически значимого поражения даже одной почечной артерии с нормальным уровнем креатинина плазмы значительно увеличило фактическую КИН по сравнению с расчетным значением. Этот факт требует особого внимания, так как устранение стеноза почечных артерий уменьшает частоту контраст-индуцированной нефропатии у пациентов с последующей реканализацией хронической коронарной окклюзии и позволяет вводить безопасно большие объемы РКВ. Предшествующие исследования свидетельствуют о целесообразности реваскуляризации

почечной артерии даже в случае окклюзирующего поражения, так как наличие коллатерального кровотока способно в течение длительного времени поддерживать жизнеспособность почки [20].

Выводы. 1. Наличие гемодинамически значимого стеноза одной почечной артерии увеличивает риск контраст-индуцированной нефропатии даже в условиях нормальных значений креатинина плазмы.

2. При плановых эндоваскулярных коронарных операциях с предполагаемым введением больших объемов РКВ целесообразно рассмотреть возможность поэтапного выполнения диагностического и операционного вмешательства, ограничение показаний для контрастной вентрикулографии, выполнение предварительной реваскуляризации почек при наличии гемодинамически значимого стеноза.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе. Подробная информация содержится в Правилах для авторов.

Compliance with ethical principles

The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary, and the rules of treatment of animals when they are used in the study. Author Guidelines contains the detailed information.

ЛИТЕРАТУРА

- Choi Y. S., Shim J. K., Kim J. C. et al. Effect of remote ischemic preconditioning on renal dysfunction after complex valvular heart surgery: a randomized controlled trial // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011. Vol. 142, № 1. P. 148–54. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.11.018.
- Gallagher S. M., Jones D. A., Kapur A. et al. Remote ischemic preconditioning has a neutral effect on the incidence of kidney injury after coronary artery bypass graft surgery // *Kidney Int.* 2015. Vol. 87, № 2. P. 473–81. Doi: 10.1038/ki.2014.259.
- Sun Q., Shen Z. Y., Duan W. N., Meng Q. T., Xia Z. Y. Mechanism of myocardial ischemia/reperfusion-induced acute kidney injury through DJ-1/Nrf2 pathway in diabetic rats // *Exp. Ther. Med.* 2017. Vol. 14, № 5. P. 4201–4207. Doi: 10.3892/etm.2017.5095.
- Yang Y., George K. C., Luo R. et al. Contrast-induced acute kidney injury and adverse clinical outcomes risk in acute coronary syndrome patients undergoing percutaneous coronary intervention: a meta-analysis // *BMC Nephrol.* 2018. Vol. 19, № 1. P. 374. Doi: 10.1186/s12882-018-1161-5.
- Демчук О. В., Сукманова И. А., Пономаренко И. А., Елыкомов В. А. Контрастиндуцированная нефропатия у пациентов с острым коронарным синдромом: клиническое значение, диагностика, методы профилактики // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* 2020. Т. 19, № 2. С. 82–88. Doi: 10.15829/1728-8800-2019-2255.
- Hong W. Y., Kabach M., Feldman G. et al. Intravenous fluids for the prevention of contrast-induced nephropathy in patients undergoing coronary angiography and cardiac catheterization // *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.* 2020. Vol. 18. P. 33–39.
- Rudnick M. R., Leonberg-Yoo A. K., Litt H. I. et al. The controversy of contrast-induced nephropathy with intravenous contrast: what is the risk? // *Am. J. Kidney Dis.* 2020. Vol. 75, № 1. P. 105–113. Doi: 10.1053/ajkd.2019.05.022.
- Zhang J. Y., Wang Q., Wang R. T. et al. Increased urinary adiponectin level is associated with contrast-induced nephropathy in patients undergoing elective percutaneous coronary intervention // *BMC Cardiovasc Disord.* 2019. Vol. 19, № 1. P. 160. Doi: 10.1186/s12872-019-1143-y.
- Gruberg L., Mintz G. S., Mehran R. et al. The prognostic implications of further renal function deterioration within 48 h of interventional coronary procedures in patients with pre-existent chronic renal insufficiency // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000. Vol. 36, № 5. P. 1542–8.
- Rihal C. S., Textor S. C., Grill D. E. et al. Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention // *Circulation.* 2002. Vol. 105, № 19. P. 2259–64. Doi: 10.1161/01.cir.0000016043.87291.33. PMID: 12010907.
- Viscoli C. M., Horwitz R. I. The effect of acute renal failure on mortality. A cohort analysis // *JAMA.* 1996. Vol. 275, № 19. P. 1489–94.
- Mueller C., Buerkle G., Buettner H. J. et al. Prevention of contrast media-associated nephropathy: randomized comparison of 2 hydration regimens in 1620 patients undergoing coronary angioplasty // *Arch. Intern. Med.* 2002. Vol. 162, № 3. P. 329–36.
- Trivedi H. S., Moore H., Nasr S. et al. A randomized prospective trial to assess the role of saline hydration on the development of contrast nephrotoxicity // *Nephron. Clin. Pract.* 2003. Vol. 93, № 1. P. C29–34.
- Mehran R., Aymong E. D., Nikolsky E. et al. A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention: development and initial validation // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004. Vol. 44. P. 1393–1399.
- Zanoli L., Rastelli S., Marcantoni C. et al. Reference renal artery diameter is a stronger predictor of contrast-induced nephropathy than chronic kidney disease in patients with high cardiovascular risk // *Nephron Extra.* 2011. Vol. 1, № 1. P. 38–44. Doi: 10.1159/000329895. PMID: 22470377; PMCID: PMC3290859.
- Grum H. S., Dixon S. R., Smith D. E. et al. BMC2 (Blue Cross Blue Shield of Michigan Cardiovascular Consortium) Registry. Renal function-based contrast dosing to define safe limits of radiographic contrast media in patients undergoing percutaneous coronary interventions // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011. Vol. 58. P. 907–14.
- Nyman U., Björk J., Aspelin P., Marenzi G. Contrast medium dose-to-GFR ratio: a measure of systemic exposure to predict contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention // *Acta Radiol.* 2008. Vol. 49. P. 658–67.
- Koide M., Kato M., Usui K. et al. Successful complete revascularization with PCI using super-low volume of contrast medium in a patient with three-vessel disease including 2 chronic total occlusions with severe renal dysfunction // *Int. Heart J.* 2017. Vol. 58, № 4. P. 624–628. Doi: 10.1536/ihj.16-442.
- Manske C. L., Sprafka J. M., Strony J. T., Wang Y. Contrast nephropathy in azotemic diabetic patients undergoing coronary angiography // *Am J Med.* 1990. Vol. 89, № 5. P. 615–20. Doi: 10.1016/0002-9343(90)90180-I. PMID: 2239981.
- Яицкий Н. А., Зверев О. Г., Волков А. Б., Рябиков М. А., Бедров А. Я., Войнов А. В. Восстановление почечного кровотока и выделительной функции после успешной реканализации хронической окклюзии почечной артерии // *Вестник хирургии имени И. И. Грекова.* 2015. Т. 174, № 2. С. 101–102.
- Rihal C. S., Textor S. C., Grill D. E. et al. Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention // *Circulation.* 2002. Vol. 105, № 19. P. 2259–64. Doi: 10.1161/01.cir.0000016043.87291.33. PMID: 12010907.
- Valappil S. P., Kunjukrishnapillai S., Iype M. et al. Predictors of contrast induced nephropathy and the applicability of the Mehran risk score in high risk patients undergoing coronary angioplasty – A study from a tertiary care center in South India // *Indian Heart J.* 2018. Vol. 70, № 3. P. 399–404. Doi: 10.1016/j.ihj.2017.08.018.
- Cigarroa R. G., Lange R. A., Williams R. H. Dosing of contrast material to prevent contrast nephropathy in patients with renal disease // *Am J Med.* 1989. Vol. 86. P. 649–652.
- Gruberg L., Mintz G. S., Mehran R. et al. The prognostic implications of further renal function deterioration within 48 h of interventional coronary procedures in patients with pre-existent chronic renal insufficiency // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000. Vol. 36, № 5. P. 1542–8.
- He H., Chen X. R., Chen Y. Q. et al. Prevalence and predictors of Contrast-Induced Nephropathy (CIN) in patients with STSegment Elevation Myocardial Infarction (STEMI) undergoing Percutaneous Coronary Intervention (PCI): a metaanalysis // *J. Interv. Cardiol.* 2019. Vol. 2019. P. 2750173.

REFERENCES

- Choi Y. S., Shim J. K., Kim J. C. et al. Effect of remote ischemic preconditioning on renal dysfunction after complex valvular heart surgery: a randomized controlled trial // *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2011;142(1):148–54. Doi: 10.1016/j.jtcvs.2010.11.018.
- Gallagher S. M., Jones D. A., Kapur A. et al. Remote ischemic preconditioning has a neutral effect on the incidence of kidney injury after coronary artery bypass graft surgery // *Kidney Int.* 2015;87(2):473–81. Doi: 10.1038/ki.2014.259.
- Sun Q., Shen Z. Y., Duan W. N., Meng Q. T., Xia Z. Y. Mechanism of myocardial ischemia/reperfusion-induced acute kidney injury through DJ-1/Nrf2 pathway in diabetic rats // *Exp. Ther. Med.* 2017;14(5):4201–4207. Doi: 10.3892/etm.2017.5095.
- Yang Y., George K. C., Luo R. et al. Contrast-induced acute kidney injury and adverse clinical outcomes risk in acute coronary syndrome patients undergoing percutaneous coronary intervention: a meta-analysis // *BMC Nephrol.* 2018;19(1):374. Doi:10.1186/s12882-018-1161-5.
- Demchuk O. V., Sukmanova I. A., Ponomarenko I. V., Elykomov V. A. Contrast-induced nephropathy in patients with acute coronary syndrome: clinical significance, diagnosis, prophylaxis // *Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2020;19(2):2255. (In Russ.).
- Hong W. Y., Kabach M., Feldman G. et al. Intravenous fluids for the prevention of contrast-induced nephropathy in patients undergoing coronary angiography and cardiac catheterization // *Expert Rev. Cardiovasc. Ther.* 2020;18:33–39.
- Rudnick M. R., Leonberg-Yoo A. K., Litt H. I. et al. The controversy of contrast-induced nephropathy with intravenous contrast: what is the risk? // *Am. J. Kidney Dis.* 2020;75(1):105–113. Doi: 10.1053/ajkd.2019.05.022.
- Zhang J. Y., Wang Q., Wang R. T. et al. Increased urinary adiponectin level is associated with contrast-induced nephropathy in patients undergoing elective percutaneous coronary intervention // *BMC Cardiovasc Disord.* 2019;19(1):160. Doi: 10.1186/s12872-019-1143-y. PMID: 31269899; PMCID: PMC6610850.
- Gruberg L., Mintz G. S., Mehran R. et al. The prognostic implications of further renal function deterioration within 48 h of interventional coronary

- procedures in patients with pre-existent chronic renal insufficiency // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000;36(5):1542–8.
10. Rihal C. S., Textor S. C., Grill D. E. et al. Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention // *Circulation.* 2002;105(19):2259–64. Doi: 10.1161/01.cir.000016043.87291.33. PMID: 12010907.
 11. Viscoli C. M., Horwitz R. I. The effect of acute renal failure on mortality. A cohort analysis // *JAMA.* 1996;275(19):1489–94.
 12. Mueller C., Buerkle G., Buettner H. J. et al. Prevention of contrast media-associated nephropathy: randomized comparison of 2 hydration regimens in 1620 patients undergoing coronary angioplasty // *Arch. Intern. Med.* 2002;162(3):329–36.
 13. Trivedi H. S., Moore H., Nasr S. et al. A randomized prospective trial to assess the role of saline hydration on the development of contrast nephrotoxicity // *Nephron. Clin. Pract.* 2003;93(1):C29–34.
 14. Mehran R., Aymong E. D., Nikolsky E. et al. A simple risk score for prediction of contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention: development and initial validation // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2004;44:1393–1399.
 15. Zanolli L., Rastelli S., Marcantoni C. et al. Reference renal artery diameter is a stronger predictor of contrast-induced nephropathy than chronic kidney disease in patients with high cardiovascular risk // *Nephron Extra.* 2011;1(1):38–44. Doi: 10.1159/000329895. PMID: 22470377; PMCID: PMC3290859
 16. Grum H. S., Dixon S. R., Smith D. E. et al. BMC2 (Blue Cross Blue Shield of Michigan Cardiovascular Consortium) Registry. Renal function-based contrast dosing to define safe limits of radiographic contrast media in patients undergoing percutaneous coronary interventions // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2011;58:907–14.
 17. Nyman U., Björk J., Aspelin P., Marenzi G. Contrast medium dose-to-GFR ratio: a measure of systemic exposure to predict contrast-induced nephropathy after percutaneous coronary intervention // *Acta Radiol.* 2008;49:658–67.
 18. Koide M., Kato M., Usui K. et al. Successful complete revascularization with PCI using super-low volume of contrast medium in a patient with three-vessel disease including 2 chronic total occlusions with severe renal dysfunction // *Int. Heart J.* 2017;58(4):624–628. Doi: 10.1536/ihj.16-442.
 19. Manske C. L., Sprafka J. M., Strony J. T., Wang Y. Contrast nephropathy in azotemic diabetic patients undergoing coronary angiography // *Am J Med.* 1990;89(5):615–20. Doi: 10.1016/0002-9343(90)90180-I. PMID: 2239981.
 20. Yaitskiy N. A., Zverev O. G., Volkov A. B., Riabikov M. A., Bedrov A. Ia., Voynov A. V. Restoration of renal blood flow and excretory function after successful revascularization in chronic renal artery occlusion // *Grekov's Bulletin of Surgery.* 2015;174(2):101–2. (In Russ.).
 21. Rihal C. S., Textor S. C., Grill D. E. et al. Incidence and prognostic importance of acute renal failure after percutaneous coronary intervention // *Circulation.* 2002;105(19):2259–64. Doi: 10.1161/01.cir.000016043.87291.33. PMID: 12010907.
 22. Valappil S. P., Kunjukrishnapillai S., Iype M. et al. Predictors of contrast induced nephropathy and the applicability of the Mehran risk score in high risk patients undergoing coronary angioplasty-A study from a tertiary care center in South India // *Indian Heart J.* 2018;70(3):399–404. Doi: 10.1016/j.ihj.2017.08.018.
 23. Cigarroa R. G., Lange R. A., Williams R. H. Dosing of contrast material to prevent contrast nephropathy in patients with renal disease // *Am J Med.* 1989;86:649–652.
 24. Gruberg L., Mintz G. S., Mehran R. et al. The prognostic implications of further renal function deterioration within 48 h of interventional coronary procedures in patients with pre-existent chronic renal insufficiency // *J. Am. Coll. Cardiol.* 2000;36(5):1542–8.
 25. He H., Chen X. R., Chen Y. Q. et al. Prevalence and predictors of Contrast-Induced Nephropathy (CIN) in patients with STSegment Elevation Myocardial Infarction (STEMI) undergoing Percutaneous Coronary Intervention (PCI): a metaanalysis // *J. Interv. Cardiol.* 2019; 2019:2750173.

Информация об авторах:

Яицкий Николай Антонович, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, зав. кафедрой хирургии госпитальной с клиникой, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия); **Зверев Олег Георгиевич**, доктор медицинских наук, профессор кафедры хирургии госпитальной с клиникой, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), зав. отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0003-0680-7051; **Войнов Алексей Валерьевич**, ассистент кафедры хирургии госпитальной с клиникой, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии (Санкт-Петербург, Россия); **Лазарев Сергей Михайлович**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры госпитальной хирургии с клиникой, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. акад. И. П. Павлова (Санкт-Петербург, Россия), ORCID: 0000-0002-5269-5233; **Азеян Алёна Ильгизаровна**, врач-кардиолог отделения, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии (Санкт-Петербург, Россия); **Боков Алексей Фанильевич**, стажер-исследователь, Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии (Санкт-Петербург, Россия).

Information about authors:

Yaitskiy Nikolay A., Dr. of Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Hospital Surgery with Clinic, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia); **Zverev Oleg G.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Hospital Surgery with Clinic, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), Head of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment, Saint Petersburg Research Institute of Phthysiology (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0003-0680-7051; **Voynov Alexey V.**, Assistant of the Department of Hospital Surgery with Clinic, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), Doctor of the Department of X-ray Surgical Methods of Diagnosis and Treatment, Saint Petersburg Research Institute of Phthysiology (Saint Petersburg, Russia); **Lazarev Sergey M.**, Dr. Sci. (Med), Professor, Department of Hospital Surgery with Clinic, Pavlov University (Saint Petersburg, Russia), ORCID: 0000-0002-5269-5233; **Azeyan Alena I.**, Cardiologist of the Department, Saint Petersburg Research Institute of Phthysiology (Saint Petersburg, Russia); **Bokov Alexey F.**, Research Assistant, Saint Petersburg Research Institute of Phthysiology (Saint Petersburg, Russia).