



Роль контрастных методов исследования в ранней диагностике и планировании лечения рака молочной железы

Тюрин И.Е.¹, Рожкова Н.И.^{2,3,4}, Артамонова Е.В.^{1,5,6,7}, Бусько Е.А.^{8,9}, Диденко В.В.¹⁰, Зикиряходжаев А.Д.², Карпова М.С.¹, Кветенадзе Г.Е.¹¹, Криворотько П.В.⁸, Мазо М.Л.^{2,3,4}, Петровский А.В.^{1,12}, Пучкова О.С.¹³, Серебрякова С.В.¹⁴, Бакулева А.П.¹⁵

¹ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Каширское ш., 23, Москва, 115522, Российская Федерация

² Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, 2-й Боткинский пр-д, 3, Москва, 125284, Российская Федерация

³ ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», ул. Миклухо-Маклая, 6, Москва, 117198, Российская Федерация

⁴ ООО «Российская Ассоциация Маммологов», ул. Погодинская, 6, стр. 1, Москва, 119121, Российская Федерация

⁵ ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, ул. Островитянова, 1, Москва, 117513, Российская Федерация

⁶ ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», ул. Щепкина, 61/2, корп. 1, Москва, 129110, Российская Федерация

⁷ АНО «Национальное общество онкомаммологов», ул. Долгоруковская, 17, стр. 1, Москва, 127006, Российская Федерация

⁸ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, ул. Ленинградская, 68, пос. Песочный, Санкт-Петербург, 197758, Российская Федерация

⁹ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

¹⁰ ГБУЗ «Городская клиническая онкологическая больница № 1 ДЗМ», Загородное ш., 18А, стр. 7, Москва, 117152, Российская Федерация

¹¹ ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А.С. Логинова ДЗМ», ул. Новогиреевская, 1, корп. 1, Москва, 111123, Российская Федерация

¹² ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), ул. Трубецкая, 8, стр. 2, Москва, 119048, Российская Федерация

¹³ ООО «СберМедИИ», Большой б-р, 30 стр. 1, Инновационный центр «Сколково», Москва, 121205, Российская Федерация

¹⁴ ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России, ул. Академика Лебедева, 4/2, Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация

¹⁵ АО «Байер», ул. 3-я Рыбинская, 18, стр. 2, Москва, 107113, Российская Федерация

Тюрин Игорь Евгеньевич, д. м. н., профессор, зам. директора по научной работе Научно-исследовательского института клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России;
<http://orcid.org/0000-0003-0558-4079>

Рожкова Надежда Ивановна, д. м. н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующая национальным центром онкологии репродуктивных органов Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, профессор кафедры клинической маммологии, лучевой диагностики и лучевой терапии факультета непрерывного медицинского образования медицинского института ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», президент ООО «Российская Ассоциация Маммологов»;
<https://orcid.org/0000-0003-0920-1549>

Артамонова Елена Владимировна, д. м. н., заведующая химиотерапевтическим отделением № 1 ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, профессор кафедры онкологии ФГАУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, заведующая кафедрой онкологии и торакальной хирургии ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», президент АНО «Национальное общество онкомаммологов»;
<https://orcid.org/0000-0001-7728-9533>

Бусько Екатерина Александровна, д. м. н., вед. науч. сотр. научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России, профессор кафедры «Лучевая диагностика и ядерная медицина» медицинского института ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;
<https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>

Диденко Вера Владимировна, заведующая отделением диагностики и лечения заболеваний молочной железы и репродуктивной системы № 2 Центра амбулаторной онкологической помощи ГБУЗ «Городская клиническая онкологическая больница № 1 ДЗМ»;
<http://orcid.org/0000-0001-9068-1273>

Зикиряходжаев Азизжон Дилшодович, д. м. н., заведующий отделением онкологии и реконструктивно-пластической хирургии молочной железы и кожи Национального центра онкологии репродуктивных органов Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России;
<http://orcid.org/0000-0001-7141-2502>

Карпова Марина Сергеевна, к. м. н., науч. сотр. отделения рентгенодиагностики отдела лучевых методов диагностики опухолей ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России;
<https://orcid.org/0000-0002-4945-982X>

Кветенадзе Гурами Елгуджаевич, к. м. н., заведующий отделением клинической маммологии и реконструктивно-пластической хирургии молочной железы ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А.С. Логинова ДЗМ»;
<https://orcid.org/0000-0003-1002-2548>

Криворотько Петр Владимирович, д. м. н., профессор, заведующий отделением опухолей молочной железы ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России;
<https://orcid.org/0000-0002-4898-9159>

Мазо Михаил Львович, к. м. н., доцент, ст. науч. сотр. отделения комплексной диагностики и интервенционной радиологии в маммологии Национального центра онкологии репродуктивных органов Московского научно-исследовательского онкологического института им. П.А. Герцена – филиала ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России, доцент кафедры клинической маммологии, лучевой диагностики и лучевой терапии ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы», генеральный секретарь ООО «Российская Ассоциация Маммологов»;
<https://orcid.org/0000-0002-1313-6420>

Петровский Александр Валерьевич, д. м. н., доцент, зам. директора по образовательной деятельности, заведующий отделом онкомаммологии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, профессор кафедры онкологии Института клинической медицины ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет);
<https://orcid.org/0000-0002-7514-280X>

Пучкова Ольга Сергеевна, старший врач-рентгенолог Ресурсного центра, руководитель направления медицины ООО «СберМедИИ»

Серебрякова Светлана Владимировна, д. м. н., заведующая кабинетом магнитно-резонансной томографии отделения магнитно-резонансной томографии клиники № 1 ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России;
<https://orcid.org/0000-0001-9142-4957>

Бакулева Арина Павловна, стажер АО «Байер»

Резюме

27 марта 2023 г. в Москве состоялся междисциплинарный Совет экспертов с участием Е.В. Артамоновой, Е.А. Бусько, В.В. Диденко, А.Д. Зикиряходжаева, М.С. Карповой, Г.Е. Кветенадзе, П.В. Криворотько, М.Л. Мазо, А.В. Петровского, О.С. Пучковой, С.В. Серебряковой под председательством И.Е. Тюрина и Н.И. Рожковой. Участники обсудили вопросы ранней диагностики и планирования лечения рака молочной железы. Предлагаем вашему вниманию заключение Совета экспертов.

Ключевые слова: рак молочной железы; РМЖ; онкомаммоскрининг; контрастные методы исследования; методы визуализации; магнитно-резонансная томография; МРТ; маммография; контрастная двухэнергетическая рентгеновская маммография; КДРМГ; Совет экспертов.

Конфликт интересов. АО «Байер» и все авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Публикация подготовлена при научной поддержке АО «Байер».

Для цитирования: Тюрин И.Е., Рожкова Н.И., Артамонова Е.В., Бусько Е.А., Диденко В.В., Зикиряходжаев А.Д., Карпова М.С., Кветенадзе Г.Е., Криворотько П.В., Мазо М.Л., Петровский А.В., Пучкова О.С., Серебрякова С.В., Бакулева А.П. Роль контрастных методов исследования в ранней диагностике и планировании лечения рака молочной железы. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2024; 105(2): 48–57. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2024-105-2-48-57>

Для корреспонденции: Тюрин Игорь Евгеньевич, E-mail: igortyurin@gmail.com

Статья поступила 10.06.2024

После доработки 21.06.2024

Принята к печати 09.07.2024

The Role of Contrast-Enhanced Imaging Methods in Breast Cancer Early Diagnostics and Treatment Planning

Igor E. Tyurin¹, Nadezhda I. Rozhkova^{2, 3, 4}, Elena V. Artamonova^{1, 5, 6, 7}, Ekaterina A. Busko^{8, 9}, Vera V. Didenko¹⁰, Azizjon D. Zikiryakhodzhaev², Marina S. Karpova¹, Gurami E. Kvetenadze¹¹, Petr V. Krivorot'ko⁸, Mikhail L. Mazo^{2, 3, 4}, Alexander V. Petrovsky^{1, 12}, Olga S. Puchkova¹³, Svetlana V. Serebryakova¹⁴, Arina P. Bakuleva¹⁵

¹ Blokhin National Medical Research Center of Oncology,

Kashirskoe shosse, 23, Moscow, 115522, Russian Federation

² Herzen Moscow Scientific Research Oncological Institute – branch of National Medical Research Center for Radiology, Vtoroy Botkinskiy proezd, 3, Moscow, 125284, Russian Federation

³ Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba, ul. Miklukho-Maklaya, 6, Moscow, 117198, Russian Federation

⁴ Russian Association of Mammologists, ul. Pogodinskaya, 6, str. 1, Moscow, 119121, Russian Federation

⁵ Pirogov Russian National Research Medical University, ul. Ostrovityanova, 1, Moscow, 117513, Russian Federation

⁶ Vladimirsky Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute, ul. Shchepkina, 61/2, korp. 1, Moscow, 129110, Russian Federation

⁷ National Society of Oncomammologists, ul. Dolgorukovskaya, 17, str. 1, Moscow, 127006, Russian Federation

⁸ Petrov National Medical Research Center of Oncology, ul. Leningradskaya, 68, poselok Pesochnyy, Saint Petersburg, 197758, Russian Federation

⁹ Saint Petersburg State University, Universitetskaya naberezhnaya, 7–9, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation

¹⁰ City Clinical Oncology Hospital No. 1, Zagorodnoe shosse, 18A, str. 7, Moscow, 117152, Russian Federation

¹¹ Loginov Moscow Clinical Research Center, ul. Novogireevskaya, 1, korp. 1, Moscow, 111123, Russian Federation

¹² Sechenov University, ul. Trubezkaya, 8, str. 2, Moscow, 119048, Russian Federation

¹³ SberMedAI LLC, Bolshoy bulvar, 30 str. 1, Skolkovo Innovation Center, Moscow, 121205, Russian Federation

¹⁴ Nikiforov All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine, ul. Akademika Lebedeva, 4/2, Saint Petersburg, 194044, Russian Federation

¹⁵ Bayer JSC, ul. Tretya Rybinskaya, 18, str. 2, Moscow, 107113, Russian Federation

Igor E. Tyurin, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Director for Scientific Work, Research Institute of Clinical and Experimental Radiology, Blokhin National Medical Research Center of Oncology; <http://orcid.org/0000-0003-0558-4079>

Nadezhda I. Rozhkova, Dr. Med. Sc., Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Head of National Center of Oncology of Reproductive Organs, Herzen Moscow Scientific Research Oncological Institute – branch of National Medical Research Center for Radiology; Professor, Chair of Clinical Mammology, Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Faculty of Continuing Medical Education, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba; President, Russian Association of Mammologists; <https://orcid.org/0000-0003-0920-1549>

Elena V. Artamonova, Dr. Med. Sc., Head of Chemotherapeutic Department No. 1, Blokhin National Medical Research Center of Oncology; Professor, Chair of Oncology, Pirogov Russian National Research Medical University; Chief of Chair of Oncology and Thoracic Surgery, Vladimirsky Moscow Regional Scientific Research Clinical Institute; President, National Society of Oncomammologists; <https://orcid.org/0000-0001-7728-9533>

Ekaterina A. Busko, Dr. Med. Sc., Leading Researcher, Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology, Petrov National Medical Research Center of Oncology; Professor, Chair of Radiation Diagnostics and Nuclear Medicine, Medical Institute, Saint Petersburg State University; <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>

Vera V. Didenko, Head of Department of Diagnosis and Treatment of Breast and Reproductive System Diseases No. 2, Outpatient Cancer Care Center, City Clinical Oncology Hospital No. 1; <http://orcid.org/0000-0001-9068-1273>

Azizjon D. Zikiryakhodzhaev, Dr. Med. Sc., Head of Department of Oncology and Reconstructive Plastic Surgery of Breast and Skin, National Center for Reproductive Organ Oncology, Herzen Moscow Scientific Research Oncological Institute – branch of National Medical Research Center for Radiology; <http://orcid.org/0000-0001-7141-2502>

Marina S. Karpova, Cand. Med. Sc., Researcher, X-ray Diagnostics Unit, Department of Radiation Methods for Tumor Diagnosis, Blokhin National Medical Research Center of Oncology;
<https://orcid.org/0000-0002-4945-982X>

Gurami E. Kvetenadze, Cand. Med. Sc., Head of Department of Clinical Mammology and Breast Reconstructive Plastic Surgery, Loginov Moscow Clinical Research Center;
<https://orcid.org/0000-0003-1002-2548>

Petr V. Krivorot'ko, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Department of Breast Tumors, Petrov National Medical Research Center of Oncology;
<https://orcid.org/0000-0002-4898-9159>

Mikhail L. Mazo, Cand. Med. Sc., Associate Professor, Senior Researcher, Department of Complex Diagnostics and Interventional Radiology in Mammology, National Center for Reproductive Organ Oncology, Herzen Moscow Scientific Research Oncological Institute – branch of National Medical Research Center for Radiology; Associate Professor, Chair of Clinical Mammology, Radiation Diagnostics and Radiation Therapy, Faculty of Continuing Medical Education, Medical Institute, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba; General Secretary, Russian Association of Mammologists;
<https://orcid.org/0000-0002-1313-6420>

Alexander V. Petrovsky, Dr. Med. Sc., Associate Professor, Deputy Director for Educational Activities, Head of Department of Oncomammology, Blokhin National Medical Research Center of Oncology; Professor, Chair of Oncology, Institute of Clinical Medicine, Sechenov University;
<https://orcid.org/0000-0002-7514-280X>

Olga S. Puchkova, Senior Radiologist, Resource Center, Head of Medical Direction, SberMedAI LLC

Svetlana V. Serebryakova, Dr. Med. Sc., Head of Magnetic Resonance Imaging Office, Department of Magnetic Resonance Imaging, Clinic No. 1, Nikiforov All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine;
<https://orcid.org/0000-0001-9142-4957>

Arina P. Bakuleva, Trainee, Bayer JSC

Abstract

On March 27, 2023, a multidisciplinary Advisory Board meeting was held in Moscow with the participation of E.V. Artamonova, E.A. Busko, V.V. Didenko, A.D. Zikiryakhodzhaev, M.S. Karpova, G.E. Kvetenadze, P.V. Krivorot'ko, M.L. Mazo, A.V. Petrovsky, O.S. Puchkova, S.V. Serebryakova under the chairmanship of I.E. Tyurin and N.I. Rozhkova. The participants discussed different issues of early diagnostics and treatment planning of breast cancer. We present the conclusion made by the Advisory Board.

Keywords: breast cancer; BC; oncomammogram screening; contrast-enhanced methods; imaging methods; magnetic resonance imaging; MRI; mammography; contrast dual-energy X-ray mammography; Advisory Board.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

For citation: Tyurin IE, Rozhkova NI, Artamonova EV, Busko EA, Didenko VV, Zikiryakhodzhaev AD, Karpova MS, Kvetenadze GE, Krivorot'ko PV, Mazo ML, Petrovsky AV, Puchkova OS, Serebryakova SV, Bakuleva AP. The role of contrast-enhanced imaging methods in breast cancer early diagnostics and treatment planning. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2024; 105(2): 48–57 (in Russian).
<https://doi.org/10.20862/0042-4676-2024-105-2-48-57>

For corresponding: Igor E. Tyurin, E-mail: igortyurin@gmail.com

Received June 10, 2024

Revised June 21, 2024

Accepted July 9, 2024

Введение / Introduction

Рак молочной железы (PMЖ) является самым распространенным онкологическим заболеванием у женщин в мире. Несмотря на значительные успехи в области медицины и развитие технологий, в ряде случаев данная патология по-прежнему выявляется на поздних стадиях [1]. В Российской Федерации на конец 2022 г. состояла на учете 767 881 пациентка и было выявлено 76 520 новых случаев. При этом удельный вес PMЖ, диагностированного на I и II стадиях, составил 73,7%, на более поздних III и IV стадиях – 18,0% и 7,9% соответственно [2].

Одной из главных проблем ранней диагностики PMЖ является низкая доступность эффективных методов скрининга, особенно на отдаленных территориях и в сельских районах. Это обусловлено

недостаточным финансированием и малой эффективностью онкоматмоскрининга из-за ограниченного доступа как к современным методам диагностики, так и к квалифицированным специалистам, способным выполнять качественные маммограммы и профессионально их интерпретировать. Основными факторами, влияющими на эффективность онкоматмоскрининга, остаются низкая осведомленность о необходимости прохождения регулярных обследований и отсутствие мотивации к ответственному отношению к своему здоровью среди женщин. Недостаточная информационно-просветительская работа по информированию о факторах риска заболевания, которые включают высокую маммографическую плотность ткани молочной железы, ограничивающую возможности рентгеновской маммографии (PMГ) в интерпре-

тации изображений, затруднение доступа к медицинским услугам, страх перед диагностикой и лечением – все это существенно затрудняет раннее выявление и начало лечения РМЖ [1, 3].

Большое значение для улучшения результатов лечения пациенток с РМЖ имеет не только возможность распознавания ранних форм рака, но и оценка особенностей его роста и распространенности, что определяет выбор адекватной лечебной тактики, обеспечивающей высокую продолжительность и качество жизни. Для этих целей активно используется широкий спектр дополнительных лучевых методов исследования, среди которых особое место занимают специальные технологии лучевой диагностики с использованием внутривенного контрастирования [4, 5]. Контрастные методы визуализации помогают в уточняющей диагностике, давая более точную оценку локализации, размеров и распространенности новообразования в ткани молочной железы по сравнению с бесконтрастными. Это помогает врачам в принятии наиболее правильного и адекватного решения о выборе тактики ведения и в оценке эффективности назначенной терапии.

Применение дополнительных лучевых технологий, повышающих контрастность изображения и определяющих васкуляризацию опухолей, также способствует снижению количества интервально-го рака в процессе скрининга у пациенток с высокой маммографической плотностью и позволяет провести уточняющую диагностику при получении неоднозначных результатов [5, 6].

Методы визуализации для раннего выявления РМЖ / Imaging techniques for BC early detection

Стандартная РМГ сохраняет лидирующие позиции в выявлении всех известных вариантов непальпируемого РМЖ. Она позволяет определять патологические очаги размерами от 2–3 мм, «пылевидные» микрокальцинаты размерами от 50 мкм, в 25% случаев являющиеся единственным признаком начальных проявлений рака, в том числе карциномы *in situ* [3, 8, 9].

Вместе с тем неспецифичность рентгенологических проявлений ранних вариантов РМЖ затрудняет проведение уточняющей дифференциальной диагностики. В связи с этим в медицинской практике есть необходимость применения более чувствительных методов, таких как магнитно-резонансная томография (МРТ) молочных желез с внутривенным контрастированием. Преимущество метода заключается в возможности оценки распространенности процесса за счет визуализации особенностей васкуляризации патологически измененных тканей [7].

С учетом радиационной безопасности и диагностических возможностей МРТ рекомендована международными сообществами в качестве метода скрининга у молодых женщин с плотной тканью молочных желез или высоким риском развития РМЖ: отягощенная онкологическая наследственность, наличие генетических мутаций в генах *BRCA1/2*, семейный анамнез РМЖ, облучение зоны грудной клетки до 30 лет, наличие атипичной протоковой/лобулярной гиперплазии, протоковой/лобулярной карциномы *in situ* в анамнезе, инвазивной карциномы и метастазов в аксиллярные лимфоузлы и ряд других показаний [9, 10]. Данный метод обладает высокой чувствительностью, однако его применение ограничено из-за высокой стоимости, наличия противопоказаний у некоторых групп женщин и возможности ложноположительных и ложноотрицательных трактовок при интерпретации сложных гетерогенных изображений [7, 8].

РМГ, несмотря на все преимущества, обладает довольно низкой контрастностью. В связи с этим долгое время ведутся разработки методов, позволяющих повысить контрастность изображения. В последнее время РМГ получила новое развитие благодаря использованию двухэнергетического экспонирования с применением контрастных средств (КС). Эта новая технология носит название «контрастная двухэнергетическая рентгеновская маммография» (КДРМГ) и обеспечивает визуализацию тканей молочной железы за счет контрастного усиления (КУ) в двухэнергетическом режиме [7, 11]. При КДРМГ получают два изображения в разных режимах экспонирования: один снимок «мягкий», сопоставимый со стандартной маммографией, а второй – «жесткий», после внутривенного введения йодсодержащего КС при одинаковой компрессии молочной железы и с последующей реконструкцией изображений. Для анализа врачу предоставляются «мягкий» снимок и рекомбинированный, который отражает интенсивность накопления КС в тканях молочной железы [8, 12].

Среди преимуществ данной технологии выделяются ситуации при 4–5-й стадиях по классификации Breast Imaging Reporting and Data System (BI-RADS), при рентгенологической плотности тканей молочной железы C и D по классификации American College of Radiology (ACR), для визуализации архитектурной перестройки структуры, при подозрении на мультицентрический рост, при рентген-негативном раке, для уточнения истинных размеров опухоли, для уточнения формы роста при ограниченно растущем и инфильтративном раке, который на обзорной маммограмме выглядит как участок высокой плотности неправильной формы по типу узловой мастопатии, для снижения количества интервенционных вмешательств за счет улучшения визуализации очаговой патологии при

выраженных формах мастопатии. К недостаткам следует отнести: инвазивный характер технологии, вероятность побочных эффектов КС, некоторое повышение дозы, удлинение времени исследования и работы врача для интерпретации полученного изображения, вероятность возникновения артефактов, увеличение стоимости маммографического обследования [13, 14].

КДРМГ может использоваться в ряде клинических ситуаций в качестве альтернативы МРТ с КУ. Этот метод может быть полезен для женщин, которые отказываются от МРТ или имеют противопоказания, а также для пациенток с высокой маммографической плотностью молочной железы [15]. Данные публикуемых исследований указывают на то, что КДРМГ может обладать сопоставимой чувствительностью с МРТ, что делает ее привлекательной альтернативой [9, 16]. Учитывая новые возможности технологии, в мире отмечается значительный рост публикаций, посвященных КДРМГ. По результатам поиска в базе данных PubMed/MEDLINE по ключевым словам “contrast”, “enhanced” и “mammography”, проведенного в июне 2024 г., публикация исследований по теме контрастной маммографии начинается с 1997 г. За период 1997–2024 гг. количество опубликованных работ выросло в 50 раз, достигнув пика в 2023 г. – 98 статей за год.

Использование КС при проведении МРТ и КДРМГ играет важную роль в визуализации патологии молочных желез, позволяя выявлять локальные изменения в перфузии, характерные для опухолевой ткани. Введенный препарат проникает через новообразованные сосуды и накапливается в патологическом участке, что дает возможность визуализировать злокачественное образование независимо от плотности ткани [4]. В крупномасштабных исследованиях GEMMA1 и GEMMA2 проводилась оценка эффективности диагностики с помощью МРТ молочных желез с КУ в предоперационный период. Показано, что МРТ с КУ имеет значительно более высокие чувствительность (80–89%) и специфичность (83–95%) для выявления первичных очагов по сравнению со стандартной маммографией, в том числе при повышенной рентгенологической плотности ткани молочной железы и независимо от морфологического типа опухоли, степени ее дифференцировки, рецепторного статуса и молекулярного подтипа [17, 18].

При применении КС необходимо учитывать риск развития острых побочных реакций и использовать рекомендации по безопасному контрастированию с целью снижения вероятности их возникновения. Перед проведением процедуры необходимо узнать о наличии у пациентки реакций на КС соответствующего класса в анамнезе, нестабильной бронхиальной астмы и других аллергических состояний, требующих медикаментозного

лечения, а также оценить расчетную скорость клубочковой фильтрации (СКФ) на основании уровня сывороточного креатинина. Согласно последним международным рекомендациям для пациенток с факторами риска развития острых побочных реакций рекомендуется рассмотреть возможность выбора альтернативных методов лучевой диагностики, не требующих использования КС того же класса, применение иного КС при наличии сведений о том, на которое развилась реакция в прошлом [19, 20]. Проведение премедикации не рекомендуется ввиду недостаточности доказательной базы, тем не менее в ряде инструкций к КС данная рекомендация сохраняется.

После внутривенного введения йодсодержащих КС существует риск развития постконтрастного острого почечного повреждения (ПК-ОПП) [19, 21]. Данное осложнение характеризуется внезапным снижением функции почек в течение 48–72 ч и повышением уровня креатинина в 1,5 раза и более. Фактором риска развития ПК-ОПП при внутривенном введении КС является расчетная СКФ менее 30 мл/мин/1,73 м². В таком случае у пациенток группы риска рекомендуется рассмотреть либо исследование альтернативными методами визуализации, либо проведение профилактической внутривенной гидратации перед применением КС [19, 22–24].

Клинические рекомендации по ранней диагностике РМЖ / Clinical guidelines for BC early diagnostics

Международные и российские клинические рекомендации служат ориентиром для врачей и пациенток, определяя оптимальные стратегии скрининга, диагностики и лечения РМЖ. В рамках подготовки к заседанию Совета экспертов был проведен сравнительный анализ основных клинических рекомендаций, который позволил оценить различия и сходства в подходах к скринингу и диагностике РМЖ, а также выявить актуальные требования и перспективы развития в данной области.

American College of Radiology (ACR) опубликовал два руководства по скринингу РМЖ: скрининг на основе пожизненного риска [9] и дополнительный скрининг на основе плотности ткани молочной железы с учетом пожизненного риска [16]. В обоих документах рассматривается применение КДРМГ и МРТ с КУ у женщин среднего, промежуточного и высокого риска. При скрининге РМЖ на основе пожизненного риска КДРМГ может применяться при промежуточном и высоком риске, в том числе в качестве альтернативы МРТ. МРТ с КУ может использоваться при среднем и промежуточном риске и рекомендуется всем женщинам высокого риска начиная с 25 лет. В руководстве о дополнительном скрининге РМЖ на основе плотности

ткани рассматриваются пациентки с неплотной и плотной молочной железой. У женщин с неплотной молочной железой среднего и промежуточного риска КДРМГ обычно не применяется, у пациенток высокого риска – может применяться. МРТ с КУ не используется при среднем риске и рекомендуется для ежегодного скрининга при промежуточном и высоком риске. Женщинам с плотной молочной железой ACR рекомендует применение КДРМГ и МРТ с КУ при любой степени риска. Однако если МРТ-исследование может проводиться ежегодно, то для КДРМГ в настоящее время имеется ограниченное количество литературы, касающейся использования метода в качестве дополнительного скрининга [9, 16].

В 2019 г. были опубликованы результаты первого раунда скрининга в исследовании DENSE, в котором изучалась эффективность применения МРТ молочных желез с КУ. Применение МРТ в качестве метода скрининга продемонстрировало возможность значительного снижения смертности от РМЖ у пациенток с очень плотной молочной железой. После получения отрицательных результатов маммографии с помощью МРТ был дополнительно обнаружен РМЖ в 16,5 случая из 1000, а частота развития интервального рака была ниже на 84% в группе МРТ-скрининга (2,5 случая на 1000 по сравнению с 5,0) [6].

В клиническом руководстве National Comprehensive Cancer Network (NCCN) по скринингу и диагностике РМЖ рекомендуется ежегодное проведение МРТ женщинам повышенного риска в качестве дополнения к стандартной маммографии. В частности, это касается пациенток с плотной тканью молочной железы [10]. Согласно данным клиническим рекомендациям КДРМГ может способствовать более своевременному обнаружению ранних форм РМЖ, однако существующая литература не поддерживает применение этого метода в качестве альтернативы нынешним инструментам скрининга [10].

NCCN также опубликовала рекомендации по скринингу на основе генетической/семейной оценки высокого риска развития РМЖ, яичников и поджелудочной железы. В них рассматривается тактика ведения пациентов в зависимости от результатов генетического теста. При наличии мутаций в определенных генах рекомендованы следующие подходы для скрининга РМЖ [25]:

- *BRCA1/2, ATM, CHEK2* – ежегодная РМГ с 40 лет, МРТ с КУ с 30–35 лет;
- *CDH1, PALB2, STK11* – ежегодная РМГ и МРТ с КУ с 30 лет;
- *BARD1, RAD51C, RAD51D* – ежегодная РМГ и МРТ с КУ с 40 лет;
- *NF1* – ежегодная РМГ с 30 лет, МРТ с КУ с 30–50 лет.

В данном руководстве отдельно приведена скрининговая тактика ведения пациенток при патогенном или вероятно патогенном варианте гена *BRCA* в зависимости от возраста [25]:

- 25–29 лет – ежегодное МРТ с КУ (КДРМГ, только если МРТ недоступна);
- 30–75 лет – ежегодная РМГ и МРТ с КУ;
- старше 75 лет – индивидуальная тактика ведения.

Руководство European Society for Medical Oncology (ESMO) 2024 г. по диагностике, лечению и дальнейшему наблюдению РМЖ рассматривает скрининговую тактику данного заболевания на ранних этапах, а также при наличии мутаций в генах *BRCA1/2*. Стандартом визуализации ESMO принято считать двустороннюю РМГ и ультразвуковое исследование (УЗИ) у женщин среднего риска в возрасте 50–69 лет, в то время как МРТ рекомендуется при неоднозначных результатах основных исследований или при отягощенном онкологическом анамнезе. Пациенткам с диагнозом РМЖ, прошедшим оперативное лечение, ESMO рекомендует ежегодное РМГ-обследование молочной железы, УЗИ и МРТ при необходимости. В качестве альтернативных методов визуализации могут рассматриваться томосинтез и КДРМГ. При наличии мутаций в генах *BRCA1/2* предлагается МРТ-исследование начиная с 30 лет или в возрасте на 5 лет младше самого молодого члена семьи с диагнозом РМЖ [26].

В клинических рекомендациях по диагностике РМЖ на ранних стадиях, опубликованных American Cancer Society (ACS) в 2023 г., стандартная РМГ остается основным методом скрининга для женщин среднего риска, при этом проведение МРТ-исследования не рекомендуется. КДРМГ в данной группе пациенток рассматривается как новый и экспериментальный метод визуализации молочной железы, который в будущем может стать альтернативой для МРТ, особенно если последняя недоступна. Пациенткам высокого риска ACS рекомендует ежегодное РМГ-исследование с дополнительной визуализацией с помощью МРТ. ACS не рекомендует проводить МРТ-скрининг женщинам, риск развития РМЖ у которых менее 15% [27].

В Российской Федерации в 2019 г. опубликованы Методические рекомендации по выполнению популяционного скрининга злокачественных новообразований молочной железы среди женского населения. В них скрининговая тактика основана на четырех группах риска развития РМЖ у женщин [28]:

- 1-я группа – здоровые лица без факторов риска и изменений в молочной железе (рекомендована профилактическая РМГ 1 раз в 2 года с 40 до 75 лет);

– 2-я группа – здоровые лица с факторами риска без изменений в молочной железе (рекомендованы ежегодное УЗИ молочных желез, при необходимости – МРТ с КУ с 25 лет и ежегодная РМГ с 35 лет);

– 3-я и 4-я группы риска с наличием изменений в молочной железе с факторами риска и без них не попадают в программу скрининга, так как им должны выполняться диагностические исследования с целью раннего выявления злокачественных образований.

На этапе диагностики при наличии индивидуальных показаний рекомендовано выполнить МРТ молочных желез для оценки местного распространения РМЖ. Согласно клиническим рекомендациям Ассоциации онкологов России от 2023 г. показаниями к проведению МРТ молочных желез с КУ являются: возраст до 30 лет, наличие герминальных мутаций в генах *BRCA1/2*, высокая рентгенологическая плотность молочных желез, наличие имплантов при невозможности выполнения качественного маммографического исследования, отсутствие первичной опухоли в молочной железе по данным маммографии и УЗИ молочных желез, а также наличие долькового рака *in situ* [29].

Использование МРТ молочной железы с КУ позволяет повысить качество хирургических вмешательств, сократить количество повторных операций. В 2022 г. опубликованы результаты исследования MIRA, цель которого заключалась в оценке пользы предоперационного проведения МРТ молочной железы с КУ для планирования хирургического вмешательства. Показано, что применение МРТ ассоциировано с увеличением количества мастэктомий на 11,3% и уменьшением частоты повторных операций на 3,2% по сравнению со стандартной визуализацией. Выводы о частоте рецидивов РМЖ и отдаленных метастазов по результатам исследования MIRA будут оцениваться в течение следующих 5 лет наблюдения [30].

Помимо этого МРТ дает возможность отбирать пациенток для неoadъювантной химиотерапии и является методом выбора ее коррекции. Изменение неэффективной химиотерапевтической схемы на ранних этапах, когда МРТ указывает на отсутствие ответа, позволяет предотвратить лишнее токсическое действие химиотерапевтических препаратов. В частности, необходимо отметить важную роль МРТ молочной железы в предоперационной оценке размеров остаточной опухоли после проведенной неoadъювантной терапии с целью отбора пациенток на проведение органосохраняющей операции, а также в прогнозировании полного ответа на лечение [5, 26, 31].

Согласно последним данным контрастная маммография наряду с МРТ может применяться для предоперационного стадирования РМЖ и для

оценки ответа на неoadъювантную терапию [4]. В исследовании M. Ali-Mucheru et al. (2016 г.) оценивалось влияние результатов КДРМГ на изменение хирургической тактики. По его итогам, КДРМГ позволила выявить 98% патологических очагов у 128 из 351 женщины со злокачественными образованиями, 12% из них была назначена дополнительная биопсия, которая подтвердила РМЖ в 67% случаев. Также КДРМГ изменила тактику хирургического лечения у 20% пациенток, что привело к проведению мастэктомии у 4% [32].

В проспективном исследовании F.R. Barra et al. (2018 г.) сравнивались результаты КДРМГ и МРТ молочной железы у 33 женщин, прошедших химиотерапию. Было продемонстрировано, что показатели эффективности МРТ и КДРМГ различаются по чувствительности (92% против 76%), специфичности (75% против 87,5%), положительной прогностической ценности (92% против 95%) и отрицательной прогностической ценности (75% против 86,4%), а средняя разница в оценке размера остаточной опухоли составила 0,8 и 1,8 см соответственно [33].

Таким образом, несмотря на ограниченное количество данных и небольшое число пациенток в исследованиях, КДРМГ может быть хорошей альтернативой МРТ молочной железы в предоперационном планировании и оценке эффективности химиотерапии [4].

Предложения Экспертного совета / Advisory Board recommendations

В рамках заседания Совета экспертов рассмотрены руководства и обзоры международных профессиональных сообществ по диагностике и лечению РМЖ, определена роль междисциплинарной команды для своевременного начала лечения. В результате совещания члены консультационного совета пришли к следующим выводам.

1. Выбор метода диагностики РМЖ:

– необходимо проводить обучающие мероприятия и разработать методические рекомендации для рентгенологов по использованию методов медицинской визуализации молочных желез, в том числе с КУ;

– следует разработать алгоритмы для врачей-онкологов и врачей других специальностей, занимающихся патологией молочных желез, по направлению пациенток на диагностические исследования с использованием КС при подозрении на РМЖ с целью повышения точности и раннего обнаружения заболевания;

– МРТ с КУ является дополнительным методом уточняющей диагностики заболеваний молочной железы, а также дополнительным методом предоперационной оценки распространенности опухоли и эффективности ответа на химиотерапию;

– КДРМГ может рассматриваться в качестве метода уточняющей диагностики при получении неоднозначных результатов РМГ и УЗИ-маммографии;

– КДРМГ не может рассматриваться в качестве метода скрининга РМЖ, но является оптимальной альтернативой МРТ с КУ в случаях ее недоступности или отказа пациентки от МРТ-исследования;

– потенциально по ряду показаний КДРМГ может заменить МРТ молочной железы с КУ в будущем, однако это требует дальнейших клинических исследований, так как имеющиеся на сегодня данные не позволяют сделать однозначные выводы о возможности применения КДРМГ в качестве альтернативы МРТ;

– направляющий врач и врач-рентгенолог должны заранее выявлять пациенток с повышенным риском развития побочных реакций на КС, исходя из текущих рекомендаций по их безопасному использованию;

– в случае выявления пациенток с повышенным риском решение о необходимости проведения исследования с КУ должно быть принято коллегиально;

– врач-рентгенолог должен использовать только КС, одобренные для соответствующих методов визуализации.

2. В рамках разработки методических рекомендаций по скринингу РМЖ следует рассмотреть включение рекомендаций:

– по активному информированию пациенток с отягощенным семейным анамнезом и установленной генетической предрасположенностью (гены *BRCA1/2*, *ATM*, *CHEK2* и др.) о возможностях ранней диагностики и важности регулярного прохождения скрининговых исследований;

– по оптимизации маршрутизации пациенток на исследование молочной железы при наличии критериев, соответствующих группе риска;

– по необходимости конкретизировать и подчеркнуть важность проведения МРТ молочных желез с указанием на то, что это исследование с КУ.

3. При обновлении клинических рекомендаций по РМЖ добавить уточняющую информацию:

– МРТ-исследование молочных желез должно проводиться с внутривенным КУ;

– проведение МРТ молочных желез с КУ пациенткам с РМЖ будет способствовать более точной оценке распространенности процесса, которая необходима для правильного стадирования заболевания, получения данных для планируемой противоопухолевой терапии и позволит выбрать оптимальную тактику лечения и объем хирургического вмешательства при соответствующих показаниях;

– при невозможности проведения МРТ с КУ следует рассмотреть в качестве альтернативы применение КДРМГ.

Заключение / Conclusion

В завершение мероприятия И.Е. Тюрин и Н.И. Рожкова суммировали основные тезисы дискуссии, которые были согласованы участниками, и определили следующие шаги по оптимизации лучевой диагностики:

1) уточнить в клинических и методических рекомендациях необходимость выполнения КУ при МРТ-исследованиях молочных желез;

2) чтобы избежать неоднозначных трактовок при описании полученных изображений, привести к единообразию используемую терминологию в клинических рекомендациях и номенклатуре медицинских услуг;

3) дополнить существующие клинические рекомендации информацией о возможном применении КДРМГ в рамках уточняющей диагностики, а также для планирования лечения;

4) разработать методические рекомендации по онкомаммоскринингу на основе рационального использования современных инструментальных методов лучевой диагностики заболеваний молочной железы злокачественного и доброкачественного характера.

Литература [References]

1. Wilkinson L, Gathani T. Understanding breast cancer as a global health concern. *Br J Radiol.* 2022; 95(1130): 20211033. <https://doi.org/10.1259/bjr.20211033>.
2. Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. Состояние онкологической помощи населению России в 2022 году. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России; 2023: 239 с. [Каприн AD, Starinskiy VV, Shakhzadova AO (Eds). Malignant neoplasms in Russia in 2022. Moscow: Herzen Moscow Scientific Research Oncological Institute – branch of National Medical Research Center for Radiology; 2023: 252 pp (in Russ).]
3. Understanding breast changes and conditions: a health guide. Available at: <https://www.cancer.gov/types/breast/breast-changes/understanding-breast-changes.pdf> (accessed March 31, 2024).
4. Jochelson MS, Lobbes MBI. Contrast-enhanced mammography: state of the art. *Radiology.* 2021; 299(1): 36–48. <https://doi.org/10.1148/radiol.2021201948>.
5. Mann RM, Cho N, Moy L. Breast MRI: state of the art. *Radiology.* 2019; 292(3): 520–36. <https://doi.org/10.1148/radiol.2019182947>.
6. Veenhuizen SGA, de Lange SV, Bakker MF, et al. Supplemental breast MRI for women with extremely dense breasts: results of the second screening round of the DENSE trial. *Radiology.* 2021; 299(2): 278–86. <https://doi.org/10.1148/radiol.2021203633>.
7. Каприн А.Д., Рожкова Н.И. (ред.) Национальное руководство. Маммология. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2021: 372 с. [Каприн AD, Rozhkova NI (Eds). National guideline. Mammology. Moscow: GEOTAR-Media; 2021: 372 pp (in Russ).]

8. Каприн А.Д., Рожкова Н.И. (ред.) Медицинская логистика выявления рака молочной железы. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2024: 345 с. [Kaprin AD, Rozhkova NI (Eds). Medical logistics of breast cancer detection. Moscow: GEOTAR-Media; 2024: 345 pp (in Russ).]
9. Mainiero MB, Lourenco A, Mahoney MC, et al. ACR appropriateness criteria breast cancer screening. *J Am Coll Radiol*. 2016; 13(11S): R45–9. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2016.09.021>.
10. NCCN guidelines version 3. Breast cancer screening and diagnosis. 2023. Available at: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/breast-screening.pdf (accessed March 26, 2024).
11. Fallenberg EM, Dromain C, Diekmann F, et al. Contrast-enhanced spectral mammography: Does mammography provide additional clinical benefits, or can some radiation exposure be avoided? *Breast Cancer Res Treat*. 2014; 146(2): 371–81. <https://doi.org/10.1007/s10549-014-3023-6>.
12. Diekmann F, Diekmann S, Taupitz M, et al. Use of iodine-based contrast media in digital full-field mammography – initial experience. *Rofo*. 2003; 175(3): 342–5. <https://doi.org/10.1055/s-2003-37828>.
13. Diekmann F, Diekmann S, Jeunehomme F, et al. Digital mammography using iodine-based contrast media: initial clinical experience with dynamic contrast medium enhancement. *Invest Radiol*. 2005; 40(7): 397–404. <https://doi.org/10.1097/01.rli.0000167421.83203.4e>.
14. Weinstein SP, Slanetz PJ, Lewin AA, et al. ACR Appropriateness Criteria® supplemental breast cancer screening based on breast density. *J Am Coll Radiol*. 2021; 18(11S): S456–73. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2021.09.002>.
15. Каприн А.Д., Рожкова Н.И. (ред.) Технологический процесс рентгеновской маммографии. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2024: 138 с. [Kaprin AD, Rozhkova NI (Eds). The technological process of X-ray mammography. Moscow: GEOTAR-Media; 2024: 138 pp (in Russ).]
16. Diekmann F, Bick U. Tomosynthesis and contrast-enhanced digital mammography: recent advances in digital mammography. *Eur Radiol*. 2007; 17(12): 3086–92. <https://doi.org/10.1007/s00330-007-0715-x>.
17. Sardanelli F, Newstead GM, Putz B, et al. Gadobutrol-enhanced magnetic resonance imaging of the breast in the preoperative setting: results of 2 prospective international multicenter phase III studies. *Invest Radiol*. 2016; 51(7): 454–61. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000254>.
18. Endrikat J, Schmidt G, Haverstock D, et al. Sensitivity of contrast-enhanced breast MRI vs X-ray mammography based on cancer histology, tumor grading, receptor status, and molecular subtype: a supplemental analysis of 2 large phase III studies. *Breast Cancer*. 2022; 16: 11782234221092155. <https://doi.org/10.1177/11782234221092155>.
19. ESUR guidelines on contrast agents 10.0. European Society of Urogenital Radiology. Available at: <https://www.esur.org/esur-guidelines-on-contrast-agents/> (accessed March 31, 2024).
20. ACR Manual on contrast media. 2023. Available at: https://www.acr.org/-/media/ACR/files/clinical-resources/contrast_media.pdf (accessed March 31, 2024).
21. van der Molen AJ, Reimer P, Dekkers IA, et al. Post-contrast acute kidney injury – Part 1: Definition, clinical features, incidence, role of contrast medium and risk factors: Recommendations for updated ESUR Contrast Medium Safety Committee guidelines. *Eur Radiol*. 2018; 28(7): 2845–55. <https://doi.org/10.1007/s00330-017-5246-5>.
22. Nijssen EC, Nelemans PJ, Rennenberg RJ, et al. Prophylactic intravenous hydration to protect renal function from intravascular iodinated contrast material (AMACING): long-term results of a prospective, randomised, controlled trial. *Eur Radiol*. 2018; 28(1): 109–16. <https://doi.org/10.1016/j.eurcli.2018.10.007>.
23. Nijssen EC, Nelemans PJ, Rennenberg RJ, et al. Prophylaxis in high-risk patients with eGFR < 30 mL/min/1.73 m²: get the balance right. *Invest Radiol*. 2019; 54(9): 580–8. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000570>.
24. Nijssen EC, Nelemans PJ, Rennenberg RJ, et al. Evaluation of safety guidelines on the use of iodinated contrast material: conundrum continued. *Invest Radiol*. 2018; 53(10): 616–22. <https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000000479>.
25. NCCN guidelines version 1. BRCA-pathogenic/likely pathogenic variant – positive management. 2023. Available at: https://clinciancette.ru/docs/genetics_bop-2023.pdf (accessed March 31, 2024).
26. Early breast cancer: ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. 2024. Available at: <https://www.annalsofncology.org/action/showPdf?pii=S0923-7534%2823%2905104-9> (accessed March 31, 2024).
27. American Cancer Society recommendations for the early detection of breast cancer. Available at: <https://www.cancer.org/cancer/types/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/american-cancer-society-recommendations-for-the-early-detection-of-breast-cancer.html> (accessed March 31, 2024).
28. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Методические рекомендации по выполнению программы популяционного скрининга злокачественных новообразований молочной железы среди женского населения. URL: <http://onkokms.ru/images/doc/vracham/popsk.pdf> (дата обращения 31.03.2024). [Ministry of Health of the Russian Federation. Methodological recommendations for the implementation of the population screening program for breast malignancies among the female population. Available at: <http://onkokms.ru/images/doc/vracham/popsk.pdf> (in Russ) (accessed March 31, 2024).]
29. Ассоциация онкологов России, Общероссийская общественная организация «Российское общество клинической онкологии», Общероссийская общественная организация «Российское общество онкомаммологов». Клинические рекомендации. Рак молочной железы. 2021. Министерство здравоохранения Российской Федерации. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/379_4 (дата обращения 31.03.2024). [Association of Oncologists of Russia, Russian Society of Clinical Oncology, Russian Society of Oncomammologists. Clinical guidelines. Breast cancer. 2021. Ministry of Health of the Russian Federation. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/schema/379_4 (in Russian) (accessed 31.03.2024).]
30. Sardanelli F, Trimboli RM, Houssami N, et al. Magnetic resonance imaging before breast cancer surgery: results of an observational multicenter international prospective analysis (MIPA). *Eur Radiol*. 2022; 32(3): 1611–23. <https://doi.org/10.1007/s00330-021-08240-x>.
31. NCCN guidelines version 2. Breast cancer. 2024. Available at: https://www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/breast.pdf (accessed March 26, 2024).
32. Ali-Mucheru M, Pockaj B, Patel B, et al. Contrast-enhanced digital mammography in the surgical management of breast cancer. *Ann Surg Oncol*. 2016; 23(Suppl 5): 649–55. <https://doi.org/10.1245/s10434-016-5567-7>.
33. Barra FR, Sobrinho AB, Barra RR, et al. Contrast-enhanced mammography (CEM) for detecting residual disease after neoadjuvant chemotherapy: a comparison with breast magnetic resonance imaging (MRI). *Biomed Res Int*. 2018; 2018: 8531916. <https://doi.org/10.1155/2018/8531916>.