

in. I.K. Akhunbaeva. 2013; (4): 75–77. (In Russ.)]

4. Баулин А.В., Баулин В.А., Хытин А.Н. О герниопластике глазами хирурга районной больницы. *Бюлл. мед. интернет-конференций*. 2013; 3 (8): 1045–1048. [Baulin A.V., Baulin V.A., Khytin A.N. Hernioplasty through district hospital surgeon's eyes. *Byulleten' meditsinskikh Internet-konferentsiy*. 2013; 3 (8): 1045–1048. (In Russ.)]

5. Клоков В.А. Значение «безнатяжной» пластики грыжевого дефекта в профилактике тромбозомболических осложнений у больных послеоперационными вентральными грыжами. *Сибирский мед. ж. (Иркутск)*. 2012; (2): 20–22. [Klokov V.A. The significance of «tension-free» repair of hernia effect in thromboembolic event prevention in patients with incisional ventral hernias. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal (Irkutsk)*. 2012; (2): 20–22. (In Russ.)]

6. Паршиков В.В., Логинов В.И. Техника разделения компонентов брюшной стенки в лечении пациентов с вентральными и послеоперационными грыжами (обзор). *Соврем. технол. в мед.* 2016; 8 (1): 183–194. [Parshikov V.V., Loginov V.I. Components separation technique in treatment of patients with ventral and incisional hernias (review). *Sovremennye tehnologii v medicine*. 2016; 8 (1): 183–194. (In Russ.)] DOI: 10.17691/stm2016.8.1.24.

7. Heller L., McNichols C.H., Ramirez O.M. Component separations. *Semin. Plast. Surg.* 2012; 26 (1): 25–28. DOI: 10.1055/s-0032-1302462.

8. Carbonell A.M., Cobb W.S., Chen S.M. Posterior components separation during retromuscular hernia repair. *Hernia*. 2008; 12 (4): 359–362. DOI: 10.1007/s10029-008-0356-2.

9. Ennis L.S., Young J.S., Gampper T.J., Drake D.B. The «open-book» variation of component separation for repair

of massive midline abdominal wall hernia. *Am. Surg.* 2003; 69 (9): 733–742; discussion 742–743. PMID: 14509319.

10. Jones C.M., Winder J.S., Potochny J.D., Pauli E.M. Posterior component separation with transversus abdominis release: technique, utility, and outcomes in complex abdominal wall reconstruction. *Plast. Reconstr. Surg.* 2016; 137 (2): 636–646. DOI: 10.1097/01.prs.0000475778.45783.e2.

11. Novitsky Y.W., Elliott H.L., Orenstein S.B., Rosen M.J. Transversus abdominis muscle release: a novel approach to posterior component separation during complex abdominal wall reconstruction. *Am. J. Surg.* 2012; 204 (5): 709–716. DOI: 10.1016/j.amjsurg.2012.02.008.

12. Pauli E.M., Rosen M.J. Open ventral hernia repair with component separation. *Surg. Clin. North Am.* 2013; 9 (5): 1111–1133. DOI: 10.1016/j.suc.2013.06.010.

13. Ramirez O.M., Ruas E., Dellon A.L. «Components separation» method for closure of abdominal-wall defects: an anatomic and clinical study. *Plast. Reconstr. Surg.* 1990; 86 (3): 519–526. DOI: 10.1097/00006534-199009000-00023.

14. Korenkov M., Paul A., Sauerland S. et al. Classification and surgical treatment of incisional hernia. Results of an experts' meeting. *Langenbecks Arch. Surg.* 2001; 386 (1): 65–73. PMID: 11405092.

15. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. *Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel*. К.: Мирион. 2001; 408 с. [Lapach S.N., Chubenko A.V., Babich P.N. *Statisticheskie metody v mediko-biologicheskikh issledovaniyah s ispol'zovaniem Excel*. (Statistical methods in biomedical research with the introduction of Excel.) Kazan: Mirion. 2001; 408 p. (In Ukr.)]

УДК 616-073.75: 616-073.756.8: 616.71-003.84: 616.132.2

© 2017 Султанова М.Д.

ЦИФРОВАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ КОРОНАРНЫХ КАЛЬЦИФИКАЦИЙ: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Малахат Джахангировна Султанова*

Азербайджанский медицинский университет, г. Баку, Азербайджан

Поступила 19.06.2017; принята в печать 04.07.2017.

Реферат

DOI: 10.17750/КМЖ2017-640

Цель. Изучение возможностей цифровой рентгенографии в диагностике коронарных кальцификаций и сравнительный анализ полученных результатов с результатами мультиспиральной компьютерной томографии.

Методы. Нами были проанализированы в сравнительном аспекте результаты обследования 90 больных, которым были проведены оба вида исследования. Среди пациентов 46 были мужчинами, 34 — женщинами, средний возраст составил 59±4,3 года, причём возраст больных мужского пола был значительно старше, чем у пациентов женского пола. Статистический анализ проведён с использованием вариационных, дискриминантных, корреляционных методов, методов доказательной медицины и ROC-анализа.

Результаты. Сравнительный анализ результатов исследования показал, что причина, по которой коронарные кальцификации, визуализированные во всех артериях в ходе мультиспиральной компьютерной томографии, не обнаруживаются при цифровой рентгенографии, заключается в их пониженной твёрдости, то есть эти кальцификации были достаточно мягкими. Выявление коронарных кальцификаций при цифровой рентгенографии ограничивается определёнными значениями индекса кальция, который для передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии составляет 355, для огибающей ветви левой коронарной артерии — 385, для правой коронарной артерии — 367, для основного ствола левой коронарной артерии — 393, для дуги аорты — 396. Коронарные кальцификации с подобными и более высокими значениями индекса кальция могут быть обнаружены при цифровой рентгенографии, что позволяет интегрировать этот метод в качестве скрининг-диагностики стратегии риска кардиоваскулярных заболеваний. Чувствительность, специфичность и общая ценность цифровой рентгенографии в выявлении коронарных кальцификаций составили 59,5±3,3, 85,5±2,9 и 70,0±2,4% соответственно.

Вывод. Выявление коронарных кальцификаций при цифровой рентгенографии ограничивается определёнными значениями индекса кальция; во всех коронарных артериях при мультиспиральной компьютерной томографии по мере увеличения индекса кальция коронарных кальцификатов повышаются также и чувствительность, и специфичность их визуализации с помощью цифровой рентгенографии.

Ключевые слова: цифровая рентгенография, мультиспиральная компьютерная томография, коронарные кальцификации.

DIGITAL RADIOGRAPHY IN THE DIAGNOSIS OF CORONARY CALCINOSIS: CAPABILITTES AND PERSPECTIVES

M.Dzh. Sultanova

Azerbaijan Medical University, Baku, Azerbaijan

Aim. To study the capabilities of digital radiography in the diagnosis of coronary calcifications and to perform a comparative analysis of the received results with the results of multidetector computed tomography.

Methods. We analyzed in a comparative aspect the results of examination of 90 patients who underwent both types of diagnostic procedures. Among the patients, 46 were males, 34 were females, the average age was 59 ± 4.3 years, and the age of male patients was significantly higher than that of female patients. Statistical analysis was performed using variational, discriminant, correlation methods, evidence-based medicine methods and ROC-analysis.

Results. A comparative analysis of the results showed that the reason, why coronary calcifications visualized in all arteries at multidetector computed tomography are not visible on digital X-ray, is their decreased firmness, so these calcifications were soft enough. Visualization of calcifications on digital chest X-ray is limited to certain calcium score values, which for anterior interventricular branch of left coronary artery is 355, for circumflex branch of the left coronary artery — 385, for right coronary artery — 367, for left main coronary artery — 393, for aortic arch — 396. Coronary calcifications with similar and higher calcium score values can be detected with digital radiography, which allows integrating this method in screening for cardiovascular diseases risk. The sensitivity, specificity and overall value of digital radiography for the detection of coronary calcifications were 59.5 ± 3.3 , 85.5 ± 2.9 and 70.0 ± 2.4 , respectively.

Conclusion. Detection of coronary calcifications in digital radiography is limited to certain calcium score values; in all coronary arteries at multidetector computed tomography, as the calcium score of coronary calcifications increases, the sensitivity and spesifty of their visualization in digital X-ray examination increase as well.

Keywords: digital radiography, multidetector computed tomography, coronary calcifications.

В большинстве развитых стран сердечно-сосудистые заболевания, особенно ишемическую болезнь сердца (ИБС), считают одной из основных причин смертности людей старше 40 лет. В последние годы отмечают значительный рост показателей заболеваемости и смертности вследствие данной патологии. Исследователи сравнивают эту проблему с «эпидемией, потрясшей мир» [1–3]. По данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в мире от ИБС погибают в среднем 17,5 млн человек, что составляет 32% в структуре общей смертности [4].

У большинства больных ИБС развивается независимо от возраста на фоне коронарогенных факторов, особенно в связи с атеросклеротическими процессами в артериях. Однако в некоторых случаях атеросклероз до определённого момента не проявляется признаками ИБС. В течение многих лет атеросклероз протекает бессимптомно, и клиническая оценка становится возможной только на поздних стадиях, когда уже развивается значительное поражение сосудов.

Как и при других заболеваниях, своевременное выявление, ранняя диагностика и разработка лечебно-профилактических мероприятий — основные цели при ИБС. С этих позиций своевременное определение факторов риска заболевания, их правильную оценку и коррекцию можно считать приоритетными направлениями [5].

Развитие радиологии в последние годы постепенно изменило роль рентгенографии в современных диагностических процессах. Прежде рентгенологический метод считали основным методом лучевой диагностики на первом этапе медицинской помощи, а на последующих этапах его заменяли более высокотехнологичные методы, такие как компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, позитронная эмиссионная томография и т.д.

Однако в последние годы внедрение цифровых технологий повысило возможности рентгенографии. Так, переход на цифровые технологии позволяет разделить процесс получения рентгенологи-

ческого снимка во времени и пространстве.

Получение изображения с помощью аналоговой технологии занимает не менее 3 мин. Использование цифровой технологии сокращает это время до 10–15 с (то есть в 12–18 раз). Таким образом, цифровая рентгенография (ЦР) снижает не только количество необходимой рентгенологической аппаратуры, но и затраты времени на проведение исследования.

Обнаружение коронарных кальцификаций (КК) с помощью рентгенографии впервые описал в 1927 г. Lenk [6]. В 70-х годах кардиологи предложили использовать этот метод в диагностике заболеваний коронарных артерий с потенциальными целями. Впоследствии начались исследования в этой области, которые выявили некоторые ограничения: в процессе обследования обнаруживают лишь кальцинаты, которые в значительной степени сужают просвет сосудов, а также коронарную патологию у пациентов, находящихся в группе высокого риска.

Многочисленные научные исследования указывают на широкое применение этой методики в диагностике кардиоторакальных кальцификаций [7–9].

Результаты научных работ в этом направлении показали, что с помощью рентгенологического исследования грудной клетки можно обнаружить лишь крупные КК, к тому же в возможностях их выявления есть определённые ограничения [10–12]. Установление доверительных границ возможного выявления КК может быть интегрировано в стратификацию риска исследования, что позволит пациентам избежать более инвазивных и сложных методов обследования. Все вышесказанное, безусловно, окажет содействие в снижении затрат на категоризацию риска.

Цель исследования — изучение возможностей ЦР в диагностике ИБС и сравнительный анализ полученных результатов с результатами мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ).

Нами были проанализированы в сравнительном аспекте результаты обследования 90 больных,

Таблица 1

Показатели визуализации кальцификаций в отдельных коронарных артериях

Сосуды	ЦР (n=90)	МСКТ (n=90)	χ^2 ; p
LDA	59 65,6±5,0%	89 98,9±1,1%	$\chi^2=32,0$; p < 0,001
LCx	50 55,6±5,2%	71 78,9±4,3%	$\chi^2=11,1$; p < 0,001
RCA	27 30,0±4,8%	46 51,1±5,3%	$\chi^2=8,32$; p < 0,01
LMA	13 14,4±3,7%	9 10,0±3,2%	$\chi^2=0,83$; p > 0,05
AA	57 63,3±5,1%	81 90,0±3,2%	$\chi^2=17,9$; p < 0,001

Примечание: ЦР — цифровая рентгенография; МСКТ — мультиспиральная компьютерная томография; LDA — передняя межжелудочковая ветвь левой коронарной артерии; LCx — огибающая ветвь левой коронарной артерии; RCA — правая коронарная артерия; LMA — основной ствол левой коронарной артерии; AA — дуга аорты.

которым были проведены оба вида исследования. Среди пациентов 46 были мужчинами, 34 — женщинами, средний возраст составил 59±4,3 года, причём возраст больных мужского пола был значительно выше, чем больных женского пола (p < 0,05).

Исследования были проведены на цифровом рентгеновском аппарате Flexavision Shimadzu. Рентгенограммы были обработаны на компьютерной системе Fujifilm FCR Capsula XL II для лучшей оценки результатов. МСКТ проводили на 128-срезовом аппарате Toshiba.

Все цифровые данные, полученные в ходе исследования, были обработаны статистическими методами с учётом современных требований. Статистический анализ проводили с использованием вариационных, дискриминантных, корреляционных методов, методов доказательной медицины и ROC-анализа.

Показатели визуализации кальцификаций в

отдельных коронарных артериях и дуге аорты представлены в табл. 1

Анализ комплексного обследования показал, что при ЦР наиболее успешная визуализация КК возможна в передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии (LDA) и дуге аорты (AA). Известно, что в треугольнике визуализации КК именно кальцификаты в LDA визуализируются с достаточно высокой точностью. На втором месте находится основной ствол левой коронарной артерии (LMA), далее — правая коронарная артерия (RCA) и, наконец, огибающая ветвь левой коронарной артерии (LCx).

Сравнительный анализ результатов исследования показал, что причина, по которой КК, визуализированные во всех артериях в ходе МСКТ, не обнаруживаются при ЦР, заключается в их пониженной твёрдости, то есть данные КК были достаточно мягкими. Эта разница составила в LDA 30, в LCx — 21, в RCA — 19, в AA — 24.

У некоторых пациентов тени, расценённые как КК при ЦР, но не подтверждённые при МСКТ, были признаны ложноположительными результатами. Это было зарегистрировано в 4 случаях в LDA. При рассмотрении причин было установлено, что в 1 случае тень при ЦР возникла вследствие суперэкспозиции, а в 2 случаях у больных присутствовали кальцинаты в паренхиме лёгкого, у 1 больного локализовался маленький склеротический очаг в ребре, который был ошибочно расценён как коронарный кальциноз. Эти данные по большей части были получены на латеральной рентгенограмме и во всех случаях возникали по причине двигательных артефактов.

Сравнительный анализ результатов ЦР и МСКТ показал, что у не визуализированных при ЦР мягких атеросклеротических бляшек индекс кальция (ИК) в разных коронарных сосудах различался. ИК этого типа бляшек для LDA колебался в интервале 169,7–354,9, для LCx — в пределах 284,4–384,4, для RCA — в пределах 158,2–366,1, для LMA — в пределах 160,5–392,8, для AA — в пределах 207,9–395,7 (рис. 1).

В нашей работе мы проанализировали воз-

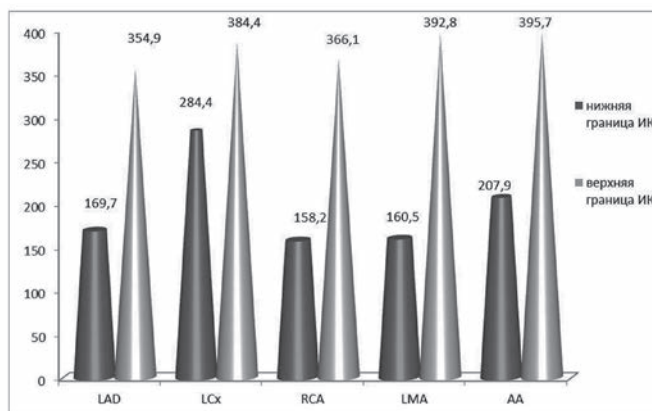


Рис. 1. Показатели индекса кальция (ИК) атеросклеротических бляшек коронарных сосудов и дуги аорты; LAD — передняя межжелудочковая ветвь левой коронарной артерии; LCx — огибающая ветвь левой коронарной артерии; RCA — правая коронарная артерия; LMA — основной ствол левой коронарной артерии; AA — дуга аорты

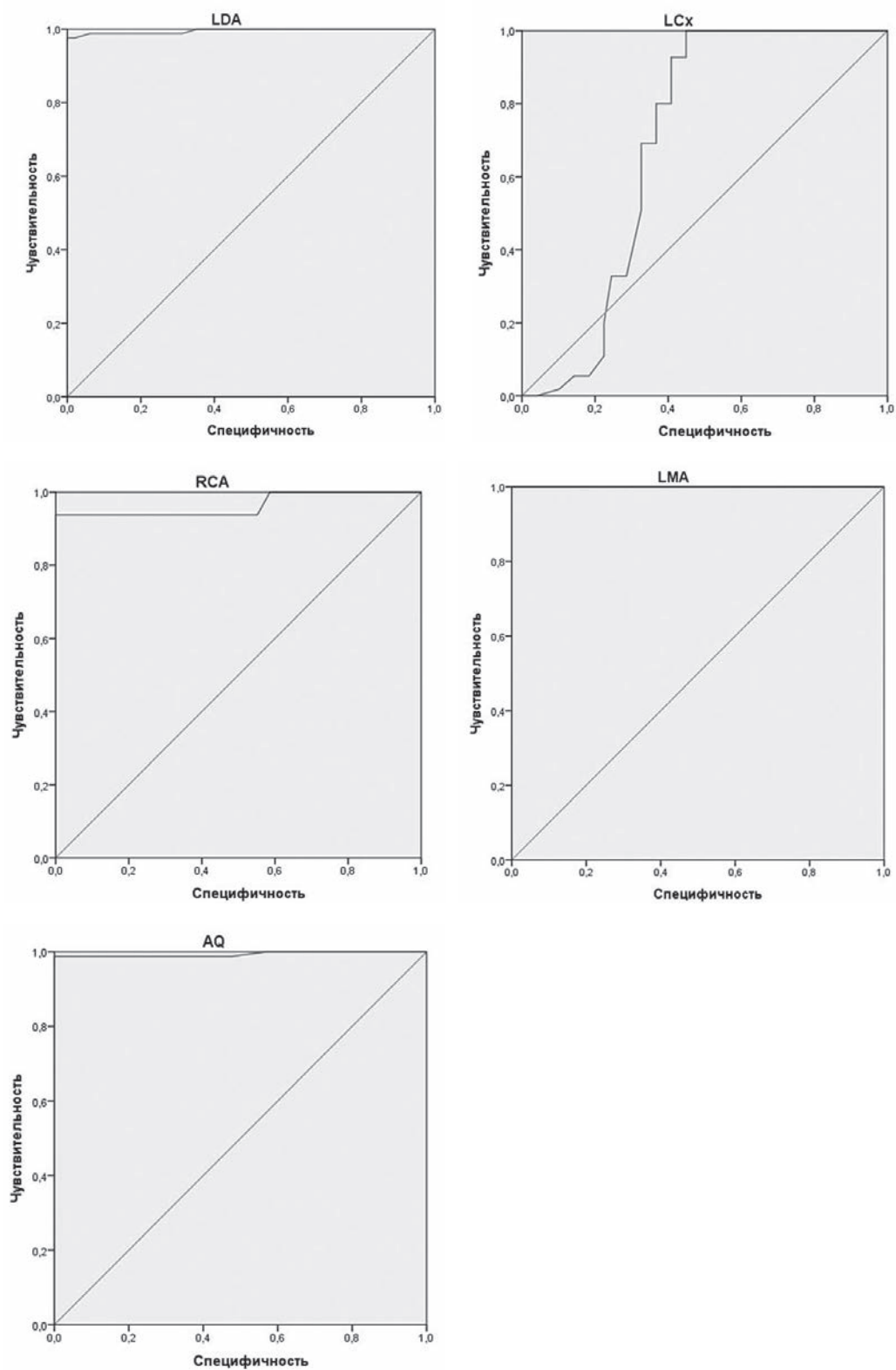


Рис. 2. Возможности цифровой рентгенографии в выявлении коронарных кальцификаций для отдельных сосудов согласно анализу ROC

Результаты ROC-анализа

Тестовые переменные	Площадь	Стандартная ошибка	Асимптотические значения	Асимптотический 95% доверительный интервал	
				Нижняя граница	Верхняя граница
LDA	0,996	0,004	0,000	0,987	1,000
LCx	0,693	0,059	0,001	0,577	0,809
RCA	0,964	0,025	0,000	0,915	1,000
LMA	1,000	0,000	0,002	1,000	1,000
AA	0,994	0,007	0,000	0,981	1,000

Примечание: LDA — передняя межжелудочковая ветвь левой коронарной артерии; LCx — огибающая ветвь левой коронарной артерии; RCA — правая коронарная артерия; LMA — основной ствол левой коронарной артерии; AA — дуга аорты.

возможности ЦР в выявлении КК для отдельных сосудов согласно анализу ROC (от англ. Receiver Operating Characteristic) (рис. 2, табл. 2).

Как видно из рис. 2, во всех коронарных артериях при МСКТ по мере увеличения ИК КК повышаются также и чувствительность, и специфичность их визуализации с помощью ЦР.

Результаты исследования показали, что метод ЦР ограничивается определёнными значениями ИК, которые, согласно представленному рис. 1, составляют для LDA 265, для LCx — 271, для RCA — 203, для LMA — 264, для AA — 309. Эти показатели расценивают как «точки отсечения» (cut of point), когда расстояние ROC-кривой от опорной линии (нулевой гипотезы) максимальное, то есть сумма специфичности и чувствительности максимальная.

ВЫВОДЫ

1. Выявление коронарных кальцификаций при цифровой рентгенографии ограничивается определёнными значениями индекса кальция, который для передней межжелудочковой ветви левой коронарной артерии составляет 265, для огибающей ветви левой коронарной артерии — 271, для правой коронарной артерии — 203, для основного ствола левой коронарной артерии — 264, для дуги аорты — 309. Коронарные кальцификации с подобными и более высокими значениями индекса кальция могут быть обнаружены при цифровой рентгенографии, что позволяет интегрировать этот метод в качестве скрининг-диагностики стратегии риска кардиоваскулярных заболеваний.

2. Во всех коронарных артериях при мультиспиральной компьютерной томографии по мере увеличения индекса кальция коронарных кальцификатов повышаются также и чувствительность, и специфичность их визуализации с помощью цифровой рентгенографии.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Finegold J.A., Asaria P., Francis D.P. Mortality from ischaemic heart disease by country, region, and age: 644

Statistics from World Health Organisation and United Nations. *Int. J. Cardiol.* 2013; 168 (2): 934–945. DOI: 10.1016/j.ijcard.2012.10.046.

2. Mozaffarian D., Benjamin E.J., Go A.S. et al. Heart disease and stroke statistics-2015 update: a report from the American Heart Association. *Circulation.* 2015; 131: e29–e322. DOI: 10.1161/CIR.000000000000152.

3. Nichols M., Townsend N., Scarborough P., Rayner M. Cardiovascular disease in Europe 2014: epidemiological update. *Eur. Heart J.* 2014; 35 (42): 2950–2959. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu299.

4. WHO launches «Global Hearts Initiative» (Global Hearts): 22 September 2016. <https://communitymedicine4asses.wordpress.com/2016/09/22/who-launches-global-hearts-initiativeglobal-hearts-22-september-2016/> (дата обращения: 02.06.2017).

5. Shaw L.J., Raggi P., Schisterman E. et al. Prognostic value of cardiac risk factors and coronary artery calcium screening for all-cause mortality. *Radiology.* 2003; 228: 826–833. DOI: 10.1148/radiol.2283021006.

6. Lenk R. Röntgendiagnose der koronarsklerose *in vivo*. *Fortschr. Röntgenstr.* 1927; 35: 1265–1268.

7. Султанова М.Дж., Азизов В.А., Садыгова Т.А. Возможности цифровой рентгенографии в диагностике кальциноза коронарных артерий у пациентов с ревматоидным артритом. *Казанский мед. ж.* 2016; 97 (2): 236–239. [Sultanova M.J., Azizov V.A., Sadigova T.A. Possibilities of digital radiography in the coronary arteries calcification diagnosis in patients with rheumatoid arthritis. *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2016; 97 (2): 236–239. (In Russ.)] DOI: 10.17750/KMJ2016-236.

8. Elif T., Fehmi K. Clinical implications of chest X-ray parameters in evaluating patients with cardiac dyspnea. *Eur. J. Med.* 2008; 40: 133–136. PMID: 25610047.

9. Souza A.S., Bream P.R., Elliot L.P. Chest film detection of coronary artery calcification: the value of the CAC triangle. *Radiology.* 1978; 129: 7–10. DOI: 10.1148/129.1.7.

10. Mahnken A.H., Wein B.B., Sinha A.M. et al. Value of conventional chest radiography for the detection of coronary calcifications: comparison with MSCT. *Eur. J. Radiol.* 2009; 69 (3): 510–516. DOI: 10.1016/j.ejrad.2007.10.016.

11. Jong Shin Woo, Weon Kim, Se Hwan Kwon et al. Aortic arch calcification on chest X-ray combined with coronary calcium score show additional benefit for diagnosis and outcome in patients with angina. *J. Geriatr. Cardiol.* 2016; 13 (3): 218–225. DOI: 10.11909/j.issn.1671-5411.2016.03.006.

12. Watanabe K., Yokoyama K., Yoshida H. Chest X-ray may serve as a screening examination for coronary artery calcification in dialysis patients. *Kidney. International official journal of the international society of nephrology.* 2014; 85 (3): 710. DOI: 10.1038/ki.2013.509.