



Анализ эффективности неинвазивного электромагнитного метода обнаружения рака предстательной железы

© Михаил Е. Чалый¹, Елизавета В. Афанасьевская^{1,2}, Арам С. Амирханян^{1,2}, Андрей А. Стригунов¹, Александра М. Кадышева¹, Екатерина В. Колыгина¹, Алина С. Шурыгина¹, Александр С. Тивтикян¹, Алексей В. Кадрев¹, Виталий К. Дзитиев¹, Дмитрий А. Охоботов¹, Николай И. Сорокин¹, Армаис А. Камалов¹

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова [Москва, Россия]

² Истринская областная клиническая больница [Истра, Московская обл., Россия]

Аннотация

Введение. Раннее выявление онкологических заболеваний является одним из приоритетных направлений во всем мире. Здоровые и злокачественные ткани человека обладают разными электромагнитными свойствами. Пилотные исследования показали возможность неинвазивного анализа электромагнитной анизотропии в биологических тканях.

Цель исследования. Оценить диагностическую значимость электромагнитной диагностики рака предстательной железы в рамках проспективного исследования.

Материалы и методы. В исследование включены 124 мужчины, направленных на биопсию простаты, трансуретральное удаление гиперплазии простаты или на простатэктомия. Исследователи не имели информации о диагнозе пациента. Техника исследования: зонд прикладывали в область промежности, поворачивая его в трёх плоскостях. При обнаружении регрессии графика на мониторе в диапазоне излучения 465 МГц данные фиксировались и расценивались как рак простаты. Результаты электромагнитной диагностики сравнивались с заключениями патоморфологического исследования биопсийного / операционного материала.

Результаты. Выявлено 47 истинно положительных и 21 истинно отрицательных результатов. Ложноотрицательных результатов — 20, ложноположительных — 46 (группа наблюдения как потенциально истинно положительная). По результатам расчёта диагностической ценности метода получены следующие данные: чувствительность метода составила 82%, специфичность — 31%. Прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов — 73% и 62%, соответственно. Точность метода составила 54%.

Заключение. Большое количество ложноположительных результатов и, как следствие, низкая специфичность, могут быть обусловлены ранней стадией заболевания. При очагах менее 3 мм частота выявления рака предстательной железы значительно снижается, в связи с чем пациенты с ложноположительными результатами были вынесены в группу наблюдения. Обследование пациентов сканером TRIMprob TM («Galileo Avionica» SpA, Torino, Italy) может повысить раннюю выявляемость рака предстательной железы на уровне поликлинического скрининга. В настоящее время исследование продолжается.

Ключевые слова: рак предстательной железы; метод тканевого резонансного взаимодействия; простатспецифический антиген

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Этическое заявление.** Исследование одобрено локальным независимым этическим комитетом МНОЦ МГУ им М.В. Ломоносова (протокол № 4/2020 от 03.11.2020 года). **Информированное согласие.** Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных. **Вклад авторов.** А.А. Камалов — научное руководство, анализ данных, критический обзор; М.Е. Чалый — концепция исследования, разработка дизайна исследования, научное редактирование, анализ данных, критический обзор; Д.А. Охоботов, Н.И. Сорокин, В.К. Дзитиев, А.В. Кадрев — научное редактирование; Е.В. Афанасьевская, А.А. Стригунов, Е.В. Колыгина, А.С. Шурыгина, А.С. Тивтикян, А.С. Амирханян, А.М. Кадышева — обзор публикаций, сбор данных, анализ данных, статистическая обработка данных, написание текста рукописи.

✉ **Корреспондирующий автор:** Елизавета Владимировна Афанасьевская; e-mail: el.afanasyevskaya@gmail.com

Поступила в редакцию: 10.10.2022. **Принята к публикации:** 10.01.2023. **Опубликована:** 26.03.2023.

Для цитирования: Чалый М.Е., Афанасьевская Е.В., Амирханян А.С., Стригунов А.А., Кадышева А.М., Колыгина Е.В., Шурыгина А.С., Тивтикян А.С., Кадрев А.В., Дзитиев В.К., Охоботов Д.А., Сорокин Н.И., Камалов А.А. Анализ эффективности неинвазивного электромагнитного метода обнаружения рака предстательной железы. *Вестник урологии*. 2023;11(1):108-115. DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-1-108-115.

Non-invasive electromagnetic detection of prostate cancer: efficiency analysis

© Mikhail E. Chaliy¹, Elizaveta V. Afanasyevskaya^{1,2}, Aram S. Amirkhanyan^{1,2}, Andrey A. Strigunov¹, Alexandra M. Kadysheva¹, Ekaterina V. Kolygina¹, Alina S. Shurygina¹, Alexandr S. Tivtikyan¹, Alexey V. Kadrev¹, Vitaliy K. Dzitiev¹, Dmitry A. Okhobotov¹, Nikolay I. Sorokin¹, Armais A. Kamalov¹

¹ Lomonosov Moscow State University (Lomonosov University) [Moscow, Russian Federation]

² Istra Regional Clinical Hospital [Istra, Moscow region, Russian Federation]

Abstract

Introduction. Early diagnosis of cancer is one of the most important international strategies. Malignant and healthy tissues differ in the interaction with electromagnetic waves. Pilot studies show a potential perspective for non-invasive analysis of electromagnetic anisotropy in biological tissues.

Objective. To assess the diagnostic importance of the electromagnetic detection of prostate cancer (PCa) within the prospective study.

Materials & methods. One hundred and twenty-four patients were included to undergo a prostate biopsy, transurethral prostate resection, or radical prostatectomy. The investigators did not have information on their clinical details. Research technique: the probe was applied to the perineal region, turning it in three planes. A reduction of the 465 MHz band below a threshold was fixed and was considered suspect for PCa. The results of electromagnetic evaluation were compared with the findings of a pathomorphological study after biopsy or surgery.

Results. Forty-seven true-positive and 21 true-negative results were detected, 20 false-negative and 46 false-positive (follow-up group as potentially true-positive group). The overall sensitivity was 82%, specificity – 31%. The positive and negative predictive values were 73% and 62%, respectively. The accuracy of the method was 54%.

Conclusion. Early PCa stage could be a reason for many false-positive results and low specificity, as a result. PCa detection is significantly reduced with lesions less than 3 mm, therefore patients with false-positive results were placed in the follow-up group. Patients' examination with the TRIMprob TM («Galileo Avionica» SpA, Torino, Italy) could increase the early PCa detection at the screening. The research is currently ongoing.

Keywords: prostate cancer; tissue resonance interaction; prostate-specific antigen

Financing. The study was not sponsored. **Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest. **Ethical statement.** The study was designed according to the prescriptions of the Declaration of Helsinki (revised in Fortaleza, Brazil, October 2013) and approved by the Ethics committee of the International Scientific and Educational Center, Lomonosov University (Protocol No. 4/2020 signed November 03, 2020). **Informed consent.** All patients signed an informed consent to participate the study and to process personal data. **Authors' contribution.** A.A. Kamalov — supervision, data analysis, critical review; M.E. Chaliy — supervision, study concept, study design development, scientific editing, data analysis; D.A. Okhobotov, N.I. Sorokin, V. K. Dzitiev, A.V. Kadrev — scientific editing; E.V. Afanasyevskaya, A.A. Strigunov, E.V. Kolygina, A.S. Shurygina, A.S. Tivtikyan — literature review, data acquisition, data analysis, statistical data processing, drafting the manuscript.

✉ **Corresponding author:** Elizaveta V. Afanasyevskaya; e-mail: el.afanasyevskaya@gmail.com

Received: 10/10/2022. **Accepted:** 01/10/2023. **Published:** 03/26/2023.

For citation: Chaliy M.E., Afanasyevskaya E.V., Amirkhanyan A.S., Strigunov A.A., Kadysheva A.M., Kolygina E.V., Shurygina A.A., Tivtikyan A.S., Kadrev A.V., Dzitiev V.K., Okhobotov D.A., Sorokin N.I., Kamalov A.A. Noninvasive electromagnetic detection of prostate cancer: efficiency analysis. *Urology Herald*. 2023;11(1):108-115. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-1-108-115.

Введение

По данным ВОЗ, прогнозируется ежегодное увеличение числа новых случаев рака с 14,1 млн от 2012 года до 21,6 млн к 2030 году [1]. Ежегодно миллионы мужчин заболевают раком предстательной железы (РПЖ), а в высокоразвитых странах эта опухоль занимает лидирующие позиции среди других злокачественных заболеваний [2]. Раннее обнаружение рака на стадии локализованного процесса до развития отдалённых метастазов в другие органы позволяет проводить своевремен-

ное и абластичное лечение, что повышает безрецидивную выживаемость [3]. Так, до введения скрининга РПЖ в программы здравоохранения, паралич являлся одним из наиболее частых признаков заболевания из-за наличия метастазов в спинном мозге [4]. В настоящее время злокачественное поражение простаты может быть заподозрено при наличии патологических участков по результатам ПРИ и / или по результатам исследования уровня ПСА в сыворотке крови [5]. По данным Европейского рандомизированного исследования по скринингу

рака предстательной железы (The European Randomized Study of Screening for Prostate Cancer (ERSPC)), выявлено снижение смертности от РПЖ на 20% ($p < 0,001$) на фоне 16-летнего скрининга населения [6]. Низкий уровень онкоспецифичности и отсутствие возможности прогнозирования агрессивности рака по результатам ПСА являются его основными ограничениями [7]. Повышение выживаемости при РПЖ зависит от наличия чувствительных, неинвазивных и экономически эффективных методов, подходящих для амбулаторного скрининга.

При исследовании свойств нормальных и злокачественных тканей человека было выявлено, что злокачественные клетки обладают иными электромагнитными свойствами. Впервые в 1926 году Н. Fricke и соавторы обнаружили различия между электромагнитными свойствами злокачественных и доброкачественных опухолей молочной железы по сравнению с нормальными тканями [8]. Начатый с тех пор научный поиск привел к тому, что была установлена частота электромагнитных волн (~400 МГц), когда разница поглощения последних между злокачественными и здоровыми тканями максимальна [9].

С. Vedruccio разработал прибор для неинвазивного анализа электромагнитных свойств биологических тканей — биосканер TRIMprob™ (Tissue Resonance InterferoMeter Probe) [10]. В основе физики прибора лежит феномен «нелинейного резонансного взаимодействия», то есть взаимодействия электромагнитного поля некоего источника с колебаниями биологической ткани, которые возникают в ответ на прохождение через них электромагнитных волн определённой частоты. Таким образом, TRIMprob™ генерирует переменное электромагнитное поле, которое взаимодействует с заряженными частицами в ткани-мишени, что приводит к вторичному излучению от неё, то есть ткань-мишень становится источником обратного сигнала, который различен для нормальной и злокачественной тканей [11]. Ряд пилотных клинических исследований показал, что электромагнитная диагностика может быть применима в том числе и для обнаружения РПЖ [12 – 16]. Настоящее проспективное исследование было запущено с целью оценки возможности применения электромагнитной диагностики (метода тканевого

резонансного взаимодействия) для корректного выявления РПЖ.

Цель исследования: изучить возможность применения электромагнитной диагностики (метода тканевого резонансного взаимодействия) для выявления РПЖ, оценить диагностическую ценность метода.

Материалы и методы

После подписания информированного согласия были включены в исследование 124 пациента МНОЦ «МГУ имени М.В. Ломоносова», которым было запланировано проведение биопсии предстательной железы, трансуретральной резекции или энуклеации гиперплазии предстательной железы, радикальной простатэктомии в период с ноября 2020 года по апрель 2022. Диагноз РПЖ подтверждался в соответствии с современными рекомендациями и стандартами. Критерии включения в исследование: морфологически верифицированный диагноз РПЖ, морфологически верифицированный диагноз ДГПЖ, повышение ПСА > 4 нг/мл, жалобы на ухудшение качества мочеиспускания, возраст от 18 до 70 лет. Критерии исключения: психические заболевания, туберкулёз любой локализации в активной фазе и в анамнезе, тяжёлые и декомпенсированные заболевания печени и почек, сердечно-сосудистой системы, наличие кардиостимулятора, металлоконструкций в костях таза, наличие протезов тазобедренных суставов, тяжёлое и декомпенсированное течение эндокринных заболеваний, включая сахарный диабет, нежелание участвовать в исследовании.

При включении в исследование всем проводилось обследование предстательной железы на биосканере TRIMProb™ («Galileo Avionica» SpA, Torino, Italy). Биосканер включает в себя диагностический зонд, ресивер и монитор компьютера, представлен на рисунке 1.

Диагностический зонд представляет собой цилиндрическую трубку длиной 30 см, содержащую в себе аккумулятор, который в то же время является рукоятью трубки, и непосредственно нелинейный осциллятор (систему, создающую колебания). Осциллятор излучает электромагнитные волны определённых частот (от 400 до 1350 МГц) и располагается на дистальном конце трубки. Пучок излучения зонда узкий, около 12°. Созданное зондом электромагнитное



Рисунок 1. Оборудование биосканера
Figure 1. Bioscanner equipments

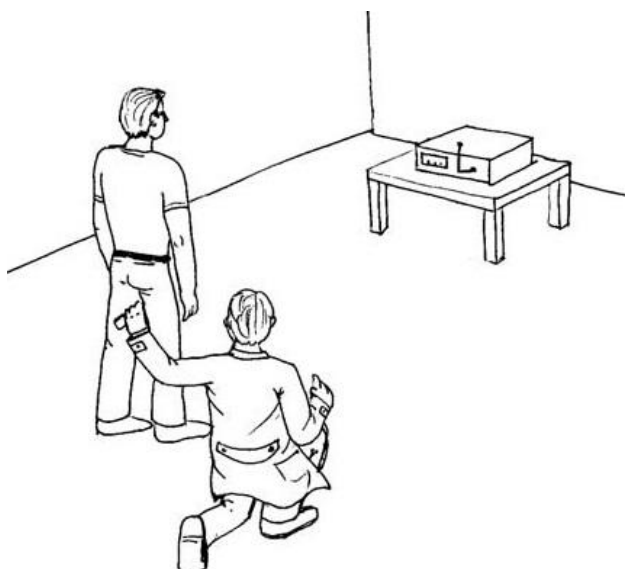


Рисунок 2. Исследование предстательной
железы биосканером
Figure 2. Prostate examination using a bioscanner

поле при непосредственном контакте с зоной интереса стимулирует колебание зарядов в ткани. Они резонируют в диапазоне, излучаемом генератором, данный резонанс может быть зафиксирован благодаря «нелинейному резонансному взаимодействию» [10]. Ресивер фиксирует взаимодействие, и результаты исследования отображаются на экране в режиме реального времени. Показатели резонанса отображаются на дисплее компьютера в логарифмическом масштабе и выражаются в произвольных единицах (AU) от 0 до 255. Регистрируется отклик при частоте 465 МГц, результат исследования на РПЖ считается положительным, когда интенсивность сигнала при 465 МГц менее 40 AU [15].

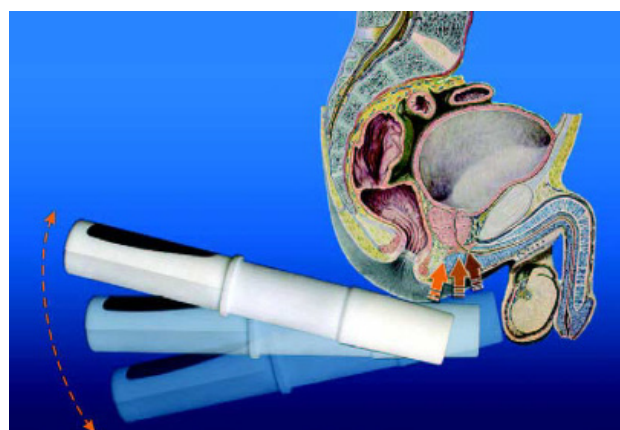


Рисунок 3. Техника выполнения исследования
простаты биосканером
Figure 3. Prostate scanning technique using
a bioscanner

Исследование биосканером проводилось двумя врачами после прохождения обучения у разработчика прибора. При исследовании пациент в одежде находится на расстоянии 1,5 м от ресивера, который расположен на уровне таза пациента, как изображено на рисунке 2.

Исследование проводится при плотном контакте зонда с областью промежности (допустимо проведение исследования через ткань одежды). Зонд перемещается в сагиттальной плоскости под углом 15° влево и 15° вправо от срединной линии и наклоняется так, чтобы луч был направлен на вентральную или дорсальную часть железы, как изображено на рисунке 3.

Все исследования биосканером проводились до оперативных вмешательств, исследователи не знали, какая манипуляция запланирована пациенту. Все результаты исследований заносились в электронную

базу данных. При получении гистологического заключения проводилось сравнение результатов патоморфологического исследования и показаний биосканера, определялась диагностическая значимость метода.

Статистический анализ. Данные были собраны с использованием пакета Microsoft Office Excel 365 («Microsoft» Corp., Redmond, WA, USA). Были рассчитаны с помощью IBM® SPSS Statistics 20.0 («SPSS: An IBM Company», IBM SPSS Corp., Armonk, NY, USA) специфичность, чувствительность, прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов. Клинические параметры выборки для непрерывных величин представлены в виде средних значений (M) ± стандартное отклонение (SD).

Результаты

В исследуемую группу были включены 124 мужчины, средний возраст составил $66,1 \pm 7,1$ года. Среднее значение общего ПСА — $16,0 \pm 53,5$ нг/мл. Пациентам ($n = 28$) планировалось проведение трансуретрального удаления гиперплазии предстательной железы, пациенты ($n = 14$) с морфологически подтвержденным диагнозом РПЖ были направлены либо на радикальную простатэктомию, либо на лучевую терапию, и 82 пациента были направлены на биопсию предстательной железы. Исследование простаты методом тканевого резонансного взаимодействия показало отрицательный результат у 31 пациента и положительный — у 93, тогда как результат патоморфологического исследования был отрицательным у 67 пациентов, а положительным — у 57 пациентов. При сравнении результатов электромагнитной диагностики и результатов патоморфологического исследования 47 пациентов (51,6%) из 93 с положительным результатом на биосканере также показали положительный результат по данным гистологии (истинно положительный результат). В то же время у 46 пациентов (48,4%) наблюдали отрицательный результат (ложноположительный). И напротив, у 21 пациента (67,7%) из 31 наблюдали отрицательный результат по данным сканирования (истинно отрицательный результат), а в 10 случаях результаты не соответствовали данным гистологии (ложноотрицательный). Таким образом, электромагнитная диагностика РПЖ имела общую чувствительность 82,0%, специфичность 31,0%, диагностическую точность 54%, положительную прогностическую

и отрицательную значимость 73,0% и 62,0%, соответственно.

Обсуждение

Отличительные электромагнитные свойства злокачественных клеток от нормальных тканей основаны на морфологических и биохимических процессах. Под воздействием внешнего электромагнитного поля заряды молекул внутри клеток перераспределяются [17]. В ответ на внешнее воздействие создается внутреннее электрическое поле, которое уменьшает приложенное электрическое поле со степенью поляризации, отражающей способность накапливать энергию. В злокачественных клетках нарушена проницаемость клеточных мембран, поэтому меняется внутриклеточный ионный состав. Злокачественные клетки имеют повышенную концентрацию натрия и хлора, большее содержание воды [18]. Таким образом, различные электромагнитные свойства нормальных и злокачественных тканей могут быть зафиксированы.

В публикации A. Tubaro et al. проводилось исследование диагностической ценности аппарата TRIMprob™ в диагностике новообразований предстательной железы [13]. Всего 111 пациентов прошли диагностику аппаратом TRIMprob™ перед проведением трансректальной биопсии предстательной железы. По результатам чувствительность электромагнитной диагностики РПЖ составила 86%, специфичность — 63%. При этом прогностическая ценность положительного и отрицательного результатов составила 60% и 88% соответственно, а точность данного метода диагностики — 72%.

M. Balma et al. также проводили исследование диагностических возможностей аппарата TRIMprob™ [12]. Авторы определили оптимальное расстояние между ресивером и пациентом для наиболее объективного исследования. Из 58 обследованных (мужчины до 24 лет без данных за заболевания предстательной железы) у 2 пациентов зафиксировано снижение частоты в диапазоне 465 МГц, то есть 2 случая ложноположительных результатов.

В самом крупном исследовании C. Bellorofonte et al. (757 пациентов) чувствительность метода составила 95,5%, специфичность — 42,7%, прогностическая ценность положительного и отрицательно-

го результатов — 63,6% и 89,8% [14].

Наши результаты свидетельствуют о том, что использование метода тканевого резонансного взаимодействия в диагностике РПЖ представляет собой неинвазивную, лёгкую и быструю процедуру, превосходно воспринимаемую пациентами. Наши данные показали более низкую специфичность по сравнению с вышеописанными исследованиями главным образом за счёт большого количества ложноположительных результатов. Все биопсии выполнялись систематическим методом, то есть не по протоколу fusion, в то время как в большинстве других видов диагностических биопсий пунктируется конкретный очаг, обнаруженный при инструментальных или физикальных обследованиях, систематическая биопсия предстательной железы обеспечивает целевой забор ткани, что может быть связано с пропущенными диагнозами РПЖ. Поэтому мы решили вынести пациентов с ложноположительными результатами в группу наблюдения. Тем не менее, мы считаем, что высокая ценность положительного результата может повысить эффективность раннего выявления РПЖ.

Ограничения исследования. Процедура электромагнитной диагностики РПЖ имеет ряд ограничений, которые следует учитывать. Во-первых, метод является оператор-зависимым, а метод визуализации является интуитивно неясным для общего использования. Применяя данный метод, невозможно различить клинически значимые и незначимые стадии злокачественного про-

цесса. Кроме того, нет чёткого понимания, влияют ли на специфичность этого метода неблагоприятные факторы, а именно другие заболевания сканируемого органа (простатит, предшествующая операция и т. д.) или соседних с предстательной железой органов (проктит, геморрой и т. д.). Тем не менее эти проблемы возникают в разной степени почти в каждом скрининговом исследовании. Предстоящими задачами мы видим стандартизацию проведения исследования и интерпретации полученных результатов.

Заключение

Проведённое исследование указывает на наличие взаимодействия между различными тканями предстательной железы и электромагнитным полем, и это взаимодействие может быть использовано в целях диагностики онкозаболеваний. Есть основания утверждать, что обследование при помощи метода тканевого резонансного взаимодействия является безопасным и неинвазивным. Необходимая интенсивность электромагнитных волн очень невелика (их мощность аналогична мощности беспроводного телефона), что позволяет осуществлять многократные обследования. Результаты, касающиеся диагностических возможностей данного метода с целью выявления рака предстательной железы, следует рассматривать как предварительные, и они нуждаются в дальнейшем контроле пациентов с ложноположительными результатами.

Список литературы | References

1. Grassi L, Spiegel D, Riba M. Advancing psychosocial care in cancer patients. *F1000Res*. 2017;6:2083. DOI: 10.12688/f1000research.11902.1
2. Rebello RJ, Oing C, Knudsen KE, Loeb S, Johnson DC, Reiter RE, Gillissen S, Van der Kwast T, Bristow RG. Prostate cancer. *Nat Rev Dis Primers*. 2021;7(1):9. DOI: 10.1038/s41572-020-00243-0
3. Cree IA, Uttley L, Buckley Woods H, Kikuchi H, Reiman A, Harnan S, Whiteman BL, Philips ST, Messenger M, Cox A, Teare D, Sheils O, Shaw J; UK Early Cancer Detection Consortium. The evidence base for circulating tumour DNA blood-based biomarkers for the early detection of cancer: a systematic mapping review. *BMC Cancer*. 2017;17(1):697. DOI: 10.1186/s12885-017-3693-7
4. Carlsson SV, Vickers AJ. Screening for Prostate Cancer. *Med Clin North Am*. 2020;104(6):1051-1062. DOI: 10.1016/j.mcna.2020.08.007
5. *EAU Guidelines*. Edn. presented at the EAU Annual Congress Amsterdam 2022. ISBN 978-94-92671-16-5. <https://uroweb.org/guidelines/prostate-cancer>
6. Hugosson J, Roobol MJ, Månsson M, Tammela TLJ, Zappa M, Nelen V, Kwiatkowski M, Lujan M, Carlsson SV, Talala KM, Lilja H, Denis LJ, Recker F, Paez A, Puliti D, Villers A, Rebillard X, Kilpeläinen TP, Stenman UH, Godtman RA, Stinesen Kollberg K, Moss SM, Kujala P, Taari K, Huber A, van der Kwast T, Heijnsdijk EA, Bangma C, De Koning HJ, Schröder FH, Auvinen A; ERSPC investigators. A 16-yr Follow-up of the European Randomized study of Screening for Prostate Cancer. *Eur Urol*. 2019;76(1):43-51. DOI: 10.1016/j.eururo.2019.02.009
7. Ablin RJ. The United States Preventive Services Task Force recommendation against prostate-specific antigen screening--point. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2012;21(3):391-4. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-12-0058

8. Fricke H, Morse S. The Electric Capacity of Tumors of the Breast. *The Journal of Cancer Research*. 1926;(10):340-376.
9. Joines WT. Frequency-dependent absorption of electromagnetic energy in biological tissue. *IEEE Trans Biomed Eng*. 1984;31(1):17-20.
DOI: 10.1109/TBME.1984.325365
10. Vedruccio C, Meessen A. EM cancer detection by means of non-linear resonance interaction. Paper presented at: PIERS 2004 - *Progress in Electromagnetics Research Symposium, Extended Papers Proceedings*; March 28-31, 2004; Pisa, Italy.
<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=a5f1f7bc2da7bf91a827ce7e752ba6a798a1d6b8>
11. Vedruccio C, Vedruccio CR. Non invasive radiofrequency diagnostics of cancer. The Bioscanner — Trimprob technology and clinical applications. *Journal of Physics: Conference Series*. 2011;329:012038.
DOI: 10.1088/1742-6596/329/1/012038
12. Balma M, Lacquaniti S, Fasolis G, Autino E. The potential of trimprob in the diagnosis of prostatic neoplasia: method of use and results of a study of healthy subjects. 2015.
DOI: 10.13140/RG.2.1.2330.0964.
13. Tubaro A, De Nunzio C, Trucchi A, Stoppacciaro A, Miano L. The electromagnetic detection of prostatic cancer: evaluation of diagnostic accuracy. *Urology*. 2008;72(2):340-4.
DOI: 10.1016/j.urology.2007.11.058
14. Bellorofonte C, Vedruccio C, Tombolini P, Ruoppolo M, Tubaro A. Non-invasive detection of prostate cancer by electromagnetic interaction. *Eur Urol*. 2005;47(1):29-37; discussion 37.
DOI: 10.1016/j.eururo.2004.09.012
15. Gokce O, Sanli O, Salmasioglu A, Tunaci A, Ozsoy C, Ozcan F. Tissue Resonance Interaction Method (TRIMprob) has the potential to be used alongside the recognized tests in the screening protocols for prostate cancer. *Int J Urol*. 2009;16(6):580-3.
DOI: 10.1111/j.1442-2042.2009.02306.x
16. Da Pozzo L, Scattoni V, Mazzoccoli B, Rigatti P, Manferrari F, Martorana G, Pietropaolo F, Belgrano E, Prezioso D, Lotti T, Villari D, Nicita G. Tissue-resonance interaction method for the noninvasive diagnosis of prostate cancer: analysis of a multicentre clinical evaluation. *BJU Int*. 2007;100(5):1055-9.
DOI: 10.1111/j.1464-410X.2007.07133.x
17. Orjan Martinsen, Sverre Grimnes, Orjan Martinsen, Sverre Grimnes. *Bioimpedance and Bioelectricity Basics, 2nd Edition*. San Diego: Academic Press Inc; 2008. ISBN: 9780123740045.
18. Tejedor L, Gómez Modet S, Manchev L, Aditya Parikesit A, editors. *Breast Cancer and Breast Reconstruction*. London: IntechOpen; 2020. ISBN: 978-1-78984-551-8; DOI: 10.5772/intechopen.81453.

Сведения об авторах

Михаил Евгеньевич Чалый — доктор медицинских наук, профессор; ведущий научный сотрудник кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, врач-уролог Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-1736-9085>

chalyy@bk.ru

Елизавета Владимировна Афанасьевская — врач-уролог отделения урологии ГБУЗ МО «Истринская областная клиническая больница»

г. Истра, Россия

аспирант кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, врач уролог Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-0161-6072>

e.afanasyevskaya@mail.ru

Арам Сержикович Амирханян — заведующий отделением урологии ГБУЗ МО «Истринская областная клиническая больница»

г. Истра, Россия

аспирант кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-4989-4717>

doc.aram@mail.ru

Андрей Алексеевич Стригунов — аспирант кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, врач уролог Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-4518-634X>

an-strigunov@yandex.ru

Information about the authors

Mikhail E. Chaliy — M.D., Dr.Sc. (Med.), Full. Prof.; Leading Researcher, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Urologist, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-1736-9085>

chalyy@bk.ru

Elizaveta V. Afanasyevskaya — M.D.; Urologist, Urology Division, Istra Regional Clinical Hospital

Istra, Moscow region, Russian Federation

Postgrad. Student, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Urologist, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-0161-6072>

e.afanasyevskaya@mail.ru

Aram S. Amirhanyan — M.D.; Head, Urology Division, Istra Regional Clinical Hospital

Istra, Moscow region, Russian Federation

Postgrad. Student, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Urologist, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-4989-4717>

doc.aram@mail.ru

Andrey A. Strigunov — M.D.; Postgrad. Student, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Urologist, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-4518-634X>

an-strigunov@yandex.ru

Александра Михайловна Кадышева — студентка факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-8656-4338>
am.kadysheva@mail.ru

Екатерина Владимировна Колыгина —ординатор кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0009-0006-2227-9681>
saint.peterburg@list.ru

Алина Сергеевна Шурьгина — ординатор кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-6037-1933>
mdshuryginaas@gmail.com

Александр Сергеевич Тивтикян — научный сотрудник отдела урологии и андрологии, врач-уролог Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-0686-7935>
aleksandertivtikyan@yandex.ru

Алексей Викторович Кадрев — кандидат медицинских наук; заведующий отделением ультразвуковой диагностики, научный сотрудник отдела урологии и андрологии Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-6375-8164>
akadrev@yandex.ru

Дмитрий Александрович Охоботов — кандидат медицинских наук; доцент кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, врач-уролог Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-6768-9004>
14072003@rambler.ru

Николай Иванович Сорокин — доктор медицинских наук, профессор; профессор кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, ведущий научный сотрудник отдела урологии и андрологии Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-9466-7567>
nisorokin@mail.ru

Виталий Казиханович Дзитиев — кандидат медицинских наук; заведующий урологическим отделением, научный сотрудник отдела урологии и андрологии Медицинского научно-образовательного центра ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0001-7558-589X>
vitdok@mail.ru

Армаис Альбертович Камалов — доктор медицинских наук, профессор, академик РАН; директор Медицинского научно-образовательного центра, заведующий кафедрой урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»
г. Москва, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-4251-7545>
armais.kamalov@rambler.ru

Alexandra M. Kadysheva — Student, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-8656-4338>
am.kadysheva@mail.ru

Ekaterina V. Kolygina — Resident, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0009-0006-2227-9681>
saint.peterburg@list.ru

Alina S. Shurygina — Resident, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6037-1933>
mdshuryginaas@gmail.com

Alexander S. Tivtikyan — M.D.; Researcher, Urology and Andrology Unit; Urologist, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-0686-7935>
aleksandertivtikyan@yandex.ru

Alexey V. Kadrev — M.D., Cand.Sc.(Med); Head, Ultrasound Diagnostics Division; Researcher, Urology and Andrology Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6375-8164>
akadrev@yandex.ru

Dmitry A. Ohobotov — M.D., Cand.Sc.(Med); Assoc.Prof., Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Urologist, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University;
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-6768-9004>
14072003@rambler.ru

Nikolay I. Sorokin — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof.; Prof., Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Leading Researcher, Urology and Andrology Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9466-7567>
nisorokin@mail.ru

Vitaly K. Dzitiev — M.D., Cand.Sc.(Med); Head, Urology Division, Researcher, Urology and Andrology Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-7558-589X>
vitdok@mail.ru

Armais A. Kamalov — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof., Acad. of the RAS; Headmaster, Medical Research and Educational Centre; Head, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov University
Moscow, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-4251-7545>
armais.kamalov@rambler.ru