



В помощь практикующему врачу: визуализация образований яичников в соответствии с категориальной шкалой оценки рисков злокачественности образований яичников O-RADS MRI

Аксенова С.П.¹, Нуднов Н.В.^{1,2,3}, Сланская А.В.¹, Солодкий В.А.¹

¹ ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России,
ул. Профсоюзная, 86, Москва, 117997, Российская Федерация

² ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России,
ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1, Москва, 125993, Российская Федерация

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

Аксенова Светлана Павловна, к. м. н., науч. сотр. лаборатории рентгенодиагностики научно-исследовательского отдела комплексной диагностики заболеваний и радиотерапии ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России;
<https://orcid.org/0000-0003-2552-5754>

Нуднов Николай Васильевич, д. м. н., профессор, зам. директора по научной работе, заведующий научно-исследовательским отделом комплексного лечения заболеваний и радиотерапии ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России, профессор кафедры рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, профессор кафедры онкологии и рентгенодиагностики ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов»;
<https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Сланская Анна Валерьевна, клинический ординатор по специальности «рентгенология» ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России;
<https://orcid.org/0009-0006-5880-1654>

Солодкий Владимир Алексеевич, д. м. н., профессор, академик РАН, директор ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России;
<https://orcid.org/0000-0002-1641-6452>

Резюме

Цель: изучение информативности системы оценки данных магнитно-резонансной визуализации яичников и придатков (Ovarian-Adnexal Imaging-Reporting-Data System Magnetic Resonance Imaging, O-RADS MRI) в оценке злокачественных образований придатков матки на практике врача-рентгенолога. **Материал и методы.** В исследование включена 271 женщина, прошедшая магнитно-резонансную томографию (МРТ) органов малого таза в период с августа по ноябрь 2021 г. Два рентгенолога с опытом работы 6 лет (исследователь 1) и 2 года (исследователь 2) ретроспективно провели анализ МРТ-изображений, при котором все образования придатков матки оценивались по категориальной шкале O-RADS MRI от 0 до 5 баллов. Осуществлен анализ истинно-положительных, истинно-отрицательных, ложноположительных и ложноотрицательных показателей в соответствии с данными МРТ по сравнению с референсными данными (результатами гистологического исследования или клинко-инструментального наблюдения через 1 год).

Результаты. Установлена высокая диагностическая информативность категориальной шкалы риска злокачественности образований яичников O-RADS MRI (чувствительность 87,5% и 87,5%, специфичность 97,84% и 96,75%, площадь под кривой (area under curve, AUC) 0,991 и 0,986 для исследователей 1 и 2 соответственно), а также хорошая согласованность между исследователями (коэффициент каппа Коэна 0,83). Проанализированы ошибки исследователей, а также спорные вопросы категориальной принадлежности образований, вызвавшие ложноположительные и ложноотрицательные результаты. Составлены наглядные пособия по МРТ-визуализации образований яичников в соответствии с классификацией O-RADS MRI для быстрой ориентации в системе и упрощения формирования заключения врачом-рентгенологом. **Заключение.** В результате проведенного исследования категориальная шкала риска образований яичников по данным МРТ (O-RADS MRI) показала себя надежным рабочим инструментом для связи рентгенолога и гинеколога-онколога. Однако продолжает оставаться дискуссионным вопрос о категориальной принадлежности ряда нозологических наименований, не отраженных в O-RADS MRI и требующих дальнейшего изучения.

Ключевые слова: визуализация яичников и придатков; O-RADS MRI; магнитно-резонансная томография; рак яичников; кисты яичников.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Аксенова С.П., Нуднов Н.В., Сланская А.В., Солодкий В.А. Визуализация опухолей придатков матки в соответствии с категориальной шкалой оценки рисков злокачественности образований яичников O-RADS MRI. *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2023; 104(3): 222–38. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2023-104-3-222-238>

Для корреспонденции: Аксенова Светлана Павловна, E-mail: fabella@mail.ru

Статья поступила 05.06.2023

После доработки 19.10.2023

Принята к печати 20.10.2023

To Help the Practitioner: Imaging of Ovarian Masses According to the O-RADS MRI Ovarian Malignancy Categorical Risk Scale

Svetlana P. Aksenova¹, Nikolay V. Nudnov^{1,2,3}, Anna V. Slanskaya¹, Vladimir A. Solodkiy¹

¹ *Russian Scientific Center of Roentgenoradiology,*

ul. Profsoyuznaya, 86, Moscow, 117997, Russian Federation

² *Russian Medical Academy of Continuous Professional Education,*

ul. Barrikadnaya, 2/1, str. 1, Moscow, 125993, Russian Federation

³ *People's Friendship University of Russia,*

ul. Miklukho-Maklaya, 6, Moscow, 117198, Russian Federation

Svetlana P. Aksenova, Cand. Med. Sc., Researcher, Radiology Laboratory, Research Department of Comprehensive Diagnosis of Diseases and Radiotherapy, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <https://orcid.org/0000-0003-2552-5754>

Nikolay V. Nudnov, Dr. Med. Sc., Professor, Deputy Director for Science, Head of Research Department of Comprehensive Diagnosis of Diseases and Radiotherapy, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; Professor, Chair of Radiology, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; Professor, Chair of Oncology and Radiology, People's Friendship University of Russia; <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>

Anna V. Slanskaya, Clinical Resident in Radiology, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <https://orcid.org/0009-0006-5880-1654>

Vladimir A. Solodkiy, Dr. Med. Sc., Professor, Academician of RAS, Director, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; <https://orcid.org/0000-0002-1641-6452>

Abstract

Objective: to study the informativity of the Ovarian-Adnexal Imaging-Reporting-Data System Magnetic Resonance Imaging (O-RADS MRI) in detection of ovarian cancer in the practice of a radiologist.

Material and methods. The study included 271 women who underwent pelvic magnetic resonance imaging (MRI) in the period from August to November, 2021. Two radiologists with 6-year (Researcher 1) and 2-year (Researcher 2) experience retrospectively analyzed MR images, in which all ovarian masses were evaluated according to O-RADS MRI categorical risk scale from 0 to 5. The analysis of true positive, true negative, false positive and false negative rates according to MRI data compared to the reference data (histology or 1-year follow-up) was performed.

Results. O-RADS MRI categorial risk scale had high diagnostic performance for the characterization of adnexal lesions (sensitivity 87.5% and 87.5%, specificity 97.84% and 96.75%, area under curve (AUC) 0.991 and 0.986 for Researchers 1 and 2, respectively), as well as good interreader agreement (Cohen's kappa coefficient 0,83). Researchers' mistakes were analyzed, as well as controversial issues of categorial affiliation of ovarian masses that caused false positive and false negative results. Visual aids for ovarian MRI in accordance with O-RADS MRI classification were made for quick orientation in the system to simplify creating the radiology report.

Conclusion. O-RADS MRI categorial risk scale proved to be a reliable working tool for the communication between radiologist and gynecologist-oncologist. However, the question of categorial affiliation of a number of nosological names that are not reflected in O-RADS MRI and require further study continues to be debated.

Keywords: ovarian-adnexal imaging; O-RADS MRI, magnetic resonance imaging; ovarian cancer; ovarian cysts.

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

For citation: Aksenova SP, Nudnov NV, Slanskaya AV, Solodkiy VA. Imaging of ovarian masses according to O-RADS MRI ovarian malignancy categorial risk scale. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2023; 104(3): 222–38 (in Russian). <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2023-104-3-222-238>

For corresponding: Svetlana P. Aksenova, E-mail: fabella@mail.ru

Received June 5, 2023

Revised October 19, 2023

Accepted October 20, 2023

Введение / Introduction

Разнообразие физиологических и патологических процессов, а также обширный перечень гистологических видов злокачественных новообразований (ЗНО) яичников обуславливают сложности дифференциальной диагностики изменений в яичниках. На современном этапе стремительного развития медицины тенденция к стратификации, упрощению и сведению воедино выявляемых с помощью визуализационных методик образований яичников в группы риска по возможности малигнизации имеет четкий и направленный вектор.

Благоприятные результаты, полученные от применения врачами-рентгенологами широко вошедших в практику классификаций образований молочной железы (Breast Imaging Reporting and Data System, BI-RADS) и предстательной железы (Prostate Imaging Reporting and Data System, PI-RADS), позволяют экстраполировать имеющийся опыт на другие сложные в диагностике органы, а именно придатки матки. Подчиненные гормонально зависимому процессу яичники подвергаются постоянной физиологической трансформации. Изменение макро- и микроструктуры ткани яичника в репродуктивном периоде затрудняет унификацию в описательной картине врача-рентгенолога. С появлением ультразвуковой диагностики, мультиспиральной компьютерной томографии появилась возможность подробного прижизненного анализа макроструктуры яичников, а широкое внедрение магнитно-резонансной томографии (МРТ) органов малого таза позволило ответить на вопрос о тканевой принадлежности образований яичников. В связи с этим рентгенологи столкнулись с необходимостью дифференцировать ранее не выделявшиеся образования яичников, а значительное их количество привело к путанице, появлению несуществующих терминов.

Для улучшения взаимодействия врача-диагноста с гинекологом Американской коллегией радиологов (American College of Radiologists, ACR) были предложены система и порядок оценки образований яичников по данным МРТ и применения единой медицинской терминологии для их описания [1–3]. Последовательный анализ органной принадлежности, размеров, тканевых характеристик основан на оценке T1-взвешенных изображений (T1-ВИ) с подавлением сигнала от жировой ткани (fat suppression, FS) и без него, T2-ВИ, диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и динамического контрастного усиления (ДКУ). На основании полученных данных врачу-рентгенологу предлагается оценить и категоризировать выявленное образование яичника по системе оценки данных магнитно-резонансной визуализации яичников и придатков (Ovarian-Adnexal Imaging-Reporting-Data System Magnetic Resonance Imaging, O-RADS

MRI) от 1 до 5 баллов, где 5 – образование яичника с вероятностью его злокачественности около 90%. Система категоризации яичников O-RADS MRI представлена на оригинальном языке на сайте ACR [4]. С момента публикации системы O-RADS MRI в ФГБУ «Российский научный центр рентгенодиагностики» Минздрава России инициировано ретроспективно-проспективное исследование по возможности применения данной классификации в практике.

Цель – изучение информативности системы O-RADS MRI в оценке злокачественных образований придатков матки на практике врача-рентгенолога.

Материал и методы / Material and methods

В период с августа по ноябрь 2021 г. в одноцентровое ретроспективно-проспективное исследование включена 271 женщина. Всем пациенткам проведена МРТ органов малого таза и проанализирована структура придатков матки. В исследовании участвовали женщины с сохраненными яичниками, частичной резекцией яичника, односторонней резекцией яичника, после операции транспозиции яичников. Пациенток после экстирпации матки с придатками в исследование не включали. Также не включали больных, имеющих острую клиническую симптоматику, так как категоризация образований яичников по системе O-RADS MRI не подразумевает оценку острых гинекологических заболеваний (перекрут ножки кисты, апоплексия яичника, трубная беременность и др.). Средний возраст пациенток составил 52,5 года (минимальный возраст 18 лет, максимальный 83 года).

Исследования проводились на магнитно-резонансном томографе с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. Протокол МРТ-исследования соответствовал последним рекомендациям Европейского общества урогенитальных радиологов (European Society of Urogenital Radiology, ESUR) от 2019 г. [5] и включал в себя получение T2-ВИ в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, T1-ВИ FS, ДВИ и ДКУ.

Все образования придатков матки оценивали по категориальной шкале O-RADS MRI от 0 до 5 баллов, предложенной ACR в 2021 г. [3]. Анализ МРТ-изображений проводился двумя рентгенологами с опытом работы 6 лет (исследователь 1) и 2 года (исследователь 2). При анализе структуры яичников и придатков матки применяли метод 7-ступенчатой оценки, представленный в 2021 г. С. Reinhold et al. [6]. Каждому образованию яичника выставляли свою категорию. Если у одной пациентки было более одного образования, оценивали каждое, но окончательную оценку O-RADS MRI выставляли по наивысшей категории. Для измерения уровня согласия между исследователями использовали каппа-статистику Коэна.

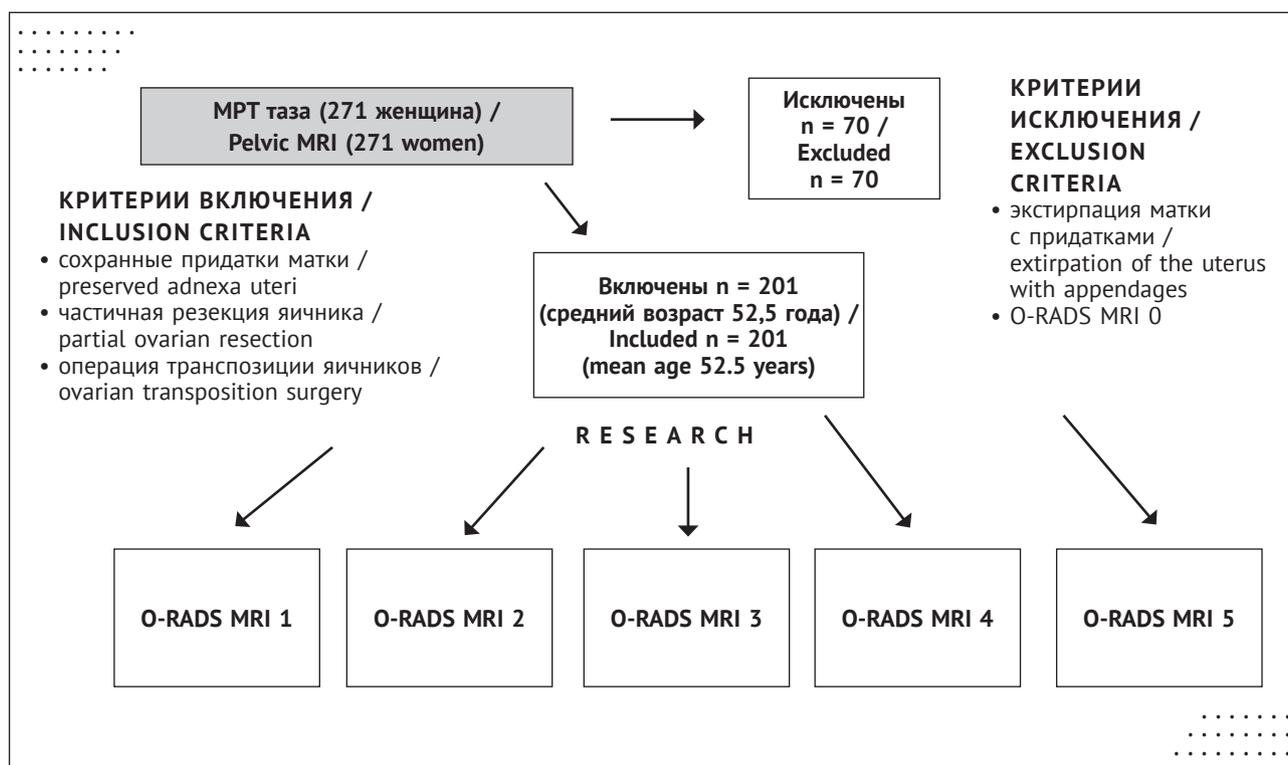


Рис. 1. Дизайн исследования

Fig. 1. Study design

Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

Для расчета диагностической информативности исследуемой шкалы референсными значениями являлись данные патоморфологического исследования у больных, которым проводилось оперативное лечение, и клинично-инструментальные данные спустя 1 год у пациенток, у которых выбрана тактика наблюдения и консервативного лечения. Анализировали ложнонегативные, истинно-негативные, ложнопозитивные, истинно-позитивные данные. К отрицательным результатам (ЗНО-) относили категории O-RADS MRI 1–3 включительно, к положительным (ЗНО+) – категории O-RADS MRI 4–5. Категорию O-RADS MRI 0 выставляли в случае неполно проведенного исследования, полного мультипараметрического МРТ-исследования с выраженными неконтролируемыми артефактами: 2 наблюдения с выпадением сигнала от протеза тазобедренного сустава и 5 наблюдений с выраженными артефактами движения. Данных пациенток в исследование не включали.

В последующем проводили ROC-анализ (receiver operating characteristic) с построением кривых и расчетом площади под кривыми (area under curve, AUC) для данных каждого исследователя [7]. Статистическую обработку материала выполняли с использованием программного приложения Excel (Microsoft, США).

Результаты / Results

Распределение пациенток по первичным нозологиям представлено в таблице 1. Ввиду того что исследование проведено в учреждении онкологического профиля и большая часть пациенток получала в анамнезе противоопухолевое лечение по поводу образований разных локализаций, основной целью МРТ-визуализации в ряде случаев был анализ состояния яичников для исключения их вторичного поражения.

Таблица 1

Table 1

Распределение пациенток по первичной нозологии
Patient distribution by primary nosology

Нозология / Nosology	Число пациенток, n / Number of patients, n
Доброкачественные образования матки и придатков / Benign masses of the uterus and appendages	39
Рак шейки матки / Cervical cancer	31
Рак прямой кишки / Rectal cancer	23
Рак молочной железы / Breast cancer	13
Рак яичников / Ovarian cancer	9
Рак эндометрия / Endometrial cancer	8
Рак толстой кишки / Colon cancer	8
Прочие / Others	70
Всего / Total	201

Интерпретацию результатов МРТ-исследования 201 пациентки проводили два исследователя. Распределение их данных по категориям классификации O-RADS MRI представлено в таблице 2 и на рисунке 2. Коэффициент каппа Коэна составил 0,83, что является высоким показателем согласия между двумя исследователями (0,81–0,99 – хорошая согласованность).

Категорию O-RADS MRI 1 выставляли наиболее часто (136 и 124 наблюдения у исследователей 1 и 2 соответственно). Данная категория характеризовала отсутствие патологических образований яичников и/или физиологические, функциональные изменения яичников. В эту группу включали следующие наименования: фолликулы разной степени дифференцировки, доминантный фолликул, фолликул с кровоизлиянием размером до 3 см (геморрагическая киста до 3 см в диаметре), желтое тело, желтое тело с кровоизлиянием (рис. 3)¹.

Распределение пациенток по категориям риска злокачественного новообразования яичника в соответствии с классификацией O-RADS MRI по результатам двух исследователей

Patient distribution by risk categories of ovarian malignancy according to O-RADS MRI classification (results of two researchers)

Категория / Category	Число пациенток, n / Number of patients, n	
	Исследователь 1 / Researcher 1	Исследователь 2 / Researcher 2
O-RADS MRI 1	136	124
O-RADS MRI 2	39	44
O-RADS MRI 3	8	13
O-RADS MRI 4	3	4
O-RADS MRI 5	15	16
Всего / Total	201	201

¹ Рисунки 3–7 представляют собой части составленного авторами наглядного пособия по МРТ-визуализации образований яичников в соответствии с классификацией O-RADS MRI для быстрой ориентации в системе и упрощения формирования заключения врачом-рентгенологом.

Наиболее обширной по численности образований яичников доброкачественной природы явилась категория O-RADS MRI 2 (39 и 44 наблюдения у исследователей 1 и 2 соответственно). В нее

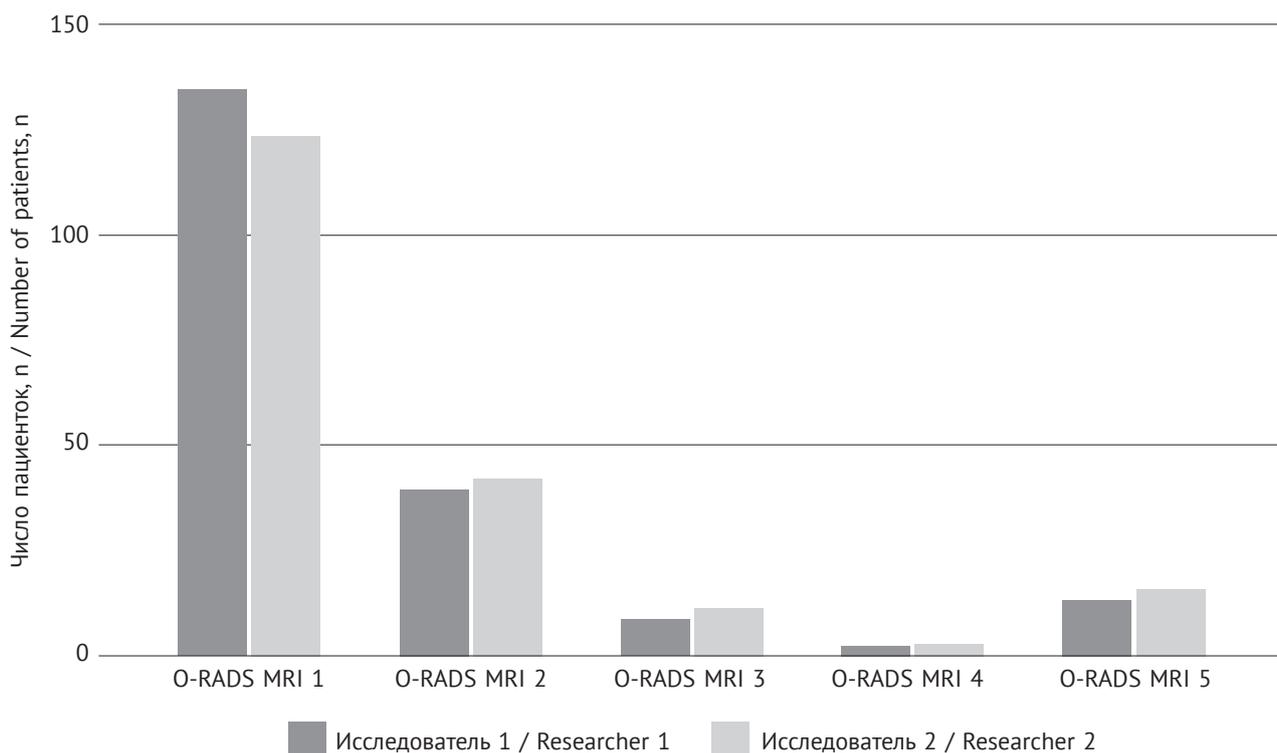


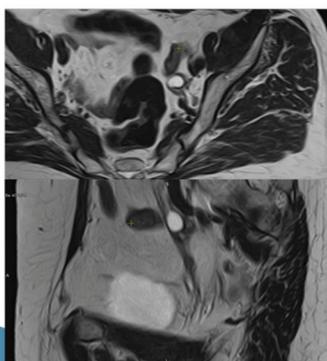
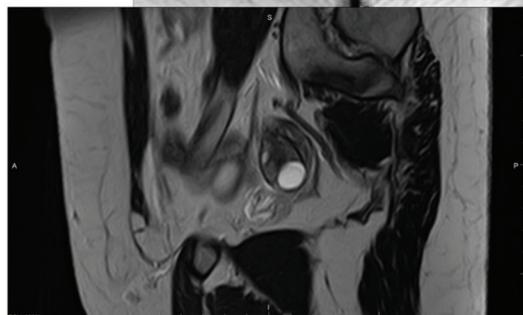
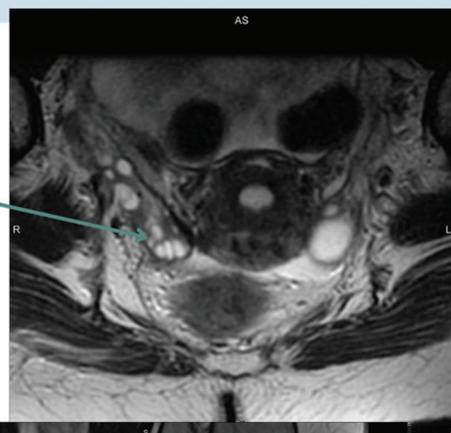
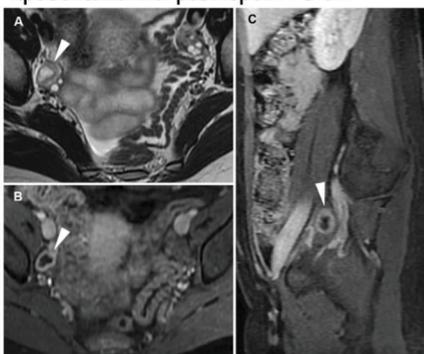
Рис. 2. Распределение пациенток по категориям риска злокачественного новообразования яичника в соответствии с классификацией O-RADS MRI по результатам двух исследователей

Fig. 2. Patient distribution by risk categories of ovarian malignancy according to O-RADS MRI classification (results of two researchers)

КАТЕГОРИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЙ ЯИЧНИКОВ O-RADS MRI 1

Критерии включения в категорию O-RADS MRI 1 в репродуктивном периоде

- фолликулы разной степени зрелости (простые кисты размером < 3 см)
- кисты с кровоизлиянием размером < 3 см
- желтое тело яичника (corpus luteum) с или без кровоизлияния размером < 3 см



Критерии включения в категорию O-RADS 1 в постменопаузальном периоде

- яичники без фолликулярного аппарата
- ретенционные кисты яичников размером < 3 см

Рис. 3. Категоризация образований яичников O-RADS MRI 1: яичники в пре- и постменопаузе, нормальная анатомия
Fig. 3. Categorization of ovarian masses as O-RADS MRI 1: pre- and postmenopausal ovaries, normal anatomy

вошли однокамерная киста яичников размером более 3 см – это простые кистозные образования с тонкой капсулой, без признаков патологического накопления парамагнетика, с разнообразным жидкостным содержимым. Под разнообразным жидкостным содержимым подразумевается серозное, геморрагическое, эндометриоидное содержимое. Принципиальным является однокамерность кисты, отсутствие узловых утолщений капсулы и мягкотканного компонента. При этом следует учесть, что стенка кисты с серозным и эндометриоидным содержимым может накапливать парамагнетик. Если же стенка кисты накапливает парамагнетик, но содержимое ее высокобелковое, геморрагическое, муцинозное, то данную кисту следует стратифицировать как O-RADS MRI 3. Под мягкотканым компонентом подразумеваются папиллярные разрастания, пристеночные узелковые утолщения, неоднородно утолщенные перегородки и стенки, а также тканевой компонент, накапливающий парамагнетик. Наиболее часто встречающимися образованиями из данной категории были эндометриоидная киста (9), фолликулярная киста (8).

В категорию O-RADS MRI 2 также вошли образования с жировыми сигнальными характеристиками, но без наличия солидного накапливающего контраст компонента. При этом узелок Рокитанского, встречающийся в структуре большинства зрелых тератом, не следует расценивать как патологический солидный компонент, хотя он будет характеризоваться повышенным накоплением парамагнетика (рис. 4).

Кроме того, в данную категорию включены фибромы и фибротеккомы яичников, которые имеют довольно специфическую MPT-семиотику (ровные, четкие контуры, однородный гипоинтенсивный MP-сигнал на T2-ВИ и T1-ВИ, отсутствие ограничения диффузии (dark T2/dark DWI), гипоинтенсивный MP-сигнал на ДВИ и картах измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) [13]) и не накапливают парамагнетик.

Расширенной маточной трубе с тонкими стенками, однородным жидкостным содержимым, без мягкотканых включений присваивалась категория O-RADS MRI 2. При этом мы не должны были визуализировать пристеночных разрастаний, возможно было накопление парамагнетика расширенной стенкой, так как в норме маточная труба хорошо кровоснабжается из системы маточных и овариальных артерий.

К категории O-RADS MRI 2 также относились параовариальные кисты: однокамерные кистозные образования любого размера, расположенные вне ткани яичника. Данные кисты должны характеризоваться тонкими стенками и не должны иметь солидный компонент.

Если однокамерная киста имеет стенку, которая умеренно накапливает контрастный препарат, не содержит мягкотканых включений и характеризуется муцинозным, геморрагическим, высокобелковым содержимым, ее следует относить к категории O-RADS MRI 3. В данную категорию также входят многокамерные кистозные образования с тонкими, ровными перегородками, накапливающими контрастный препарат, вне зависимости от характера жидкостного содержимого (рис. 5).

Категория O-RADS MRI 3 была выставлена исследователем 1 у 8 пациенток, исследователем 2 – у 13 пациенток. Сольдные образования яичника (не dark T2/dark DWI), которые характеризуются кривой накопления низкого риска при MPT с ДКУ, также относились к категории O-RADS MRI 3. Данная категория в нашем исследовании была наиболее малочисленная. В 3 случаях солидные образования со средней интенсивностью MP-сигнала на T2-ВИ и T1-ВИ, умеренным ограничением диффузии и кривой накопления парамагнетика низкого риска по MPT с ДКУ получали категорию O-RADS MRI 3 при окончательном патоморфологическом исследовании и представляли собой фибротеккомы.

К категории O-RADS MRI 3 относились расширенные маточные трубы с нерегулярно утолщенными стенками и перегородками, непростым жидкостным содержимым, без наличия солидного компонента, накапливающего контрастный препарат. Данный MPT-паттерн чаще всего соответствовал пиосальпинксу.

В категорию O-RADS MRI 4 были включены мягкотканые образования яичника с кривой накопления парамагнетика среднего риска злокачественности (рис. 6). При отсутствии ДКУ предлагается сравнивать интенсивность сигнала в опухоли и миометрии на 30–40-й секунде от ручного введения контрастного препарата [3]. Если интенсивность MP-сигнала в опухоли ниже или равна интенсивности MP-сигнала в миометрии, такое образование следует классифицировать как O-RADS MRI 4, если интенсивность сигнала выше – как O-RADS MRI 5.

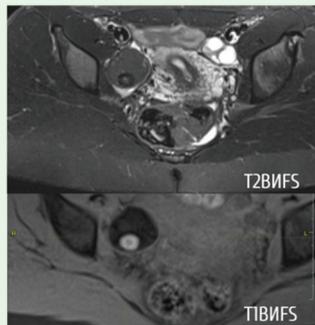
В данную категорию также вошли пациентки с образованиями яичника, содержащими жировой компонент и большой объем накапливающего контраст солидного субстрата, такие как незрелая тератома.

Последняя категория O-RADS MRI 5, характеризующаяся высоким потенциалом злокачественности, включала кистозно-солидные, солидные образования яичника, при котором солидный компонент истинно ограничивал диффузию и интенсивно накапливал парамагнетик (кривая высокого риска) (рис. 7). Сплошное, узловое утолщение париетальной и/или висцеральной брюшины

КАТЕГОРИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЙ ЯИЧНИКОВ O-RADS MRI 2



- Однокамерная киста яичника с любым жидкостным содержимым**
- стенка кисты не накапливает контрастный препарат
 - нет солидного компонента, накапливающего контраст



Образование яичника с жировым содержимым

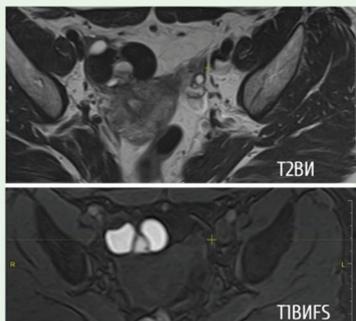
- нет солидного компонента, накапливающего контрастный препарат*

* узелок Рокитанского в тератомах не следует принимать за солидный компонент



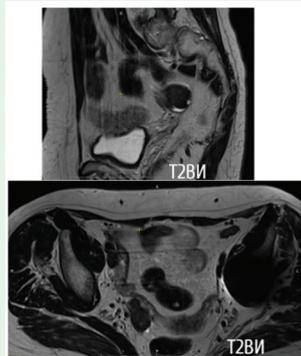
Паравариальная киста

- визуализируется отдельно от яичника
- жидкостное содержимое
- обычно однокамерная
- тонкая стенка
- нет солидного компонента, накапливающего контрастный препарат



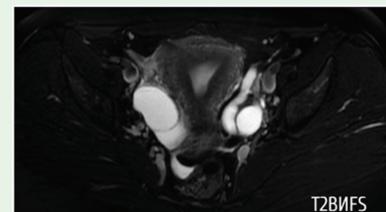
Однокамерная киста с жидкостным или эндометриoidным содержимым

- стенка кисты минимально накапливает контрастный препарат
- нет солидного компонента, накапливающего контраст



Образование яичника гипоинтенсивное на T2WI и ДВИ (dark T2/dark DWI)

- образования сниженного MR-сигнала на T2WI, без признаков ограничения диффузии (фибромы)



Гидросальпинкс

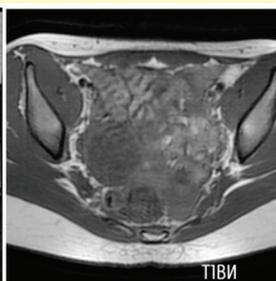
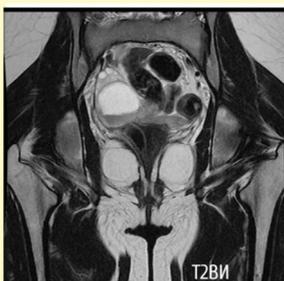
(расширенная маточная труба)

- тубулярная структура с тонкими стенками (длина составляет более 2 размеров поперечника)
- жидкостное содержимое
- по внутреннему контуру визуализируются неполные перегородки
- нет солидного компонента, накапливающего контраст

Рис. 4. Категоризация образований яичников O-RADS MRI 2

Fig. 4. Categorization of ovarian masses as O-RADS MRI 2

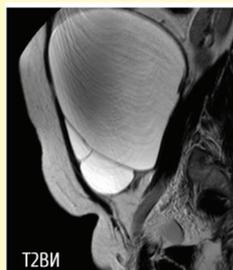
КАТЕГОРИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЙ ЯИЧНИКОВ O-RADS MRI 3



Однокамерная киста с геморрагическим*, высокобелковым, муцинозным жидкостным содержимым

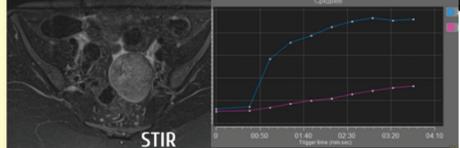
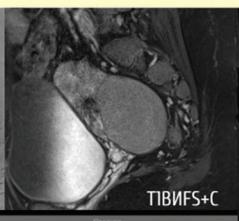
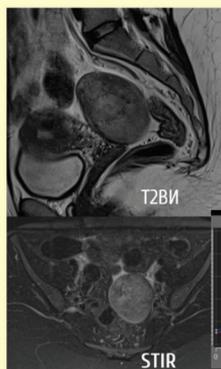
- стенка кисты умеренно накапливает контрастный препарат
- нет солидного компонента, накапливающего контрастный препарат

*размером более 3 см, геморрагическая киста размером до 3 см должна быть расценена как физиологические изменения (O-RADS MRI 1)



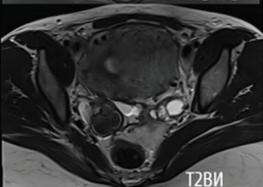
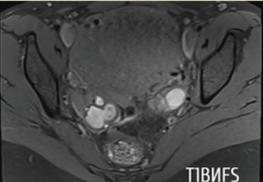
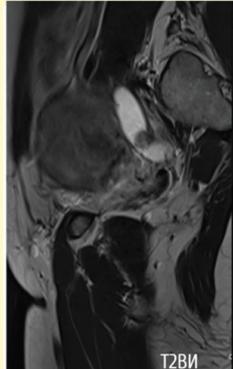
Многокамерная киста с любым жидкостным содержимым, но без жирового компонента

- тонкие, гладкие перегородки, умеренно накапливающие контрастный препарат
- нет солидного компонента, накапливающего контрастный препарат



Солидное образование яичника (исключая T2 dark/ DWI dark)

- Мякотканное образование яичника с кривой накопления контраста низкой группы риска



Расширенная маточная труба

- не простое жидкостное содержимое, но тонкие стенки и перегородки
- простое жидкостное содержимое, но утолщенные, ровные стенки, перегородки
- нет солидного компонента, накапливающего контрастный препарат

Рис. 5. Категоризация образований яичников O-RADS MRI 3

Fig. 5. Categorization of ovarian masses as O-RADS MRI 3

КАТЕГОРИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЙ ЯИЧНИКОВ O-RADS MRI 4

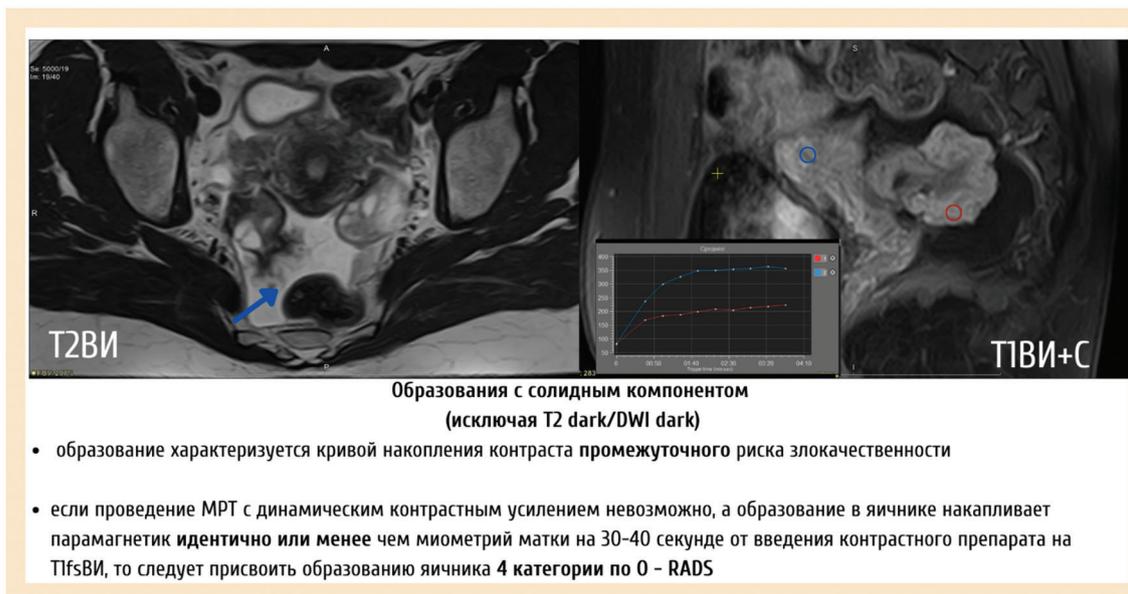
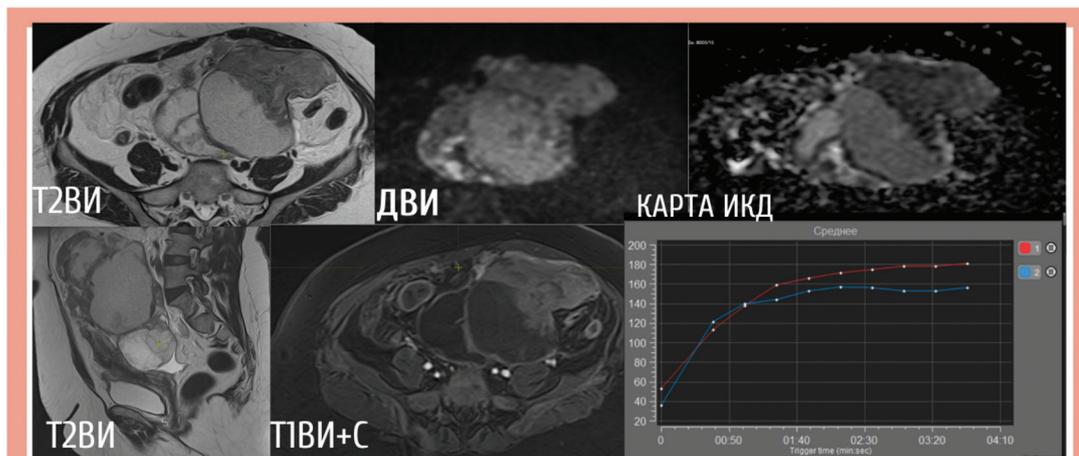


Рис. 6. Категоризация образований яичников O-RADS MRI 4

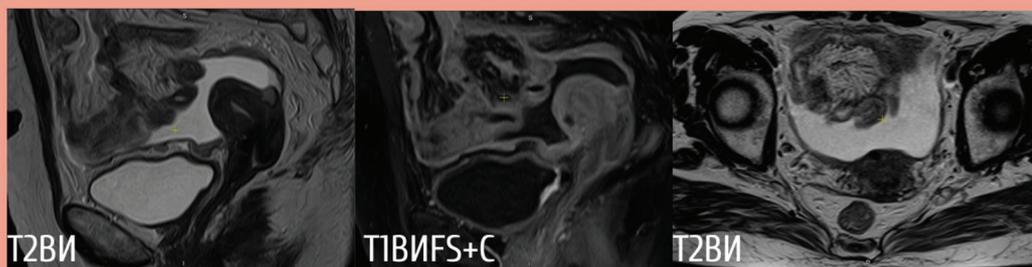
Fig. 6. Categorization of ovarian masses as O-RADS MRI 4

КАТЕГОРИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЙ ЯИЧНИКОВ O-RADS MRI 5



Образования с **сOLIDным компонентом**
(исключая T2 dark/DWI dark)

- образование характеризуется кривой накопления контраста **высокого риска злокачественности**
- если проведение МРТ с динамическим контрастным усилением невозможно, а образование в яичнике накапливает парамагнетик **более интенсивно**, чем миометрий матки на 30-40 секунде от введения контрастного препарата на T1fsWI, то следует присвоить образованию яичника 5 категорию риска по O - RADS



Наличие имплантов/узелков по брюшине, в брыжейке кишки, сальнике
или
неоднородное утолщение брюшины

Рис. 7. Категоризация образований яичников O-RADS MRI 5

Fig. 7. Categorization of ovarian masses as O-RADS MRI 5

Данные анализа магнитно-резонансных изображений, полученные двумя исследователями

Magnetic resonance imaging analysis data obtained by two researchers

Исследователь / Researcher	Наличие/отсутствие ЗНО // Presence/absence of MN	Категория O-RADS MRI / O-RADS MRI category					Всего / Total
		1	2	3	4	5	
Исследователь 1 / Researcher 1	ЗНО+ / MN+	0	2	0	1	13	16
	ЗНО- / MN-	136	37	8	2	2	185
Исследователь 2 / Researcher 2	ЗНО+ / MN+	0	2	0	1	13	16
	ЗНО- / MN-	124	42	13	3	3	185

Примечание. ЗНО – злокачественное новообразование.

Note. MN – malignant neoplasm.

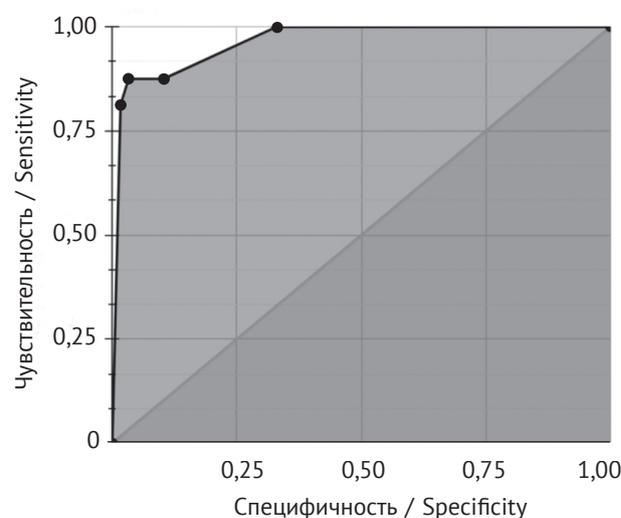
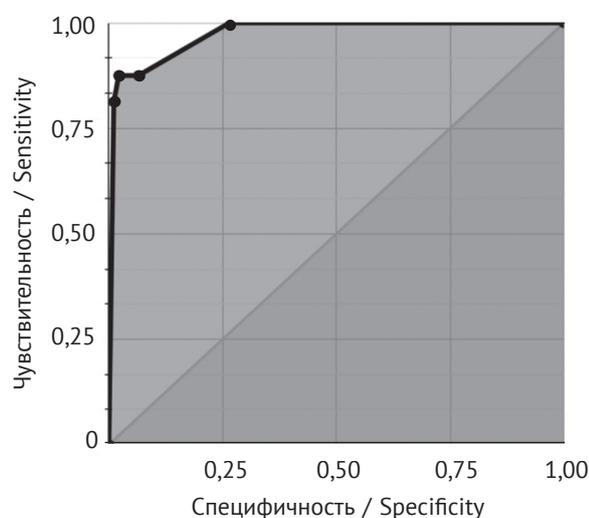


Рис. 8. ROC-кривые по данным O-RADS MRI, полученным исследователем 1 (a) и исследователем 2 (b)

Fig. 8. ROC curves according to O-RADS MRI data obtained by Researcher 1 (a) and Researcher 2 (b)

наблюдалось при распространенном процессе рака яичников и соответствовало канцероматозу (O-RADS MRI 5).

На основании полученных данных, представленных в таблице 3, были рассчитаны показатели информативности категориальной шкалы риска злокачественности образований O-RADS MRI в диагностике ЗНО придатков матки. У исследователя 1 чувствительность метода составила 87,5%, специфичность – 97,84%, предсказательная ценность положительного результата (ПЦПР) – 77,78%, предсказательная ценность отрицательного результата (ПЦОР) – 98,90%. У исследователя 2 чувствительность составила 87,5%, специфичность – 96,75%, ПЦПР – 70%, ПЦОР – 98,89%.

Для результатов, полученных каждым исследователем, построены ROC-кривые (рис. 8). AUC

у исследователя 1 составила 0,991, у исследователя 2 – 0,986.

Обсуждение / Discussion

Полученные нами данные показывают высокую информативность предложенной категориальной шкалы риска злокачественности образований яичников O-RADS MRI в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных новообразований придатков матки.

Одним из первых исследований, являющимся основой для формирования описательного подхода и классификации O-RADS MRI, была работа французских коллег I. Thomassin-Naggara et al. (2013 г.) [9], в которой, аналогично нашему исследованию, получены высокие показатели AUC для данной категориальной шкалы: 0,981 и 0,961

(у двух исследователей со стажем 8 лет и 1 год). Авторами установлено, что точкой отсечения является категория O-RADS MRI 3. Таким образом, категория O-RADS MRI 4 с чувствительностью 93,5% и специфичностью 96,6% предсказывает злокачественный характер выявляемого образования яичника. В нашем исследовании чувствительность самого метода в целом оказалась незначительно ниже (87,5% против 93,5%), и мы связываем это с разным типом сбора информации (в нашем случае сбор по типу скрининга) и небольшим процентом ЗНО яичников в выборке – 16 из 201 случая (8,3%).

Анализируя образования яичников у пациенток, которым была выставлена категория O-RADS MRI 3, мы получили следующие противоречивые данные. В группе O-RADS MRI 3 возникли трудности в категоризации серозной цистаденофибромы, которая в равной степени содержала фиброзный компонент (dark T2/dark DWI) и мультикистозный компонент с тонкими, не накапливающими контраст перегородками суммарным размером около 3 см. С одной стороны, данное образование является полностью доброкачественным и могло быть расценено как O-RADS MRI 2, с другой – при категоризации по существующим критериям нам необходимо выставить категорию O-RADS MRI 3, так как кистозный компонент образования содержит несколько кистозных полостей (рис. 9). Дифференциальный диагноз у данной пациентки мы проводили с изолированной фибромой яичника и прилежащей, подпаянной расширенной маточной трубой. При таких находках была бы выставлена максимальная категория O-RADS MRI 2. В то же время категории O-RADS MRI 2 и O-RADS MRI 3 при подсчетах результатов относились нами к отрицательным данным (ЗНО–), что не привело к появлению ложноположительных результатов.

Спорным в категории O-RADS MRI 3 является то, что многие авторы не выделяют отдельно описательную характеристику кисты желтого тела [2, 3, 6]. Ввиду того что стенка кисты является гормонопродуцирующей структурой, которая преобразует в лютеинизирующих клетках желтого тела прогестерон под действием гормона гипофиза (пролактин), она всегда утолщена и интенсивно накапливает парамагнетик. Таким образом, кисту желтого тела без потенциала злокачественности и с возможностью саморазрешения, часто встречающуюся при МРТ-исследованиях, по описательной картине следовало бы относить к категории O-RADS MRI 3 (если киста с геморрагическим содержанием), в то время как по логике ей возможно присвоить категорию O-RADS MRI 2. В литературе о МРТ-визуализации желтого тела и кист желтого тела этому не уделено должного внимания, ввиду чего у врачей-рентгенологов отсутствует понимание физиологических изменений ткани

яичников в процессе менструального цикла. Наглядный пример выявлен нами у пациентки с опухолью шейки матки, у которой по данным МРТ первоначально (в другом медицинском учреждении) были установлены местнораспространенный рак шейки матки и объемное образование правого яичника диаметром 3,2 см. Однако при тщательном анализе и динамическом МРТ-контроле мы подтвердили наличие у пациентки функционального желтого тела и прилежащих доминантных фолликулов, которые имитировали мультикистозное образование правого яичника. При контрольном исследовании через 1 мес данные кисты подтвердились инволюции (рис. 10).

При рассмотрении ложноположительных результатов было выявлено, что все фибротекемы описаны как O-RADS MRI 4. Следует отметить, что фибротекемы – это гормонопродуцирующие опухоли без злокачественного потенциала, однако с более выраженным кровоснабжением, нежели простые фибромы. При анализе перфузионных характеристик фибром и фибротекем нами получены противоречивые данные: фибротекемы характеризовались кривой накопления контраста промежуточного риска при ДКУ, что требовало их отнесения к O-RADS MRI 4, и это противоречит данным E.A. Sadowski et al. [2]. Мы не исключаем тот факт, что в подкатегории O-RADS MRI 2, где речь идет об образованиях dark T2/ dark DWI, следует включить ремарку о возможном умеренном накоплении парамагнетика данными образованиями, но с кривой низкого или среднего риска злокачественности. Это касается и показателя диффузии: в активных гормонопродуцирующих фибротекемах он выше, чем в простых фибромах яичника. Указанная группа пациенток требует отдельного анализа на большей по количеству группе наблюдений с прицельным изучением гормональной активности фибротекем и взаимосвязи выраженности гормональной активности и показателей перфузии по данным МРТ с ДКУ.

В целом визуализация в яичнике четко отграниченного, гипоинтенсивного на T2-ВИ, T1-ВИ, T1-ВИ FS, T2-ВИ FS образования позволяет с высокой вероятностью предположить доброкачественную природу изменений [10, 11]. Рекомендуется проводить сравнение интенсивности сигнала в опухоли и скелетной мышце на уровне исследования. Так, образования, у которых интенсивность сигнала на T2-ВИ выше, чем у скелетных мышц, составляют более гетерогенную группу, включающую доброкачественные, пограничные и злокачественные заболевания.

При анализе согласованности данных между исследователями (см. табл. 3) была выявлена закономерность: более опытный врач чаще занижал категорию, нежели специалист с меньшим стажем,

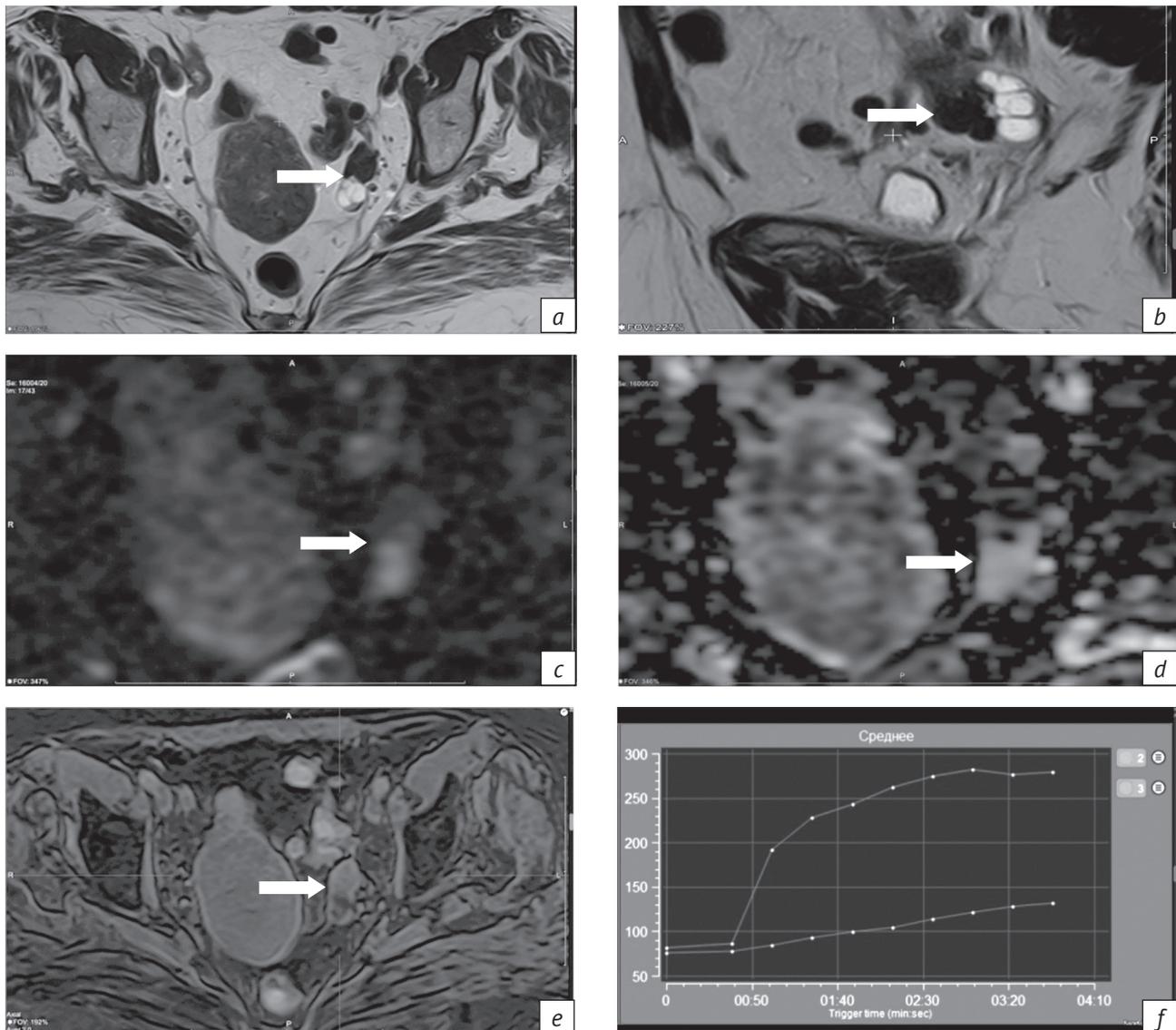


Рис. 9. Результаты магнитно-резонансной томографии. Кистозно-солидное образование левого яичника: *a, b* – T2-взвешенные изображения (T2-ВИ) в аксиальной (*a*) и сагиттальной (*b*) проекциях, фиброзный компонент определяется в передних отделах образования, мультикистозный – в задних; *c, d* – диффузионно-взвешенное изображение (*c*) и карта измеряемого коэффициента диффузии (*d*) без признаков рестрикции диффузии; *e* – T1-взвешенное изображение с подавлением сигнала от жировой ткани (T1-ВИ FS), жидкостное содержимое в кистозном компоненте; *f* – график накопления при динамическом контрастном усилении, минимальное накопление парамагнетика в фиброзном компоненте опухоли (нижняя кривая) относительно миометрия (верхняя кривая)

Fig. 9. Magnetic resonance images. Cystic solid left ovarian mass: *a, b* – T2-weighted images (T2WI) in axial (*a*) and sagittal (*b*) planes, the fibrous component is determined in the anterior parts of the mass, multicystic component is in the posterior parts; *c, d* – diffusion weighted image (*c*) and apparent diffusion coefficient map (*d*) without signs of diffusion restriction; *e* – fat-suppressed T1-weighted image (T1WI FS), liquid content in the cystic component; *f* – accumulation graph in dynamic contrast-enhanced image, minimal paramagnetic accumulation in the fibrous tumor component (lower curve) relative to the myometrium (upper curve)

который выставлял более высокую категорию. Таким образом, количество ложноположительных результатов было выше у исследователя 2. В работе I. Thomassin-Naggara et al. [9] наблюдалась аналогичная взаимосвязь, что позволяет предположить: более опытный специалист обладает большей насмотренностью и более четко выявля-

ет физиологические и доброкачественные образования яичников, разнообразие которых велико. Также следует отметить, что в нашем исследовании спорные моменты чаще возникали при дифференцировке образований O-RADS MRI 1, 2 и 3, а именно имелись разночтения в количестве септ, визуализируемых исследователями. Это также

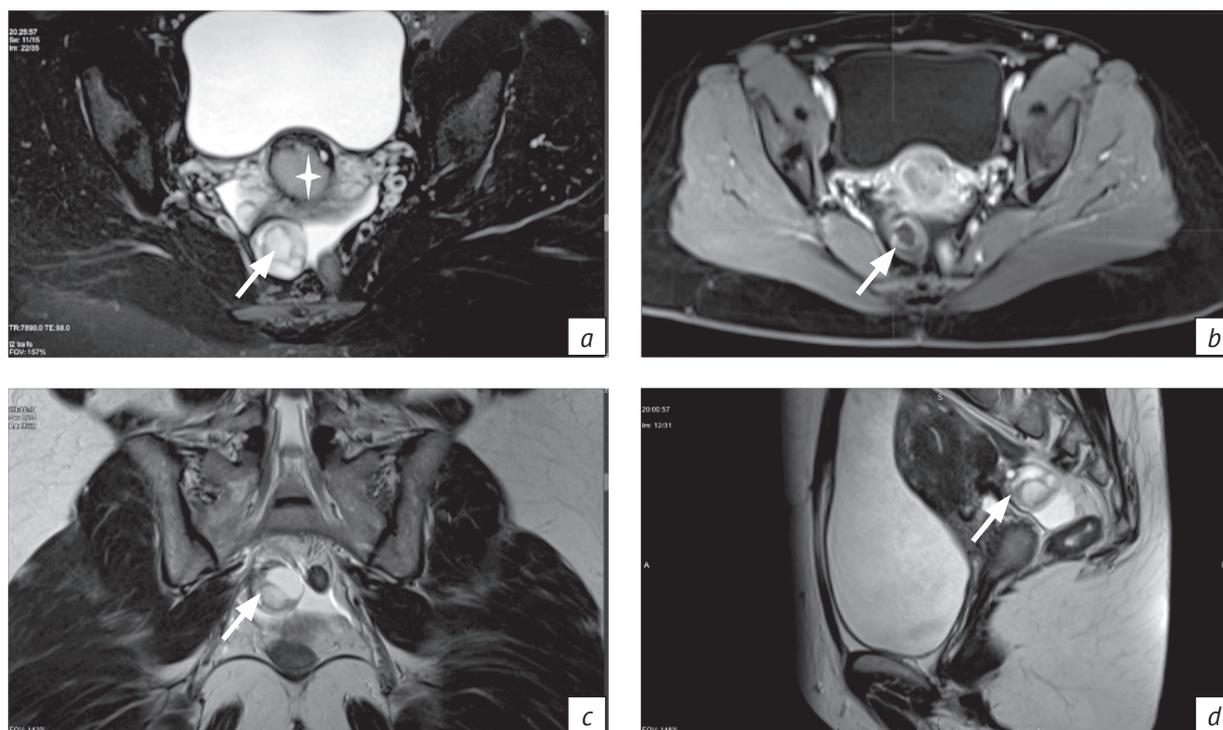


Рис. 10. Результаты магнитно-резонансной томографии. Желтое тело правого яичника и фолликулы, имитирующие объемное образование яичника у женщины с раком шейки матки:

a – режим STIR (Short Tau Inversion Recovery), аксиальная плоскость; *b* – T1-ВИ FS с контрастным усилением, стенка одной из кист интенсивно накапливает парамагнетик (стрелка), опухоль шейки матки отмечена звездочкой; *c* – T2-ВИ в коронарной плоскости; *d* – T2-ВИ в сагиттальной плоскости, в проекции правого яичника визуализируется мультикистозное образование, которое является желтым телом и двумя рядом расположенными доминантными фолликулами (стрелка)

Fig. 10. Magnetic resonance images. The right ovarian yellow body and follicles imitating the voluminous ovarian mass in a woman with cervical cancer:

a – STIR mode (Short Tau Inversion Recovery), axial plane; *b* – contrast-enhanced T1WI FS, the wall of one of the cysts intensively accumulates paramagnetic (arrow), the cervical tumor is marked with an asterisk; *c* – coronal T2WI; *d* – sagittal T2WI, in right ovarian projection, a multicystic formation is visualized, which is a yellow body and two adjacent dominant follicles (arrow)

находит отражение в примере на рисунке 9. Исследователь 2 посчитал образование правого яичника как O-RADS MRI 3 (многокамерное кистозное образование, одна киста которой с утолщенными накапливающими контраст стенками). Исследователь 1 выставил категорию O-RADS MRI 1, описав два близко расположенных фолликула и желтое тело. В конечном итоге все находки являлись физиологичными.

В недавно опубликованных рекомендациях по применению O-RADS MRI [6] основные диагностические ошибки были связаны со сложностью определения органной принадлежности образования, локализованного в проекции придатков матки. В нашей работе наиболее часто исследователям сложно было отдифференцировать ретенционные кисты (в англоязычной литературе используется термин inclusion cysts – «инклюзионные кисты») яичников и гидросальпинкс у 7 пациенток в постменопаузальном периоде с инволютивными яич-

никами. Для облегчения установления органной принадлежности образования рекомендуют использовать симптом клюва птицы, который отображает связь выявляемого образования с тонким участком яичника – «клювом» [12, 13].

В ложноотрицательные результаты в нашем исследовании вошла гранулезоклеточная опухоль взрослого типа солидного строения со средней интенсивностью МР-сигнала на T2-ВИ, которая двумя исследователями была описана как фиброма/фибротеккома под вопросом. Сложность дифференциальной диагностики возникла с малым размером опухоли, изоинтенсивным МР-сигналом на T2-ВИ и отсутствием кистозного компонента, характерного для данного гистологического подтипа опухоли.

Следует подчеркнуть важность применения ДВИ для дифференциальной диагностики образований придатков матки. Несмотря на то что отсутствуют референтные значения для ИКД, дан-

ная методика как в нашем, так и в зарубежном исследовании [13] показала хорошие результаты. Ограничением в применении ДВИ является то, что физиологически ткань яичника характеризуется сниженными показателями диффузии. В то же время при необходимости оценки пристеночного солидного компонента в кистозной опухоли яичника данная методика незаменима.

Отметим, что нет единого мнения по поводу облигатного применения ДКУ при оценке яичников и органов малого таза. Более того, имеются европейские клинические рекомендации ESUR от 2019 г., которые рутинно не рекомендуют использование МРТ с ДКУ [5]. В то же время возможность оценить перфузионные характеристики солидного компонента образования является дополнительным опорным моментом в принятии окончательного решения врачом-рентгенологом. Так, в работе G.J. Wengert et al. доказано повышение показателей чувствительности МРТ при использовании анализа кривой ДКУ в сравнении с визуальной оценкой врачом-рентгенологом: 86% против 78% [14]. A.S.A. Vargas et al. оспаривают необходимость обязательного применения ДКУ и построения кривой накопления контрастного препарата ввиду отсутствия программного обеспечения для построения кривых во многих лечебных учреждениях [15].

По поводу категории O-RADS MRI 1 нами были сделаны следующие выводы. Если не проводилось контрастное усиление и отсутствуют данные за наличие опухолевых образований яичников по результатам нативной МРТ или имеются доброкачественные образования яичников без солидного компонента (кисты и пр.), можно выставить вместо O-RADS MRI 0 (как рекомендовано в первичном документе) категорию O-RADS MRI 1 или O-RADS MRI 2, так как для этих категорий в ряде случаев условием является отсутствие солидного компонента опухоли, а значит, нет и необходимости/участка для оценки кривой накопления парамагнетика при ДКУ. Наши рассуждения нашли поддержку в работах S.A. Vargas et al. [14] и D. Levine [16].

Отметим, что в предложенной E.A. Sadowski et al. [2] таблице не выделены отдельно характеристики нормальной ткани яичника у женщин в постменопаузе. Однако в тексте описания имеются заключения о том, что в яичниках могут быть включения резидуальных, то есть остаточных фолликулов с семиотикой простых кист. Остается открытым вопрос о предельно допустимом размере резидуальных кист яичников, когда их можно считать физиологическими. Нами проанализирован ряд работ, в которых изучалась взаимосвязь размеров резидуальных кист яичников и их возможной

малигнизации. Найдено два референсных значения: максимальный размер 1 см и 3 см. Большинство исследователей, проанализировав большие когорты населения, склоняются к значению 3 см [17, 18].

Выводы / Findings

1. Показатели диагностической информативности категориальной шкалы риска злокачественности образований яичников O-RADS MRI составили: чувствительность – 87,5% и 87,5%, специфичность – 97,84% и 6,75%, ПЦПР – 77,78% и 70,00%, ПЦОР – 98,90% и 98,89% по данным исследователей 1 и 2 соответственно. AUC у исследователя 1 составила 0,991, у исследователя 2 – 0,986 (каппа Коэна 0,83, что говорит о хорошей согласованности между исследователями).

2. На рисунках 3–7 наглядно представлена МРТ-визуализация образований яичников в соответствии с классификацией O-RADS MRI для быстрой ориентации в системе и упрощения формирования заключения врачом-рентгенологом.

3. Более опытный специалист обладает большей насмотренностью и более четко выявляет физиологические и доброкачественные образования яичников, что позволяет снизить число ложноположительных результатов.

4. Спорные вопросы категориальной принадлежности ряда нозологических наименований, таких как киста желтого тела, фибротекомы, цистаденофибромы, МР-семиотика которых не отражена в O-RADS MRI, требуют подробного разъяснения и дальнейшего изучения.

5. Если не применялось контрастное усиление и отсутствуют данные за наличие опухолевых образований яичников по результатам нативной МРТ или имеются доброкачественные образования яичников без солидного компонента (кисты и пр.), можно выставить вместо O-RADS MRI 0 категорию O-RADS MRI 1–2.

Заключение

Предложенная в 2020 г. ACR категориальная шкала риска образований яичников по данным МРТ (O-RADS MRI) является объективным рабочим инструментом для связи рентгенолога и гинеколога-онколога. Описательные характеристики и критерии, изложенные в документах O-RADS MRI, доступны для понимания и применимы на практике, что и было подтверждено проведенным научным исследованием. Категориальная принадлежность ряда нозологических наименований, МР-семиотика которых не отражена в рекомендациях O-RADS MRI от 2022 г., требуют подробного разъяснения и дальнейшего изучения.

Литература [References]

1. Sadowski EA, Maturen KE, Rockall A, et al. Ovary: MRI characterisation and O-RADS MRI. *Br J Radiol*. 2021; 94(1125): 20210157. <https://doi.org/10.1259/bjr.20210157>.
2. Sadowski EA, Thomassin-Naggara I, Rockall A, et al. O-RADS MRI risk stratification system: guide for assessing adnexal lesions from the ACR O-RADS Committee. *Radiology*. 2022; 303(1): 35–47. <https://doi.org/10.1148/radiol.204371>.
3. Thomassin-Naggara I, Poncelet E, Jalaguier-Coudray A, et al. Ovarian-Adnexal Reporting Data System Magnetic Resonance Imaging (O-RADS MRI) score for risk stratification of sonographically indeterminate adnexal masses. *JAMA Netw Open*. 2020; 3(1): e1919896. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.19896>.
4. American College of Radiology. Ovarian-Adnexal Reporting & Data System (O-RADS™). Available at: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Reporting-and-Data-Systems/O-RADS> (accessed 28.08.2023).
5. El Sayed RF. ESUR quick guide to female pelvis imaging. European Society of Urogenital Radiology. 2020.
6. Reinhold C, Rockall A, Sadowski EA, et al. Ovarian-adnexal reporting lexicon for MRI: a white paper of the ACR Ovarian-Adnexal Reporting and Data Systems MRI Committee. *J Am Coll Radiol*. 2021; 18(5): 713–29. <https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.12.022>.
7. Королюк И.П. ROC-анализ (операционные характеристики наблюдателя): базовые принципы и применение в лучевой диагностике. Медицинская визуализация. 2013; 6: 113–23. [Korolyuk IP. ROC-analysis (operational characteristics of the observer): basic principles and application in radiation diagnostics. *Medical Visualization*. 2013; 6: 113–23 (in Russ.).]
8. Reinhold C, Nougaret S. Radiomic ADC metrics as a tool to better understand tumor biology. *Radiol Imaging Cancer*. 2020; 2(3): e200051. <https://doi.org/10.1148/rycan.2020200051>.
9. Thomassin-Naggara I, Aubert E, Rockall A, Jalaguier-Coudray A, et al. Adnexal masses: development and preliminary validation of an MR imaging scoring system. *Radiology*. 2013; 267(2): 432–43. <https://doi.org/10.1148/radiol.13121161>.
10. Khashper A, Addley HC, Abourobah N, et al. T2-Hypointense adnexal lesions: an imaging algorithm. *Radiographics*. 2020; 40(4): 1200. <https://doi.org/10.1148/rg.2020204005>.
11. Park SB. Features of the hypointense solid lesions in the female pelvis on T2-weighted MRI. *J Magn Reson Imaging*. 2014; 39(3): 493–503. <https://doi.org/10.1002/jmri.24512>.
12. 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(6): 2248–57. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4600-3>.
13. Nougaret S, Nikolovski I, Paroder V, et al. MRI of tumors and tumor mimics in the female pelvis: anatomic pelvic space-based approach. *Radiographics*. 2019; 39(4): 1205–29. <https://doi.org/10.1148/rg.2019180173>.
14. Wengert GJ, Dabi Y, Kermarrec E, et al. O-RADS MRI classification of indeterminate adnexal lesions: time-intensity curve analysis is better than visual assessment. *Radiology*. 2022; 303(3): 566–75. <https://doi.org/10.1148/radiol.210342>.
15. Vargas HA, Woo S. Quantitative versus subjective analysis of dynamic contrast-enhanced MRI for O-RADS? *Radiology*. 2022; 303(3): 576–7. <https://doi.org/10.1148/radiol.213103>.
16. Levine D. MRI O-RADS: learning about the new risk stratification system. *Radiology*. 2022; 303(1): 48–50. <https://doi.org/10.1148/radiol.211307>.
17. Jha P, Shekhar M, Goldstein R, et al. Size threshold for follow-up of postmenopausal adnexal cysts: 1 cm versus 3 cm. *Abdom Radiol (NY)*. 2020; 45(10): 3213–17. <https://doi.org/10.1007/s00261-019-02176-z>.
18. Baheti AD, Lewis CE, Hippe DS, et al. Adnexal lesions detected on CT in postmenopausal females with non-ovarian malignancy: do simple cysts need follow-up? *Abdom Radiol (NY)*. 2019; 44(2): 661–8. <https://doi.org/10.1007/s00261-018-1676-z>.