

# Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография в дифференциальной диагностике эпителиальных опухолей яичников

Ю.В. Носова<sup>✉</sup>, А.Е. Солопова, Г.Н. Хабас

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>✉</sup>yu\_nosova@oparina4.ru

## Аннотация

Проведен систематический анализ исследований, опубликованных в последние 10 лет и посвященных использованию функциональных методик магнитно-резонансной томографии (МРТ) в ранней и дифференциальной диагностике эпителиальных опухолей яичников, с использованием актуальных данных: базы данных SCOPUS, подборки ведущих научных монографий SCOPUS, pubmed.org, elibrary.ru (с расширенным доступом к полнотекстовым ресурсам), ресурсов NCCN, ECR, ESUR, ACR. Дифференциальная диагностика опухолей яичников имеет решающее значение для выбора последующего алгоритма обследования и лечения пациента. В последние годы исследователи выдвинули гипотезу о том, что применение функциональных методик наряду с базовым протоколом МРТ органов малого таза позволяет улучшить диагностические показатели в характеристике новообразований яичников с «пограничным риском злокачественности». Нами обобщен и проанализирован опыт ведущих мировых центров, занимающихся вопросами внедрения новых методик МРТ и изучения их диагностических возможностей.

**Ключевые слова:** рак яичников, эпителиальные опухоли яичников, онкология, дифференциальная диагностика, мультипараметрическая магнитно-резонансная томография, диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография, магнитно-резонансная томография с динамическим контрастным усилением, временная кривая интенсивности сигнала.

**Для цитирования:** Носова Ю.В., Солопова А.Е., Хабас Г.Н. Мультипараметрическая магнитно-резонансная томография в дифференциальной диагностике эпителиальных опухолей яичников. Гинекология. 2020; 22 (6): 27–31. DOI: 10.26442/20795696.2020.6.200519

Review

## Multiparametric MRI in differential diagnosis of epithelial ovarian tumors

Julia V. Nosova<sup>✉</sup>, Alina E. Solopova, Grigori N. Khabas

Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow, Russia

<sup>✉</sup>yu\_nosova@oparina4.ru

## Abstract

Systematic analysis of publications concerning differential diagnosis of epithelial ovarian tumors has been done. Review includes articles published in MEDLINE, PubMed, Cochrane Collaboration Registry of Controlled Trials over the last 10 years. The objective of this study was to evaluate the ability of MRI with quantitative perfusion (DCE) and diffusion analysis (DWI) for preoperative differential diagnosis of indeterminate ovarian tumors. DCE-MRI parameters and ADC may represent imaging biomarkers for predicting the nature of ovarian tumors. Authors now recommend that for complex cystic or cystic-solid masses, both DWI and DCE MRI are used, if available.

**Key words:** ovarian tumors, dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging, differential diagnosis, magnetic resonance imaging with diffusion analysis, apparent diffusion coefficient, TIC-curves.

**For citation:** Nosova J.V., Solopova A.E., Khabas G.N. Multiparametric MRI in differential diagnosis of epithelial ovarian tumors. Gynecology. 2020; 22 (6): 27–31. DOI: 10.26442/20795696.2020.6.200519

Опухоли яичников (ОЯ) являются распространенной гинекологической патологией, занимая 2-е место в структуре онкологической заболеваемости, уступая лишь новообразованиям матки. RCOG (Royal College of Obstetricians and Gynecologists) представил данные популяционных исследований, в которых сообщается, что более 10% женщин в течение жизни подвергаются хирургическому лечению в связи с наличием объемных образований яичников [1, 2]. В 85% случаев эти опухоли имеют эпителиальную природу (эпителиальные ОЯ – ЭОЯ), при этом преобладают доброкачественные новообразования (70–80%) и лишь в оставшихся 20–30% случаев эти опухоли злокачественные. На сегодняшний день отсутствуют общепринятые критерии для маршрутизации таких пациенток в специализированные стационары, и часть злокачественных опухолей яичников (ЗОЯ) выявляется в гинекологических стационарах. Как следствие, объем оперативного вмешательства зачастую не отвечает требованиям онкологической радикальности [3]. В отсутствие специфических для этой патологии симптомов, а также недостаточной диагностической эффективности современных методов диагностики (онкомаркеры, трансвагинальное ультразвуковое исследование – ТРУЗИ) ла-

тентное течение заболевания и особенности метастазирования (имплантационное, гематогенное, лимфогенное) приводят к неоптимальным результатам лечения у данной группы пациенток в связи с более поздней выявляемостью. Таким образом, 5-летняя выживаемость при всех стадиях не превышает 35%, эти показатели напрямую коррелируют со стадией на момент постановки диагноза [4, 5]. Так, у пациенток с I стадией заболевания показатель 5-летней выживаемости варьирует в пределах 80–90%, тогда как при III–IV стадиях – 10–20% [6].

Современным стандартом обследования пациентов с новообразованием придатков, принятым всеми ведущими медицинскими сообществами гинекологов-онкологов (SGO, ACOG), является: сбор анамнеза, клинический и гинекологический осмотр, определение уровня СА-125 и УЗИ с цветным доплеровским картированием (трансабдоминальное и трансвагинальное).

Все известные исследования по разработке скрининговых программ в основном включали определение уровня маркера СА-125 иммуноферментного анализа отдельным измерением или в сочетании с ТРУЗИ органов малого таза, но так и не дали оснований считать, что польза от их применения превышает вред [7–9]. В данный момент происходит

сдвиг парадигмы, и визуализация играет основную роль в неинвазивной предоперационной характеристике подтипа ОЯ, а не только в оценке распространенности метастатического процесса. Визуализационный метод первого уровня – ТРУЗИ, дополненный цветовым доплеровским картированием, обладает достаточно высокой чувствительностью (по данным различных авторов, от 88 до 100%), в то время как специфичность колеблется в широких пределах (от 39 до 89%), что отчасти связано с операторозависимостью метода [10, 11]. В связи с этим существует группа пациентов (около 20%, по данным литературы), по результатам УЗИ которых невозможно однозначно определить злокачественный потенциал новообразования – опухоли с «пограничным риском злокачественности». Европейское общество по урогенитальной радиологии (ESUR) для этой когорты больных рекомендует выполнение магнитно-резонансной томографии (МРТ) в качестве исследования второго уровня (уточняющей диагностики), поскольку чувствительность и специфичность этого метода, по мнению многих авторов, в среднем более 95% [12].

Радиологи играют важную роль в предоперационной стратификации риска, как путем точной неинвазивной характеристики опухолей, так и путем предоставления рекомендаций по последующему динамическому наблюдению с помощью визуализационных методик в случае отсутствия показаний для хирургического вмешательства. Опубликованная в 2020 г. система стратификации и управления рисками O-RADS US разработана для улучшения методов оценки и интерпретации диагностических данных с единой системой отчетности. Метод оценки риска, используемый в O-RADS US, основан на данных оценки различных новообразований придатков (ADNEX), проведенной группой Международного анализа опухолей яичников (IOTA): математическая модель, которая рассчитывает вероятность злокачественного потенциала новообразования с высокой положительной прогностической ценностью [13, 14]. O-RADS US также опирается на стандартизированный словарь, разработанный в 2018 г., включающий паттерны, которые оказались наиболее полезными для оценки вероятности малигнизации [15]. Используемая терминология описывает размер поражения, внешний контур капсулы, кистозный компонент, характер содержимого, солидный компонент, васкуляризацию и экстраовариальные признаки, такие как асцит или наличие перитонеальных имплантов. На основании этого O-RADS US классифицирует новообразования придатков в одну из 6 категорий (O-RADS US 0–5) в зависимости от риска злокачественности. Однако эта модель имела ряд трудностей при оценке абсцессов, редких доброкачественных ОЯ (ДОЯ) и фибром. Также оказались тяжело различимы пограничные ОЯ (ПОЯ) и ранние стадии рака яичников. Эти данные указывают на необходимость разработки более универсальных и высокочувствительных алгоритмов для последующего выбора максимально персонализированного подхода к лечению данной группы пациентов.

Параллельно разрабатывалась модель оценки образований яичников, система подсчета баллов ADNEX MR (Adnexal lesions magnetic resonance imaging) scoring system (AMRSS), которая включает в себя помимо оценки сигнала на T2 MR-перфузию (оценка характеристик кривых накопления контрастного препарата – КП) и интенсивность сигнала (SI) на диффузионно-взвешенном изображении (ДВИ) с высоким b-фактором. В проспективном исследовании 200 пациенток с 237 образованиями яичников обследованы с использованием метода МРТ в период с февраля 2014 г. по февраль 2016 г. и наблюдались до февраля 2017 г. Из 237 поражений 79 (33,3%) были злокачественными. Система подсчета баллов AMRSS с использованием упрощенного протокола МРТ показала чувствительность 94,9% и специфичность 97,5% в прогнозировании злокачественности. Данный алгоритм оценки с помощью МРТ и использования протокола AMRSS продемонстрировал высокую точность в дифференциальной диагностике ОЯ и при этом довольно высокую воспроизводимость [16].

В связи с этим еще в 2015 г. Американское общество радиологов (ACR) создало междисциплинарный международный комитет специалистов по визуализации, которому поручено создать единую систему отчетов и данных при исследовании яичников как для УЗИ, так и для МРТ. Итогом этой работы стала O-RADS (Ovarian-Adnexal Reporting and Data System) – система ультразвуковой и МР-классификации ОЯ, прошедшая международную валидацию и признанная эффективным алгоритмом стратификации риска. Это инструмент, целью которого также стало улучшение междисциплинарного взаимодействия специалистов (функциональных диагностов, хирургов-гинекологов и онкологов) и повышение точности диагностики.

Базовые МР-последовательности помогают отразить анатомическую картину опухоли, однако в визуализации мелких диссеминатов в брюшной полости или малом тазу диагностическая эффективность данного метода зачастую недостаточна. Функциональные методики МРТ (диффузионно-взвешенная, diffusion-weighted – ДВ, динамического контрастного усиления – ДКУ) позволяют детально оценить особенности васкуляризации, скорость диффузии молекул воды в ткани опухоли, что помогает получить дополнительную информацию и значительно улучшает дифференциальную диагностику новообразований яичников, и распознать ранние очаги заболевания небольших размеров [17].

### ДВ-МРТ

ДВ-МРТ основана на анализе молекулярной диффузии, которая представляет собой хаотичное движение молекул воды в тканях; при этом скорость может оцениваться количественно с использованием измеряемого коэффициента диффузии. Сокращение объема внеклеточного пространства приводит к снижению скорости, а следовательно, и коэффициента диффузии. На этом физическом явлении основано применение метода в клинической практике [18, 19]. В большинстве онкологических протоколов используются несколько b-факторов: базовый низкий, равный 0 с/мм<sup>2</sup>, и высокий – 500/800/1000 с/мм<sup>2</sup>. В процессе постобработки строятся карты измеряемого коэффициента диффузии (ИКД-карты), представляющие собой цветовые изображения значений ИКД (ADC – apparent diffusion coefficient). Значение ИКД обратно пропорционально плотности упаковки клеток опухоли: чем плотнее структура опухолевой ткани, тем меньше подвижность молекул воды, тем ниже ИКД. Учитывая эти свойства, ИКД может быть использован в качестве неинвазивного визуализационного биомаркера: в большинстве случаев агрессивная ЗОЯ имеет низкий МР-сигнал на ИКД-картах [18–20]. Значимым преимуществом ДВ-МРТ является отсутствие необходимости использования КП, что является существенным преимуществом для пациентов с почечной недостаточностью, беременностью и др.

Несмотря на доброкачественный характер ряда новообразований, тератомы, эндометриомы и фибротеккомы также могут иметь повышенную интенсивность сигнала на ДВИ, с целью получения достоверной картины необходимо включить в протокол исследования T1-ВИ, T1-ВИ с жиродавлением и T2-ВИ [21].

В работе S. Zhao и соавт. (2014 г.) ДВИ использовали для дифференциальной диагностики ЗОЯ и ПОЯ с последующей оценкой эффективности [22]. Исследователи показали, что среднее значение ИКД твердого компонента в ПОЯ достоверно выше, чем в ЗОЯ ( $1,562 \pm 0,346 \times 10^{-3}$  и  $0,841 \pm 0,209 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с соответственно).

Работы последнего десятилетия продемонстрировали высокую диагностическую эффективность значений ИКД при поражениях простаты, почек и груди. Проведен метаанализ для оценки диагностической ценности количественных показателей ИКД в ОЯ. Включенные исследования оценивали солидные компоненты ОЯ, так как оценка кистозного компонента имеет низкую диагностическую значимость, что подчеркивалось в ряде исследований [23, 24]. Результаты метаанализа выявили чувствительность и специфичность 0,91 и 0,91% соответственно при площади под кривой (AUC)

0,96, что свидетельствует о высокой диагностической эффективности нахождения количественных значений ИКД при определении потенциала злокачественности ОЯ.

Однако существует группа ранних исследований, в которых достоверной разницы в измеряемом коэффициенте диффузии при ДОЯ и ЗОЯ не обнаружено [25, 26]. Это очевидное несоответствие, вероятно, связано с высокой гетерогенностью гистологических подтипов ДОЯ, таких как опухоли стромы полового тяжа, опухоли Бреннера и цистаденофибромы. Из-за большого количества фибробластов, продуцирующих коллаген, и плотной сети коллагеновых волокон внутри внеклеточного матрикса эти ДОЯ характеризуются низкими значениями ИКД, которые существенно не отличаются от значений ИКД злокачественных опухолей [25]. Р. Zhang и соавт. в своем исследовании выполнили более тщательную селекцию и исключили из анализа цистаденофибромы, фибротекомы и опухоли Бреннера, что привело к повышению чувствительности с 66,7 до 97,7% [27]. Это в очередной раз демонстрирует широкие возможности ДВ-МРТ в дифференциальной диагностике ОЯ. Однако, несмотря на очевидные перспективы и новые возможности метода, остаются нерешенные проблемы, в первую очередь методологического характера, требуется проведение дальнейших исследований, способствующих разработке стандартизированного протокола и унификации алгоритмов оценки полученных данных.

### МР-ДКУ

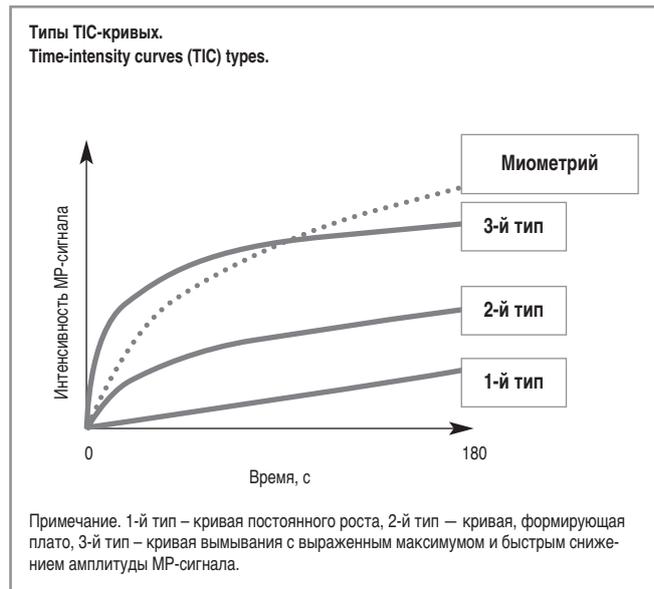
МР-ДКУ (DCE-MRI) используется с целью повышения диагностической точности традиционной МРТ и уже доказала свою состоятельность в дифференциальной диагностике и предоперационной оценке при опухолях груди, простаты и почек [28–30]. МР-ДКУ может отличить ЗОЯ от ДОЯ на основании различий в поведении КП; в злокачественных опухолях микроциркуляция отличается в связи с особенностями неоангиогенеза [31, 32]. В исследованиях, проведенных в последнее десятилетие, описывается 3 метода анализа полученных при помощи МР-ДКУ данных: качественный, полуколичественный и количественный. Качественная оценка изменений интенсивности сигнала в различные фазы введения КП позволяет косвенно получить информацию о васкуляризации опухоли посредством анализа кривой (временная кривая интенсивности сигнала – time-intensity curve – TIC).

Современная классификация TIC-кривых в своей основе содержит анализ характера хода кривых в среднюю и позднюю фазы после введения КП, выделяют 3 типа, которые напрямую коррелируют со степенью злокачественности опухоли (см. рисунок).

Кривая 3-го типа рассматривается как независимый критерий злокачественности процесса.

Большинство исследований ОЯ с помощью МР-ДКУ направлено на дифференциацию ДОЯ, ПОЯ и ЗОЯ [33–36], и в них зачастую используются полуколичественный анализ и параметры, основанные на кривой зависимости интенсивности сигнала от времени [33–35]. В обновленных рекомендациях ESUR анализ кривых зависимости интенсивности сигнала от времени DCE является обязательным в диагностике опухолей с неизвестным злокачественным потенциалом по данным предшествующего УЗИ [37].

Полуколичественные измерения с использованием динамических кривых интенсивности сигнала в определенных областях интереса (ROI) более широко используются для оценки перфузии: скорость и количество притока и вымывания КП (wash in rate / wash out rate), амплитуда усиления (АУ), максимальная интенсивность сигнала (ИС), достигнутая за время динамического исследования (МР), степень накопления контраста образованием (PEI – Positive Enhancement Integral), представляющая собой интеграл накопления (площадь под кривой прохождения КП), период полуподъема ИС. Предыдущие исследования показали преимущества и доступность полуколичественной МР-ДКУ для характеристики ОЯ [33, 38–42]. Авторы крупнейшего исследования, включающего все гистопатологические типы



новообразований яичников, продемонстрировали, что полуколичественная МР-ДКУ позволяет отличить ЗОЯ от ПОЯ и ДОЯ [42]. Результаты недавнего метаанализа (M. Wei и соавт., 2020) также демонстрируют высокие показатели эффективности полуколичественной МР-ДКУ для ЗОЯ: чувствительность, специфичность и AUC 85%, 85% и 0,92 соответственно. Также ряд предшествующих работ убедительно показывает большую диагностическую значимость полуколичественного анализа МР-ДКУ в обнаружении ЗОЯ, чем ДВ-МРТ и стандартные МР-последовательности [43, 44]. Аналогичные результаты получены в исследованиях, включающих только ЭОЯ [33, 38].

Тем не менее стандартизация методов сканирования и обработки данных по-прежнему необходима для проверки полуколичественной ДВ-МРТ при характеристике сложных ОЯ с неясным злокачественным потенциалом.

Количественный метод, впервые предложенный P. Tofts и H. Larsson, представляет собой анализ фармакокинетики КП, вводимого в организм, особенности его распределения и клиренса. При введении КП закономерно происходит обмен жидкостями между внутрисосудистым и межклеточным пространствами –  $K_{trans}$ . На распределение КП в тканях существенно влияет скорость кровотока, проницаемость капилляров, объем межклеточного пространства, в связи с чем важными количественными параметрами для анализа являются [45]:  $K_{trans}$  – коэффициент, характеризующий перераспределение КП между кровеносным сосудом и внеклеточным внесосудистым пространством;  $V_e$  – коэффициент, отражающий объем КП в межклеточном пространстве;  $K_{ep}$  – коэффициент, характеризующий обратное перераспределение КП между кровеносным сосудом и внеклеточным внесосудистым пространством.

Одним из первых исследований была работа J. Carter и соавт., в которой достоверно показано, что количественная ДВ-МРТ с использованием количественных параметров позволяет дифференцировать ДОЯ от ЗОЯ ( $K_{trans}$ ,  $K_{ep}$ ,  $V_e$ ) [46]. Однако в их исследование не вошли ПОЯ.

H. Li и соавт. в своей работе (2017 г.) показали, что количественная ДВ-МРТ является точным инструментом определения злокачественного потенциала опухолей, а также дифференциации ЭОЯ 1-го и 2-го типа и демонстрирует отличную воспроизводимость между операторами [43].

H. Li и соавт. (2018 г.) выявили, что достоверно наибольшие значения  $K_{trans}$  и  $K_{ep}$  наблюдались в ЗОЯ, за которыми следовали ПОЯ и ДОЯ ( $p < 0,001$ ).  $K_{ep}$  продемонстрировал наилучшую эффективность в дифференциации ДОЯ от ПОЯ и ЗОЯ с чувствительностью 89,3 и 95,5%, специфичностью 86,7 и 100%, точностью 88,4 и 96,3%, а также AUC 0,94 и 0,992 соответственно, тогда как  $K_{trans}$  был лучшим маркером в различении ПОЯ от ЗОЯ с чувствительностью

60,7%, специфичностью 78,8%, диагностической точностью 73,4% и AUC 0,743. Средние значения  $K_{trans}$  и  $K_{ep}$  значительно выше у пациентов с ЭОЯ 2-го типа. Таким образом, значения  $K_{trans}$  и  $K_{ep}$  выше в ЗОЯ, чем ПОЯ, и выше в ПОЯ, чем ДОЯ. Однако значения  $V_e$  существенно не различались между тремя группами. И хотя  $K_{trans}$  или  $K_{ep}$  по отдельности существенно не различались по диагностической эффективности, комбинация двух параметров позволила повысить чувствительность до 78,9% [47].

G. Masoumeh и соавт. (2019 г.) сравнивали количественные и полуквантитативные показатели; среди всех параметров относительная интенсивность сигнала (%) и  $K_{trans}$  были наиболее точными диагностическими маркерами ( $p < 0,001$ , AUC – 0,872, cut off – 121,4, диагностическая точность – 79,6%, чувствительность – 95,5%, специфичность – 66,7%, NPV – 94,8%, PPV – 70,0%;  $p < 0,001$ , AUC – 0,836, cut off – 0,034, диагностическая точность – 79,6%, чувствительность – 86,4%, специфичность – 74,1%, NPV – 87,0%, PPV – 73,1%). Недостатками данного исследования стали малая выборка ( $n=43$ ), а также то, что ПОЯ не выделялись авторами в отдельную группу в связи с ограниченным числом случаев (3/43), что не позволило отдельно оценить исследуемые параметры у этой группы пациентов.

## Заключение

Раннее выявление рака яичников остается важной, но на сегодняшний день недостижимой целью. Усилия по разработке эффективного и экономически оправданного скрининга рака яичников не дали убедительных результатов. УЗИ, дополненное доплеровским картированием, является «золотым стандартом» первичной визуализационной диагностики новообразований яичников, однако существует необходимость поиска более эффективного метода с наименьшей операторозависимостью. В связи с этим стандартизация неинвазивной предоперационной диагностики вызывает большой интерес среди ученых-исследователей. Системы, подобные O-RADS, позволяют улучшить диагностические показатели, подобрать алгоритм дальнейшего наблюдения и лечения, а также избежать недопониманий между рентгенологами и гинекологами/онкологами и, как следствие, неадекватных хирургических вмешательств. Включение мультипараметрической МРТ в алгоритм обследования пациенток с новообразованиями яичников «неопределенного потенциала злокачественности» на этапе уточняющей диагностики улучшает информативность и воспроизводимость метода, что впоследствии позволяет решить вопросы, связанные с маршрутизацией в специализированный стационар, и оптимизировать тактику ведения пациенток. Перфузионные параметры ДКУ-МРТ, наряду с показателем ИКД, могут использоваться в качестве предоперационных визуализационных биомаркеров. Согласно полученным данным суммарное использование нескольких параметров перфузии превосходит их изолированное использование по показателям диагностической эффективности, позволяя с высокой прогностической вероятностью определять степень злокачественности новообразований яичников. Дифференциальная диагностика с применением комплекса визуализационных возможностей (ДКУ-МРТ и ДВ-МРТ) является, безусловно, актуальным и многообещающим диагностическим подходом и требует дальнейшего изучения.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

*Работа выполнена в рамках реализации Гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук «Разработка алгоритмов диагностики и мониторинга лечения опухолей яичников на основе комплексного применения лучевых и лабораторных методов исследования» (МД-130.2019.7).*

*The work has been carried out as a part of the grants of RF President for governmental support of young Russia scientists PhD and DSc "Development of algorithms for diagnostics and monitoring of treatment for ovarian tumors based on the comprehensive use of radiation and laboratory research methods" (MD-130.2019.7).*

## Литература/References

1. Management of Suspected Ovarian Masses in Premenopausal Women (Green-top Guideline N 62): RCOG/BSGE Joint Guideline/British Society of Gynecological Endoscopy (BSGE). London: RCOG, 2011. <https://www.rcog.org.uk/en/guidelines-research-services/guidelines/gtg62>
2. Макаров О.В., Борисенко С.А. Профилактика, диагностика, лечение рака яичников. Российский медицинский журнал. 1996; 3: 36–40. [Makarov O.V., Borisenko S.A. Prophylaxis, diagnosis, treatment of ovarian cancer. Med J Russ Feder. 1996; 3: 36–40 (in Russian).]
3. Гаспаров А.С., Жордания К.И., Паяниди Ю.Г., Дубинская Е.Д. Онкогинекологические аспекты кистозных образований яичников. Вестн. РАМН. 2013; 8 (68): 9–13. [Gasparov A.S., Zhordania K.I., Payanidi Y.G., Dubinskaya E.D. Oncogynecological aspects of adnexal masses. Ann Russ Acad Med Sci. 2013; 68 (8): 9–13 (in Russian).]
4. Jayson GC, Kohn EC, Kitchener HC, Ledermann JA. Ovarian cancer. Lancet 2014; 384: 1376–88.
5. Chien J, Poole E. Ovarian cancer prevention, screening and early detection: report from the 11th Biennial Ovarian Cancer Research Symposium. Int J Gynecol Cancer 2018; 27: S20–2.
6. Institute of Medicine, Committee on the State of the Science in Ovarian Cancer Research, Board on Health Care Services et al. Ovarian Cancers: Evolving Paradigms in Research and Care. Washington (DC): National Academies Press (US), 2016.
7. Buys SS, Partridge E, Black A et al. Effect of screening on ovarian cancer mortality: the Prostate, Lung, Colorectal and Ovarian (PLCO) Cancer Screening Randomized Controlled Trial. JAMA 2011; 305 (22): 2295–303. DOI: 10.1001/jama.2011.766
8. Gilbert L, Basso O, Sampalis J et al. Assessment of symptomatic women for early diagnosis of ovarian cancer: results from the prospective DOVe pilot project. Lancet Oncol 2012; 13 (3): 285–91. DOI: 10.1016/S1470-2045(11)70333-3
9. Menon U, Gentry-Maharaj A, Hallett R et al. Sensitivity and specificity of multimodal and ultrasound screening for ovarian cancer, and stage distribution of detected cancers: results of the prevalence screen of the UK Collaborative Trial of Ovarian Cancer Screening (UKCTOCS). Lancet Oncol 2009; 10 (4): 327–40. DOI: 10.1016/S1470-2045(09)70026-9
10. Mohaghegh P, Rockall AG. Imaging strategy for early ovarian cancer: characterization of adnexal masses with conventional and advanced imaging techniques. Radiographics 2012; 32 (6): 1751–73. DOI: 10.1148/rg.326125520
11. Thomassin-Naggara I, Cuenod CA, Darai E et al. Dynamic contrast-enhanced MR imaging of ovarian neoplasms: current status and future perspectives. Magn Reson Imaging Clin N Am 2008; 16 (4): 661–72. DOI: 10.1016/j.mric.2008.07.012
12. Anthoulakis C, Nikoloudis N, Pelvic MRI. As the “gold standard” in the systematic evaluation of ultrasound-indeterminate adnexal lesions: a systematic review. Gynecol Oncol 2014; 132: 661–8.
13. Timmerman D, Ameye L, Fischerova D et al. Simple ultrasound rules to distinguish between benign and malignant adnexal masses before surgery: prospective validation by IOTA group. BMJ 2010; 341: c6839.
14. Van Calster, Van Hoorde K, Valentin L et al. Evaluating the risk of ovarian cancer before surgery using the ADNEX model to differentiate between benign, borderline, early and advanced stage invasive, and secondary metastatic tumours: prospective multicentre diagnostic study. BMJ 2014; 349: g5920. DOI: 10.1136/bmj.g5920
15. Andreotti RF, Timmerman D, Benacerraf BR et al. Ovarian-Adnexal Reporting Lexicon for Ultrasound: A White Paper of the ACR Ovarian-Adnexal Reporting and Data System Committee. J Am Coll Radiol 2018; 15 (10): 1415–29. DOI: 10.1016/j.jacr.2018.07.004
16. Pereira PN, Sarian LO, Yoshida A et al. Accuracy of the ADNEX MR scoring system based on a simplified MRI protocol for the assessment of adnexal masses. Diagn Interv Radiol 2018; 24: 63–71.
17. Солопова А.Е., Макацария А.Д., Сдвижков А.М., Терновой С.К. Магнитно-резонансная томография в дифференциальной диагно-

- стике образований яичника. Возможности количественной мультипараметрической оценки. *Акушерство и гинекология*. 2017; 2: 80–85. DOI: 10.18565/aig.2017.2.80-5 [Solopova AE, Makatsaria AD, Sdvizhkov AM, Ternovoy SK. Magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of ovarian masses: Capabilities of quantitative multiparametric evaluation. *Obstetrics and Gynecology*. 2017; 2: 80–5. DOI: 10.18565/aig.2017.2.80-5 (in Russian).]
18. Kwee TC, Takahara T, Ochiai R et al. Diffusion-weighted whole-body imaging with background body signal suppression (DWIBS): features and potential applications in oncology. *Eur Radiol* 2008; 18: 1937–52.
  19. Koh DM, Collins DJ. Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. *AJR* 2007; 188 (6): 1622–35.
  20. Figueiras RG, Goh V, Padhani AR et al. The role of functional imaging in colorectal cancer. *AJR* 2010; 195 (1): 54–66.
  21. Mohaghegh P, Rockall A. Imaging strategy for early ovarian cancer: characterization of adnexal masses with conventional and advanced imaging techniques. *Radiographics* 2012; 32 (6): 1751–73. DOI: 10.1148/rg.326125520
  22. Zhao SH, Qiang JW, Zhang GF et al. Diffusion-weighted MR imaging for differentiating borderline from malignant epithelial tumors of the ovary: pathological correlation. *Eur Radiol* 2014; 24 (9): 2292–9. DOI: 10.1007/s00330-014-3236-4
  23. Li W, Chu C, Cui Y et al. Diffusion-weighted MRI: a useful technique to discriminate benign versus malignant ovarian surface epithelial tumors with solid and cystic components. *Abdom Imaging* 2012; 37: 897–903.
  24. Katayama M, Masui T, Kobayashi S et al. Diffusion-weighted echo planar imaging of ovarian tumors: is it useful to measure apparent diffusion coefficients? *J Comput Assist Tomogr* 2002; 26: 250–6.
  25. Thomassin-Naggara I, Daraï E, Cuenod CA et al. Contribution of diffusion-weighted MR imaging for predicting benignity of complex adnexal masses. *Eur Radiol* 2009; 19: 1544–52.
  26. Kim HJ, Lee SY, Shin YR et al. The value of diffusion-weighted imaging in the differential diagnosis of ovarian lesions: a meta-analysis. *PLoS One* 2016; 11: e0149465.
  27. Zhang P, Cui Y, Li W et al. Diagnostic accuracy of diffusion-weighted imaging with conventional MR imaging for differentiating complex solid and cystic ovarian tumors at 1.5 T. *World J Surg Oncol* 2012; 10: 237.
  28. Ren J, Huan Y, Wang H et al. Dynamic contrast-enhanced MRI of benign prostatic hyperplasia and prostatic carcinoma: correlation with angiogenesis. *Clin Radiol* 2008; 63: 153–9. DOI: 10.1016/j.crad.2007.07.023
  29. Ho VB, Allen SF, Hood MN, Choyke PL. Renal masses: quantitative assessment of enhancement with dynamic MR imaging. *Radiology* 2002; 224: 695–700. DOI: 10.1148/radiol.2243011048
  30. Koo HR, Cho N, Song IC et al. Correlation of perfusion parameters on dynamic contrast-enhanced MRI with prognostic factors and subtypes of breast cancers. *J Magn Reson Imaging* 2012; 36: 145–51. DOI: 10.1002/jmri.23635
  31. Tofts PS, Berkowitz B, Schnall MD. Quantitative analysis of dynamic Gd-DTPA enhancement in breast tumors using a permeability model. *Magn Reson Med*. 1995; 33: 564–568. DOI: 10.1002/mrm.1910330416
  32. Paweletz N, Knierim M. Tumor-related angiogenesis. *Crit Rev Oncol Hematol* 1989; 9: 197–242. DOI: 10.1016/S1040-8428(89)80002-2
  33. Thomassin-Naggara I, Bazot M, Daraï E et al. Epithelial ovarian tumors: value of dynamic contrast-enhanced MR imaging and correlation with tumor angiogenesis. *Radiology* 2008; 248: 148–59. DOI: 10.1148/radiol.2481071120
  34. Bernardin L, Dilks P, Liyanage S et al. Effectiveness of semi-quantitative multi-phase dynamic contrast-enhanced MRI as a predictor of malignancy in complex adnexal masses: radiological and pathological correlation. *Eur Radiol* 2012; 22: 880–90. DOI: 10.1007/s00330-011-2331-z
  35. Li HM, Qiang JW, Ma FH, Zhao SH. The value of dynamic contrast-enhanced MRI in characterizing complex ovarian tumors. *J Ovarian Res* 2017; 10: 4. DOI: 10.1186/s13048-017-0302-y
  36. Thomassin-Naggara I, Balvay D, Aubert E et al. Quantitative dynamic contrast-enhanced MR imaging analysis of complex adnexal masses: a preliminary study. *Eur Radiol* 2012; 22: 738–45. DOI: 10.1007/s00330-011-2329-6
  37. Forstner R, Thomassin-Naggara I, Cunha TM et al. ESUR recommendations for MR imaging of the sonographically indeterminate adnexal mass: an update. *Eur Radiol* 2017; 27: 2248–57. DOI: 10.1007/s00330-016-4600-3
  38. Thomassin-Naggara I, Daraï E, Cuenod CA et al. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging: a useful tool for characterizing ovarian epithelial tumors. *J Magn Reson Imaging* 2008; 28 (1): 111–20. DOI: 10.1002/jmri.21377
  39. Li X, Hu LJ, Zhu LM et al. The clinical value of dynamic contrast-enhanced MRI in differential diagnosis of malignant and benign ovarian lesions. *Tumor Biol* 2015; 36 (7): 5515–22. DOI: 10.1007/s13277-015-3219-3
  40. Dilks P, Narayanan P, Reznik R et al. Can quantitative dynamic contrast-enhanced MRI independently characterize an ovarian mass? *Eur Radiol* 2010; 20 (9): 2176–83. DOI: 10.1007/s00330-010-1795-6
  41. Bernardin L, Dilks P, Liyanage S et al. Effectiveness of semi-quantitative multiphase dynamic contrast-enhanced MRI as a predictor of malignancy in complex adnexal masses: radiological and pathological correlation. *Eur Radiol* 2012; 22 (4): 880–90. DOI: 10.1007/s00330-011-2331-z
  42. Mansour SM, Saraya S, El-Faissal Y. Semi-quantitative contrast-enhanced MR analysis of indeterminate ovarian tumors: when to say malignancy? *Br J Radiol* 2015; 88 (1053): 20150099. DOI: 10.1259/bjr.20150099
  43. Li HM, Qiang JW, Ma FH et al. The value of dynamic contrast-enhanced MRI in characterizing complex ovarian tumors. *J Ovarian Res* 2017; 10: 4.
  44. Emad-Eldin S, Grace MN, Wahba MH et al. The diagnostic potential of diffusion weighted and dynamic contrast enhanced MR imaging in the characterization of complex ovarian lesions. *Egypt J Radiol Nucl Med* 2018; 49: 884–91.
  45. Farhood Saremi. *Perfusion imaging in clinical practice*. 2015.
  46. Carter JS, Koopmeiners JS, Kuehn-Hajder JE et al. Quantitative multiparametric MRI of ovarian cancer. *J Magn Reson Imaging* 2013; 38 (6): 1501–9.
  47. Li H, Feng F, Qiang J et al. Quantitative dynamic contrast-enhanced MR imaging for differentiating benign, borderline, and malignant ovarian tumors. *Abdom Radiol* 2018; 43: 3132–41. DOI: 10.1007/s00261-018-1569-1

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Носова Юлия Витальевна** – акушер-гинеколог, онколог отделения инновационной онкологии и гинекологии, аспирант 3-го года обучения ФГБУ «НМИЦ АПГ им. акад. В.И. Кулакова». E-mail: yu\_nosova@oparina4.ru

**Солопова Алина Евгеньевна** – д-р мед. наук, доц., вед. науч. сотр. отделения лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ АПГ им. акад. В.И. Кулакова». E-mail: a\_solopova@oparina4.ru

**Хабас Григорий Николаевич** – канд. мед. наук, зав. отделением инновационной онкологии и гинекологии ФГБУ «НМИЦ АПГ им. акад. В.И. Кулакова». E-mail: g\_khabas@oparina4.ru

**Julia V. Nosova** – Graduate Student, Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology. E-mail: yu\_nosova@oparina4.ru

**Alina E. Solopova** – D. Sci. (Med.), Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology. E-mail: a\_solopova@oparina4.ru

**Grigori N. Khabas** – Cand. Sci. (Med.), Kulakov National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology. E-mail: g\_khabas@oparina4.ru

Статья поступила в редакцию / The article received: 23.11.2020

Статья принята к печати / The article approved for publication: 22.12.2020