

На правах рукописи

**Вязьмин Вадим Викторович**

**ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К ДИАГНОСТИКЕ И  
ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ТЕЧЕНИЯ РАКА ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ  
ЖЕЛЕЗЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОНУКЛИДНЫХ МЕТОДОВ  
ИССЛЕДОВАНИЯ**

3.1.25 – лучевая диагностика

3.1.6 – онкология, лучевая терапия

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

**Красноярск – 2023**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

**Научные руководители:**

**Зуков Руслан Александрович**  
доктор медицинских наук, профессор  
**Чернов Владимир Иванович**  
доктор медицинских наук, профессор,  
член-корреспондент РАН

**Официальные оппоненты:**

**Новиков Сергей Николаевич** доктор медицинских наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, научное отделение радиационной онкологии и ядерной медицины, заведующий, ведущий научный сотрудник

**Зоркальцев Максим Александрович** доктор медицинских наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии, доцент кафедры

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Москва)

Защита состоится «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании диссертационного совета 24.1.215.04 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук» по адресу г. Томск, ул. Киевская 111а, Научно-исследовательский институт кардиологии.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук», адрес сайта <http://tnimc.ru/>

Автореферат разослан «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ года

Ученый секретарь диссертационного совета,  
доктор медицинских наук

Гракова Елена Викторовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность

Рак предстательной железы (РПЖ) является одним из наиболее распространенных злокачественных новообразований (ЗНО) у мужчин. Ежегодно в мире диагностируется около 1,6 миллиона новых случаев РПЖ, и около 366 тысяч мужчин погибают от данной патологии. Это наиболее часто выявляемое ЗНО в более чем 50% стран мира (112 из 185) и ведущая причина смертности от ЗНО в 48 странах. [Giona S., 2021; Sung H. et. al., 2021; Каприн А.Д. и др., 2021].

Радионуклидные методы диагностики относятся к функциональным методам визуализации, позволяющим оценить физиологические и патофизиологические процессы, происходящие в организме. Методы радионуклидной визуализации уже прочно закрепились в онкологической практике для диагностики регионарных и отдаленных метастазов, а также оценки ответа на лечение [Hricak H. et. al., 2021; Weber W.A. et. al., 2020].

К радионуклидным методам визуализации относятся планарная сцинтиграфия, однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ) и позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Неоспоримыми преимуществами данного подвида лучевой диагностики является его высокая чувствительность (80-100%) и возможность оценить распространенность опухолевого процесса в режиме «всё тело» за одно исследование. При этом оснащение практически всех современных аппаратов рентгеновскими компьютерными томографами, позволяет совместить радионуклидные данные с анатомическими изображениями, что увеличивает показатели специфичности до вышеобозначенных показателей чувствительности [Hricak H. et. al., 2021; Weber W.A. et. al., 2020, Лишманов Ю.В., Чернов В.И., 2010].

Несмотря на актуальность и востребованность радионуклидных методов диагностики в онкологии, существенной проблемой остается недостаточная распространенность методов радионуклидной визуализации по сравнению с мультиспиральной компьютерной томографией (МСКТ) и магнитно-резонансной томографией (МРТ), а также отсутствие четких критериев использования методов радионуклидной диагностики [Климанов В.А., 2019]. В отечественных клинических рекомендациях по диагностике и лечению РПЖ основным методом визуализации костных метастазов указана планарная остеосцинтиграфия (ОСГ) (в первую очередь при выявлении неблагоприятных факторов, таких как уровень простатспецифического антигена (ПСА) более 20 нг/мл, наличие в биопсийном материале опухоли с дифференцировкой 4 или 5 по Глиссону (ISUP 2–5)). Позитронно-эмиссионная томография с  $^{11}\text{C}$ -холином рекомендуется как альтернатива в первую очередь при сомнительных результатах сцинтиграфии костей, а ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ вообще не упоминается [Каприн А.Д., 2021]. В рекомендациях NCCN прослеживается тенденция к переходу от остеосцинтиграфии к ПЭТ/КТ и ПЭТ/МРТ с простатическим специфическим мембранным антигеном (ПСМА) и МРТ всего тела, что трудно реализуемо из-за большой стоимости и малой доступности данных методов исследований.

Несмотря на доказанную эффективность применения методов радионуклидной диагностики в стадировании, мониторинге и оценке ответа на лечение рака предстательной железы, использование ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и ПЭТ/КТ с холином в первичном выявлении опухолей предстательной железы показало свою невысокую диагностическую ценность [Minamimoto R. et.al., 2011; Minamimoto R.

et.al., 2013; Farsad M. et.al., 2005; Giovacchini G. et.al., 2008; Scher B. et.al., 2007]. Внедрение ПСМА-таргетных радиофармацевтических лекарственных препаратов (РФЛП) в широкую клиническую практику вызвало интерес к использованию данных препаратов для первичной диагностики РПЖ. Благодаря своей способности накапливаться от 100 до 1000 раз чаще на поверхности опухолевых клеток, чем на поверхности нормальных клеток предстательной железы, данный трейсер является более перспективным, чем  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и холин при первичной диагностике ЗНО предстательной железы [Hoffmann M.A. et.al., 2017].

Большим преимуществом радионуклидных методов диагностики является возможность количественной и полуколичественной оценки накопления РФЛП, которые можно использовать для прогнозирования развития опухолевого процесса и оценки ответа на лечение.

Проведенный анализ литературы показывает, что на сегодняшний день отсутствует единый подход к использованию методов радионуклидной диагностики при РПЖ [Каприн А.Д. и др., 2021]. Отталкиваясь от возможностей каждого метода, необходимо определить четкий порядок их использования в диагностическом алгоритме обследования пациентов с РПЖ.

### **Степень разработанности темы**

Методы радионуклидной диагностики в настоящее время широко применяются в онкологической практике и, согласно российским и зарубежным клиническим рекомендациям, включены в алгоритм обследования пациентов с ЗНО предстательной железы. В то же время в клинических рекомендациях отсутствует единый подход к выбору метода радионуклидной диагностики и определенного РФЛП при ПЭТ/КТ. Лишь при назначении остеосцинтиграфии учтены клинко-морфологические параметры заболевания (стадия заболевания, индекс Глисона и уровень ПСА), а ПЭТ/КТ рассматривается как альтернативный способ диагностики костных метастазов без учета конкретного трейсера. Не указаны такие способы визуализации, как ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и остеосцинтиграфия, совмещенная с МСКТ [Каприн А.Д. и др., 2021].

С внедрением в широкую практику ПСМА-таргетных трейсеров использование данных РФЛП в первичной диагностике РПЖ является одной из самых интересных и спорных проблем. Единственный на данный момент мета-анализ включает в себя 7 исследований, проведенных с целью первичной диагностики опухолевого процесса по данным ПЭТ/КТ с ПСМА-трейсерами. Основываясь на относительно небольших выборках пациентов (от 15 до 97), исследования показали высокую чувствительность (от 88,8 % до 100 %) и разнообразные показатели специфичности (от 44,6 % до 100 %), что требует дальнейшего детального изучения [Hoffmann M.A. et.al., 2017].

Крайне перспективным и малоизученным является также вопрос о роли количественных оценок накопления РФЛП при остеосцинтиграфии. Учитывая превалирование в Российской Федерации сцинтиграфических исследований над ПЭТ-диагностикой, представляется актуальной разработка и внедрение методов количественной оценки накопления препарата при ОСГ как прогностического показателя при РПЖ в дополнении к традиционным клинко-морфологическим параметрам.

Основываясь на вышеизложенном, актуальным является разработка диагностического алгоритма, который бы помог выбрать конкретный метод

радионуклидной диагностики костных метастазов у пациентов с РПЖ с учетом клинико-морфологических параметров заболевания.

Представляет интерес более детальное изучение ПЭТ/КТ с ПСМА в первичной диагностике РПЖ и количественной оценки ОСГ как прогностического показателя данного заболевания.

### **Цель исследования**

Совершенствование подходов к применению радионуклидных методов исследования для диагностики, стадирования и прогнозирования течения опухолевого процесса у больных раком предстательной железы

### **Задачи исследования**

1. Провести анализ диагностических возможностей ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином и остеосцинтиграфии, совмещенной с МСКТ при метастатическом поражении костной системы у больных раком предстательной железы.
2. Определить основные клинико-морфологические параметры рака предстательной железы, ассоциированные с метастатическим поражением костей, выявленного по данным ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином и остеосцинтиграфии, совмещенной с МСКТ
3. Проанализировать возможности количественной оценки остеосцинтиграфии как предиктора общей выживаемости и времени до развития кастрационной резистентности при раке предстательной железы.
4. Оценить диагностические возможности использования ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА у пациентов с подозрением на рак предстательной железы по данным мпМРТ (PI-RADS 3) и ПСА в «серой зоне» (2-10 нг/мл).
5. Разработать алгоритм применения методов радионуклидной диагностики для выявления костных метастазов при раке предстательной железы, прогнозирования течения данного заболевания и определения показаний к биопсии предстательной железы.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Выбор метода радионуклидной диагностики (ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином и остеосцинтиграфии, совмещенной с МСКТ) при выявлении костных метастазов должен определяться с учетом индекса Глисона.
2. Количественный показатель метастатического поражения костной системы, рассчитанный по данным остеосцинтиграфии, может быть успешно использован как предиктор общей выживаемости и времени до развития кастрационной резистентности у больных раком предстательной железы.
3. ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА показан к использованию у пациентов с подозрением на рак предстательной железы по данным мпМРТ (PI-RADS 3) и уровнем ПСА в «серой зоне» (2-10 нг/мл) в качестве дополнительного информативного метода, позволяющий стратифицировать пациентов на подгруппы нуждающихся в биопсии и подлежащих динамическому наблюдению.

### **Научная новизна**

Впервые на большом клиническом материале обосновано использование индекса Глисона в качестве основного показателя, определяющего выбор метода радионуклидной диагностики.

Впервые проанализирована взаимосвязь между количественным показателем распространенности метастатического поражения костной системы по данным остеосцинтиграфии с общей выживаемостью и временем до развития кастрационной резистентности при раке предстательной железы.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

Определена диагностическая эффективность радионуклидных методов визуализации при выявлении костных метастазов в зависимости от клинко-морфологических параметров, что способствует их более обоснованному использованию в диагностическом алгоритме у больных раком предстательной железы.

Обосновано применение и внедрение в клиническую практику количественной оценки метастатического поражения костной системы по данным остеосцинтиграфии в качестве предиктора общей выживаемости и времени до развития кастрационной резистентности у больных раком предстательной железы.

Показана роль и место ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА в качестве информативного метода стратификации пациентов с подозрением на рак предстательной железы для выполнения биопсии простаты.

Разработан алгоритм применения методов радионуклидной диагностики для выявления костных метастазов при раке предстательной железы, прогнозирования течения данного заболевания и определения показаний к биопсии предстательной железы.

### **Методология и методы исследования**

В основу методологии настоящей диссертационной работы положены современные теоретические и практические основы отечественной и зарубежной онкологии и радионуклидной диагностики. Диссертация выполнена в соответствии с дизайном исследования.

В первом этапе работы у пациентов ( $n=300$ ) были изучены диагностические возможности радионуклидных методов исследований (ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином и остеосцинтиграфии, совмещенной с МСКТ) при диагностике костных метастазов РПЖ, дана оценка их эффективности в зависимости от основных клинко-морфологических параметров заболевания. Также были проанализированы возможности количественного индекса костного метастазирования (ИКМ) по данным ОСГ в качестве предиктора выживаемости и времени развития кастрационной резистентности у больных РПЖ.

При втором этапе у пациентов ( $n=30$ ) изучались возможности ПЭТ/КТ с туморотропным РФЛП  $^{18}\text{F}$ -ПСМА у пациентов с подозрением на РПЖ по данным мПМРТ (PI-RADS 3) и уровнем ПСА в «серой зоне» (2-10 нг/мл) для стратификации пациентов на подгруппы нуждающихся в биопсии и подлежащих динамическому наблюдению.

Полученные результаты были проанализированы и обработаны корректными методами статистического анализа.

### **Степень достоверности результатов**

Достоверность полученных результатов определяется использованием современных методов исследований, достаточным объемом выборки (300 больных РПЖ, включенных в ретроспективную часть исследования, 30 пациентов с высоким риском развития РПЖ, включенных в проспективную часть исследования), соответствие дизайна исследования поставленным в работе цели и задачам. Научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, полностью основаны на фактических данных, полученных в исследовании. Подготовка, статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки и статистического анализа полученной информации.

### **Личный вклад автора**

#### **Апробация результатов работы**

Результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на различных мероприятиях: Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные достижения онкологии в клинической практике» (Красноярск, 2019 г.), VI Съезде специалистов по лучевой диагностике и лучевой терапии Сибирского федерального округа «Диагностическая интроскопия. Реальность многое оставляет воображению» (Кемерово, 2020 г.), Третьем международном форуме онкологии и радиологии «FOR LIFE» (Москва, 2020 г.), Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные достижения онкологии в клинической практике» (Красноярск, 2021 г.), «JAPAN-RUSSIA INTERNATIONAL SYMPOSIUM on MEDICAL SCIENCE» (Красноярск, 2021 г.), Четвертом международном форуме онкологии и радиологии «FOR LIFE» (Москва, 2021 г.), II Осеннем онкологическом онлайн марафоне «ONLINE-ОСЕНЬ» (Москва, 2021 г.), III Весеннем онкологическом онлайн-марафоне «ONLINE-ВЕСНА» (Москва, 2022 г.).

#### **Внедрение результатов в практику**

Результаты исследования внедрены в практическую клиническую деятельность отделения радионуклидной диагностики КГБУЗ КККОД им. А.И. Крыжановского и центра ядерной медицины ФГБУ ФСНКЦ ФМБА России. Полученные данные используются в педагогическом процессе при обучении студентов и ординаторов на кафедре онкологии и лучевой терапии с курсом ПО и кафедре лучевой диагностики ИПО ФГБОУ ВО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.

#### **Публикации**

По теме диссертации и результатам, полученным в процессе исследования, опубликовано 10 научных работ, в том числе 4 статьи – в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации для публикации материалов диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

### **Личный вклад автора**

Личный вклад автора заключался в планировании исследования, изучении и анализе литературы по теме диссертации, отборе пациентов, включенных в

исследование, выполнении и анализе результатов радионуклидных методов исследования, формировании баз данных, статистической обработке и интерпретации полученных результатов.

Автором написаны все главы диссертации, а также оформлены полученные результаты в виде научных статей, тезисов и выступлений с докладами на российских и зарубежных конференциях.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, 3 глав (аналитического обзора литературы, материалов и методов исследования, результатов собственных исследований), заключения, выводов, практических рекомендаций, алгоритма, списка условных сокращений и указателя литературы. Работа изложена на 108 страницах машинописного текста и иллюстрирована 21 рисунком и 22 таблицами. Библиография включает 126 литературных источников, из них 11 отечественных и 115 иностранных.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В основу I этапа (ретроспективного) положены результаты наблюдения за 300 больными с морфологически подтвержденным диагнозом – аденокарцинома предстательной железы, которым на фоне АДТ с целью оценки распространенности опухолевого процесса были проведены радионуклидные исследования костной системы (ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ,  $^{18}\text{F}$ -холином и ОСГ, совмещенная с МСКТ). Был проведен анализ клинико-морфологических параметров, оказывающих влияние на течение РПЖ, а также выявленных в результате обследования лабораторных и радионуклидных (ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, с  $^{18}\text{F}$ -холином и остеосцинтиграфия, совмещенная с МСКТ) показателей.

Исследованы результаты 182 ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, 82 ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином и 174 ОСГ с  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пирфотехом, совмещенной с МСКТ вышеуказанных пациентов. Пациентам были проведены вышеперечисленные радионуклидные исследования с целью оценки распространенности опухолевого процесса.

Были проанализированы возможности оценки распространенности опухолевого поражения костной системы с помощью количественного радионуклидного индекса в качестве предиктора выживаемости и времени до развития кастрационной резистентности у больных РПЖ. У 51 пациента с первично выявленными костными метастазами по данным остеосцинтиграфии был вычислен количественный индекс костного метастазирования. У 37 пациентов были проведены контрольные ОСГ в период 24-36 недель после начального исследования на фоне проведенной лекарственной терапии костных метастазов и ИКМ рассчитан в динамике.

#### ***Критерии включения в ретроспективную группу:***

1. Аденокарцинома предстательной железы;
2. Проведенное радионуклидное исследование после выявления РПЖ.

#### ***Критерии исключения из ретроспективной группы:***

1. ЗНО другой локализации.

Распространенность опухолевого процесса у больных РПЖ была представлена следующим образом: I-II стадия – 137 (45,7%), III – 102 (34%), IV – 61 (20,3%).

Распределение пациентов по категории Т: Т1 – 22 (7,3%), Т2 – 132 (44%), Т3 – 128 (42,7%) и Т4 – 18 (6%). Подавляющее количество пациентов – 275 (91,7%) на момент проведения радионуклидного исследования имело статус поражения лимфоузлов N0 и только 25 (8,3%) N1. У 238 (79,3%) пациентов отсутствовали отдаленные метастазы – категория M0 и у 62 (20,7%) пациентов были диагностированы диссеминированный опухолевый процесс в виде поражения нерезионарных лимфатических узлов – категория M1a.

Анализ морфологических свойств биопсийного материала показал следующее распределение на подгруппы высокой (2-6 баллов) – 138 (46%), умеренной (7 баллов) – 77 (25,7%) и низкой (8-10 баллов) – 85 (28,3%) степени дифференцировки.

На момент проведения радионуклидного исследования (ОСГ или ПЭТ/КТ) у подавляющего большинства пациентов – 226 (75,33%) уровень ПСА составлял меньше 10 нг/мл. Медиана ПСА на момент ОСГ или ПЭТ/КТ составила 1,7 [0,1-36,9] нг/мл.

Медиана ПСА на момент проведения ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ составила 1,4 [0,1-49,3] нг/мл, на момент проведения ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином 1,8 [0,13-18,9] нг/мл, а при проведении ОСГ, совмещенной с МСКТ – 1,7 [0,15-47,8] нг/мл.

Медиана наблюдения за пациентами составила 52 [16-86] мес.

При II этапе (проспективном) были отобраны 30 пациентов, без морфологически верифицированного РПЖ с подозрением на наличие опухолевого процесса по следующим лабораторно-инструментальным критериям: уровень ПСА в «серой зоне» 2-10 нг/мл и PI-RADS 3 по данным мпМРТ органов малого таза (ОМТ).

Всем им было проведено ПЭТ/КТ с туморотропным РФЛП  $^{18}\text{F}$ -ПСМА и биопсия предстательной железы.

***Критерии включения в проспективную группу:***

1. мпМРТ (Pi-RADS 3);
2. Уровень ПСА (2-10 нг/мл).
3. Подписанное пациентом информированное согласие.

***Критерии исключения пациентов из проспективной группы:***

1. Наличие в анамнезе заболеваний, при которых может происходить гипераккумуляция  $^{18}\text{F}$ -ПСМА (болезнь Педжета, саркоидоз);
2. Отказ пациента от участия в исследовании.

Медиана уровня ПСА на момент проведения ПЭТ/КТ составила 8,6 [3,5-9,1] нг/мл.

Все пациенты были отслежены в течении последующих 12 мес. после проведения ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА и биопсии с контрольными измерениями уровня ПСА в сыворотке крови через каждые 3 мес. Дизайн исследования представлен на рисунке 1.

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ЭТАП

## ПРОСПЕКТИВНЫЙ ЭТАП

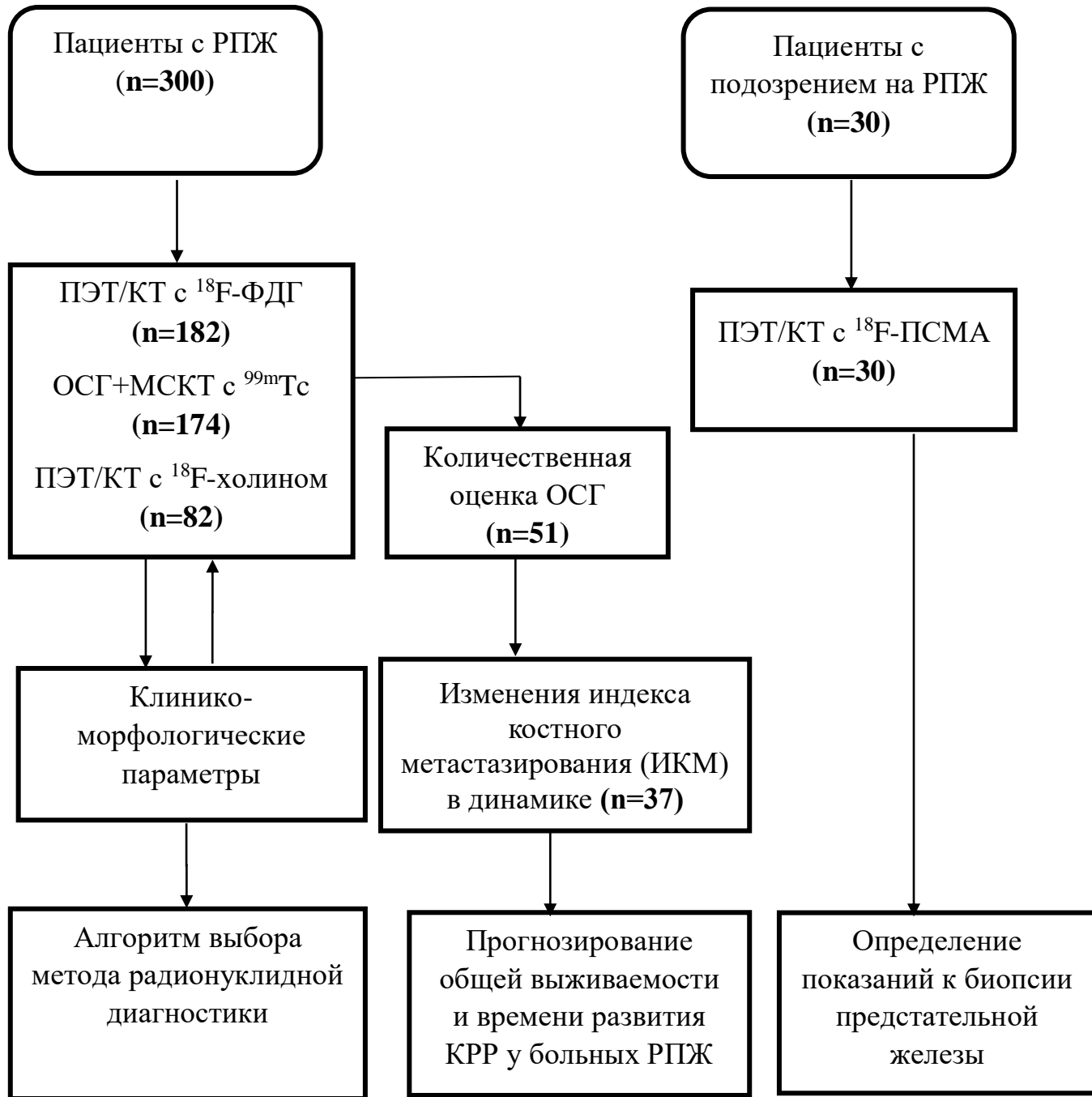


Рисунок 1 – Дизайн исследования

### Методы исследования

ПЭТ/КТ выполнялись на томографе GE Discovery 600 на базе Центра ядерной медицины ФГБУЗ СКЦ ФМБА России (г. Красноярск).

Всем пациентам, вне зависимости от выбранного РФЛП проводилось стандартное исследование в режиме «всего тела» (от уровня глазниц до средней трети бедра), в сочетании с низкодозным КТ-сканированием для коррекции аттенуации ПЭТ-данных. Реконструкция изображения выполнялась автоматически с дальнейшим совмещением (fusion) реконструированных ПЭТ- и КТ-данных.

Остеосцинтиграфии выполнялись на двухдетекторном гибридном ОФЭКТ/КТ томографе Siemens SYMBIA T16 в режиме «Whole Body» по стандартной методике через 2-3 часа после внутривенного введения остеотропного РФЛП пирфотех  $^{99m}\text{Tc}$  активностью 3-6 МБк на 1 кг массы тела пациента.

При вызывающих сомнения данных сцинтиграфии костей пациенту дополнительно выполнялось МСКТ зоны интереса с целью структурного подтверждения метастатического характера изменений, выявленных при ОСГ.

Исследования ПЭТ/КТ, ОСГ и МСКТ оценивались врачами, имеющими специализацию по рентгенологии и радиологии.

Радионуклидные части исследований описывались первыми. К очагам, подозрительным на злокачественный процесс, относились все находки с гиперфиксацией РФЛП. Учитывались количество очагов, локализация (типичными для метастатического поражения являются позвонки, кости таза, ребра). При этом интенсивность накопления РФЛП не учитывалась в качестве критерия дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных изменений.

Выявление метастатических очагов по результатам КТ-частей исследований основывалось на типичной семиотике для данного метода визуализации (разнокалиберные очаги, участки повышенной плотности <885 единиц Хаунсфилда) и сопоставлении с радионуклидной частью исследования для оценки метаболической активности структурных изменений.

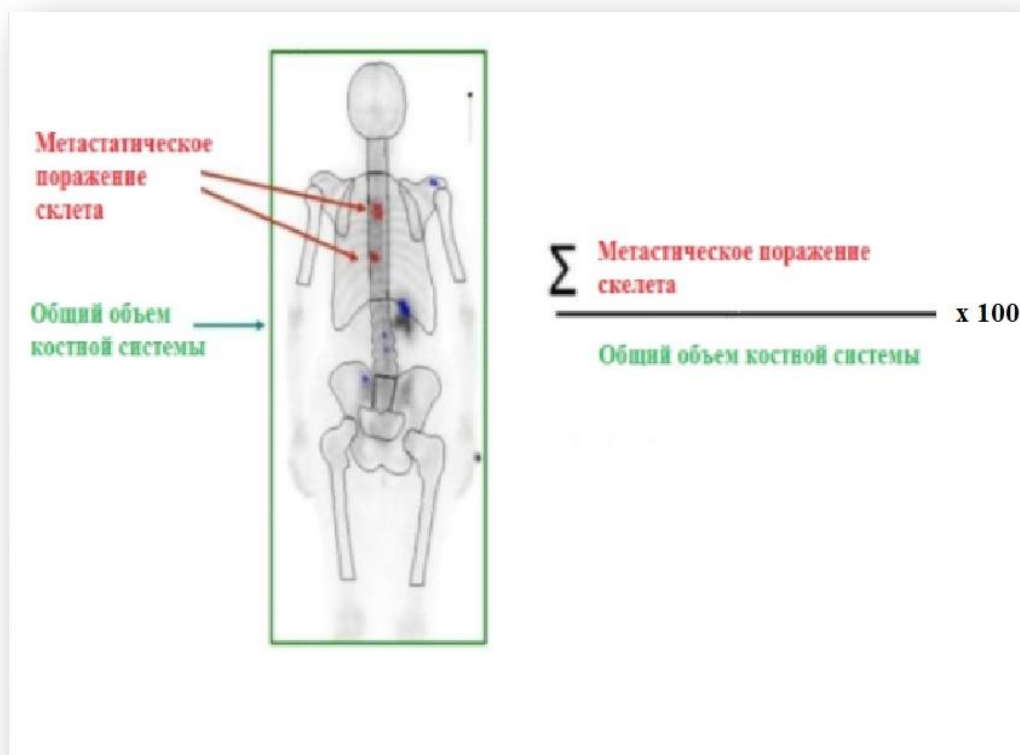
Поскольку гистологическое подтверждение костных метастазов практически не проводится, были приняты следующие стандарты оценки достоверности выявленных очагов:

- соответствие метаболической активности и характерной для метастазов структуры по данным остеосцинтиграфии, МСКТ, ПЭТ/КТ и МРТ;
- результаты повторных исследований при динамическом наблюдении.

Таким образом, при выявлении очага гиперфиксации РФЛП в костной системе по данным остеосцинтиграфии или ПЭТ/КТ результат трактовался как ОСГ-положительный или ПЭТ-положительный, при отсутствии гиперфиксации препарата – как ОСГ-отрицательный или ПЭТ-отрицательный соответственно.

Далее очаг гиперфиксации препарата сопоставлялся со структурными изменениями по данным МСКТ или МРТ. Если структурные изменения были характерны для метастатического поражения, результаты трактовались как ОСГ или ПЭТ истинно положительные. При результатах, не позволяющих однозначно интерпретировать результат как истинно положительный, для верификации диссеминации патологического процесса использовались результаты других методов лучевой визуализации костной системы (МРТ, ОСГ, МСКТ), повторных ПЭТ/КТ, клинические данные в процессе наблюдения, динамика ПСА, а также сочетание вышеперечисленного.

Для всех отобранных ОСГ с гиперфиксацией РФЛП дополнительно высчитывался индекс костного метастазирования (ИКМ) в виде соотношения количества накопленных импульсов в патологических очагах к общему уровню импульсов всего скелета (рисунок 2).



*Рисунок 2 – Формула расчета ИКМ*

### Статистический анализ

Для статистической обработки данных использовались компьютерные программы «Microsoft Office Excel 2016 и IBM SPSS Statistics 26». В работе применялись стандартные методы описательной, параметрической и непараметрической статистики.

Непараметрические показатели были представлены в виде медианы (Me), 10-й и 90-й перцентилей (С10–С90), для сравнения использовался непараметрический критерий Манна-Уитни. Достоверность различий независимых выборок оценивали с помощью метода  $\chi^2$ . Различия во всех случаях считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Корреляционные связи между исследуемыми переменными выявлялись через применение коэффициента корреляции Пирсона (для нормально распределенных количественных переменных), а также коэффициента Спирмена (в прочих случаях).

Количественную оценку статистических связей между клинко-морфологическими факторами и радионуклидными показателями опухолевого процесса проводили через расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена, оценки направленности, значимости и силы корреляционной связи.

Был проведен анализ диагностической эффективности радионуклидных методов исследования по следующим показателям (чувствительность, специфичность, точность, прогностическая ценность положительного результата

(ПЦПР), прогностическая ценность отрицательного результата (ПЦОР)). С помощью ROC-анализа были определены значения ПСА, при которых рекомендуется назначение конкретного метода радионуклидной диагностики.

Анализ выживаемости и времени до развития кастрационно-резистентного рака предстательной железы (КРРПЖ) выполнен по методу Каплана–Мейера. Вероятность худшей выживаемости и развития КРРПЖ была рассчитана с помощью показателя относительного риска (ОР). Достоверность различий оценивали с помощью логрангового критерия и критерия  $\chi^2$ . Различия во всех случаях считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

С целью исследования влияния ИКМ на наступление смертельного исхода и развития КРРПЖ были построены модели логистического регрессионного анализа с их калибровкой с помощью критерия согласия Хосмера-Лемешева.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Возможности ПЭТ/КТ с $^{18}\text{F}$ -ФДГ при диагностике костных метастазов рака предстательной железы

Были проанализированы ретроспективные данные 182 ПЭТ/КТ исследований с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, проведенные у пациентов с морфологически верифицированным РПЖ с целью оценки распространенности опухолевого процесса. Отобраны ПЭТ-положительные результаты с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, при которых отмечалось патологическое накопление РФЛП в костной системе, составившие 42 (23,1%) из 182 исследований, ПЭТ-отрицательные данные (без признаков патологического накопления РФЛП в костях) были выявлены при 140 (76,9%) из 182 исследований.

Очаги патологической гиперфиксации РФЛП, свидетельствующие о наличии метастатического поражения костей у пациентов с РПЖ, были получены в 39 из 42 (92,9%) случаев. При доброкачественных изменениях накопление препарата было выявлено в 3 из 42 (7,1%) случаев.

Таким образом, чувствительность и специфичность метода ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ при выявлении метастатического поражения костной системы у пациентов с РПЖ составили 83% и 97,8%. Полные показатели информативности метода представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Диагностические показатели ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, n=182

<b>Чувствительность</b>	83%
<b>Специфичность</b>	97,8%
<b>Диагностическая точность</b>	94%
<b>ПЦПР</b>	92,9%
<b>ПЦОР</b>	94,3%

В исследовании установлена взаимосвязь между исходными характеристиками опухоли (IV стадия заболевания, категории T3, T4 и M1a по классификации TNM) и вероятностью выявления костных метастазов по данным ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ, при этом была подтверждена статистическая значимость взаимосвязи ( $p=0,0001$ ).

Кроме того, установлено влияние степени дифференцировки опухоли (индекс Глисона) и вероятности диагностики костных метастазов по данным ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ. Выявление метастатического поражения костной системы увеличивалось по

мере снижения степени дифференцировки опухоли: больше половины (54,3%) костных метастазов были выявлены в подгруппе низкодифференцированных опухолей предстательной железы (Глисон >7), достоверность различий между подгруппами была статически подтверждена ( $p = 0,0003$ ).

При проведении ROC-анализа были получены данные, свидетельствующие о 80% чувствительности и 80,9% специфичности диагностики костных метастазов РПЖ по данным ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ при уровне ПСА  $\geq 5,4$  нг/мл.

### **Возможности ПЭТ/КТ с $^{18}\text{F}$ -холином при диагностике костных метастазов рака предстательной железы**

Были проанализированы ретроспективные данные 82 ПЭТ/КТ исследований с  $^{18}\text{F}$ -холином, проведенных у пациентов с морфологически верифицированным РПЖ для оценки диссеминации опухолевого процесса. ПЭТ-положительные результаты с  $^{18}\text{F}$ -холином (при которых отмечалось патологическое накопление РФЛП в костной системе) составили 18 (21,9%) из 82, ПЭТ-отрицательные данные (без патологического накопления препарата в костных структурах) были выявлены при 64 (78,1%) из 82 исследований.

Истинно положительные (ИП) результаты ПЭТ/КТ, свидетельствующие о наличии метастатического поражения скелета у пациентов с РПЖ, были получены в 15 из 18 (83,3%) ПЭТ-позитивных случаев. Ложноположительные (ЛП) результаты получены в 3 из 18 (16,7%) ПЭТ-позитивных случаев.

Чувствительность и специфичность метода ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином при выявлении метастазов в кости при РПЖ составили 88,2% и 95,4%. Полные показатели информативности метода представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Диагностические показатели ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином,  $n=82$

<b>Чувствительность</b>	88,2%
<b>Специфичность</b>	95,4%
<b>Диагностическая точность</b>	93,9%
<b>ПЦП</b>	83,3%
<b>ПЦОР</b>	96,9%

Определена взаимосвязь между исходными характеристиками опухоли (II, IV стадии заболевания и категория M1a по классификации TNM) и вероятностью выявления метастазов в кости по данным ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином ( $p=0,0001$ ).

По результатам исследования степень дифференцировки опухоли (индекс Глисона) не влияла на вероятность диагностики костных метастазов по данным ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином ( $p=0,5067$ ).

Уровень ПСА для назначения ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином составил 3,9 нг/мл при достаточно невысоких показателях чувствительности (53,0%) и специфичности (67,7%).

### **Диагностические и прогностические возможности остеосцинтиграфии, совмещенной с МСКТ при метастатическом поражении костной системы у больных РПЖ**

Были проанализированы ретроспективные данные 174 ОСГ с  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -пирфотехом, проведенные у пациентов с морфологически верифицированным РПЖ

с целью выявления костных метастазов. Патологическое накопление РФЛП в костной системе было выявлено в 64 (36,8%) из 174 исследований, отрицательные результаты ОСГ составили 110 (63,2%) из 174 исследований.

При неоднозначности результатов ОСГ (одиночные очаги, нетипичная локализация очагов, несовпадение клинико-морфологических данных) дополнительно проводилось МСКТ зоны интереса.

Истинно положительные результаты ОСГ, свидетельствующие о наличии метастатического поражения костной системы у больных РПЖ, были получены в 62 из 64 (96,8%) ОСГ-положительных случаев. ЛП результаты получены в 2 из 64 (3,1%) ОСГ-положительных случаев

Таким образом, показатели чувствительности и специфичности ОСГ, совмещенной с МСКТ при определении метастатического поражения скелета у больных РПЖ составили 76,5% и 97,9%. Полные показатели информативности метода представлены в таблице 3.

**Таблица 3** – Диагностические показатели ОСГ с <sup>99m</sup>Tc-пирфотехом, совмещенной с МСКТ, n=174

<b>Чувствительность</b>	76,5%
<b>Специфичность</b>	97,9%
<b>Диагностическая точность</b>	87,9%
<b>ПЦПР</b>	96,9%
<b>ПЦОР</b>	82,7%

В нашем исследовании была выявлена взаимосвязь между исходными характеристиками опухоли (II, IV стадии заболевания, категории T2, T4, N1, M1a по классификации TNM) и вероятностью выявления костных метастазов по данным остеосцинтиграфии, совмещенной с МСКТ, при этом была подтверждена статистическая достоверность взаимосвязи ( $p=0,0001$ ).

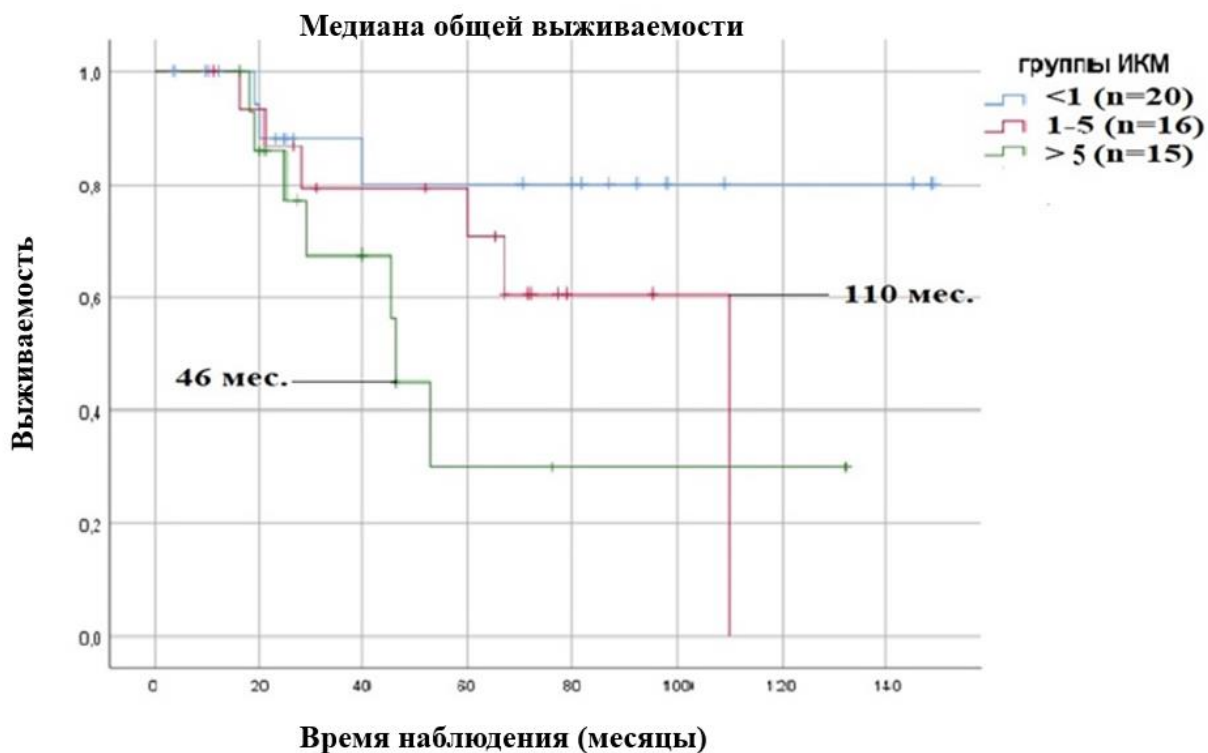
Вероятность выявления метастазов в кости увеличивалась по мере снижения степени дифференцировки опухоли. Большая часть (40,3%) ИП ОСГ результатов были получены в подгруппе низкодифференцированных опухолей предстательной железы (Глисон >7), достоверность различий была статически подтверждена ( $p=0,0037$ ).

При проведении ROC-анализа были получены данные, свидетельствующие о 72,6% чувствительности и 82,4% специфичности диагностики костных метастазов РПЖ по данным ОСГ, совмещенной с МСКТ при уровне ПСА  $\geq 3,8$  нг/мл.

Далее была поставлена задача оценить прогностическую значимость количественной оценки метастатического поражения костной системы –ИКМ по данным планарных ОСГ.

Обработанные скинтиграммы 51 пациента были разделены на три группы в зависимости от величины количественного индекса метастатического поражения костной системы: 1 группа <1– 20 (39,2%) пациентов, 2-я группа – от 1 до 5 – 16 (31,4%) пациентов и 3-я группа – >5 – 15 (29,4%) пациентов.

Медиана наблюдения за пациентами составила 45 [16-106,8] мес. За это время 16 (31,4%) из 51 исследуемых погибли. Оценка выживаемости больных в зависимости от ИКМ была произведена с помощью построения кривых Каплана-Мейера (рисунок 3).

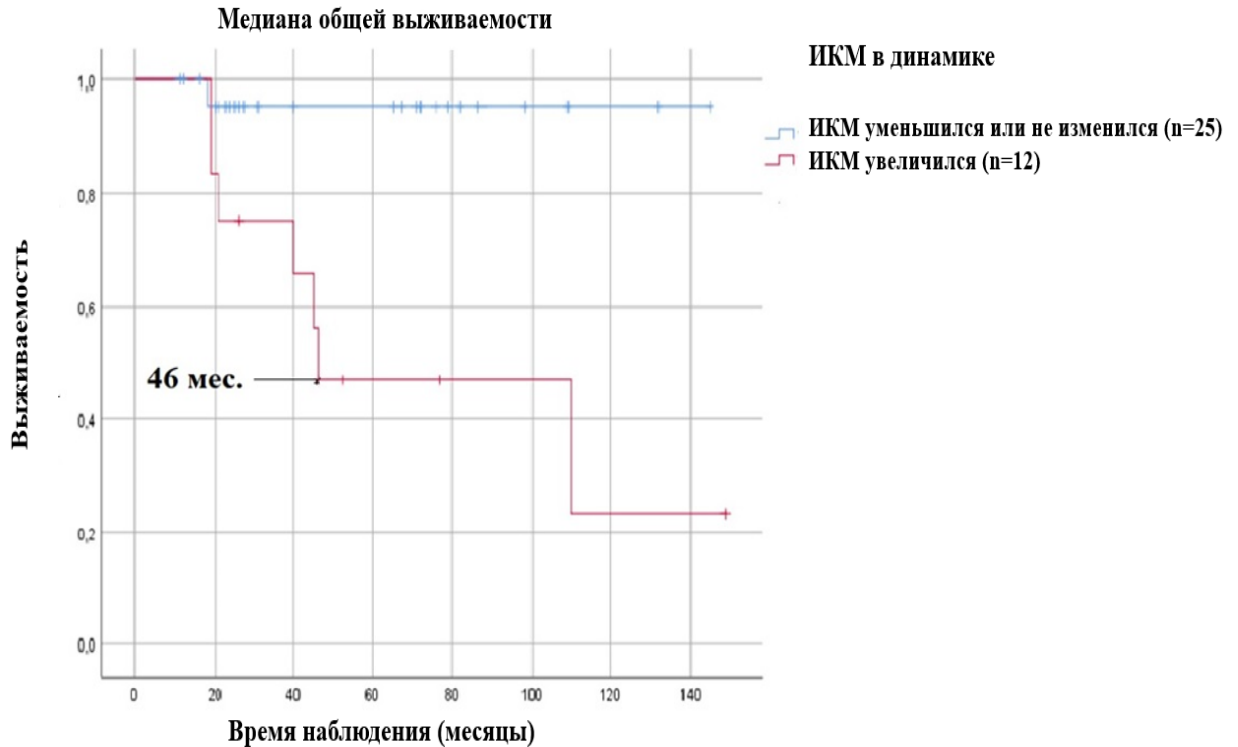


**Рисунок 3** – Кривые Каплана-Мейера оценки выживаемости у больных РПЖ в зависимости от ИКМ

Медиана выживаемости не была достигнута только в первой группе пациентов, значения Ме во второй группе составили 110 мес., как и общая медиана выживаемости всех пациентов, в третьей – 46 мес. При оценке различий во времени выживаемости между группами были получены статистически значимые значения ( $p=0,0442$ ) между временем выживаемости 1-ой и 3-ей групп. В других сравнениях статистически значимых отличий во времени выживаемости не было.

У 37 пациентов были также проведены контрольные ОСГ и ИКМ рассчитан в динамике. По результатам динамического наблюдения больные были разделены на две группы: группа А – ИКМ уменьшился или не изменился у 25 (67,6%) пациентов, группа Б – ИКМ вырос при динамическом исследовании у 12 (32,4%) наблюдаемых.

Медиана выживаемости у группы А не была достигнута, а у группы Б составила 46 мес. При этом различия во времени между группами были статистически значимыми  $p=0,0031$  (рисунок 4).

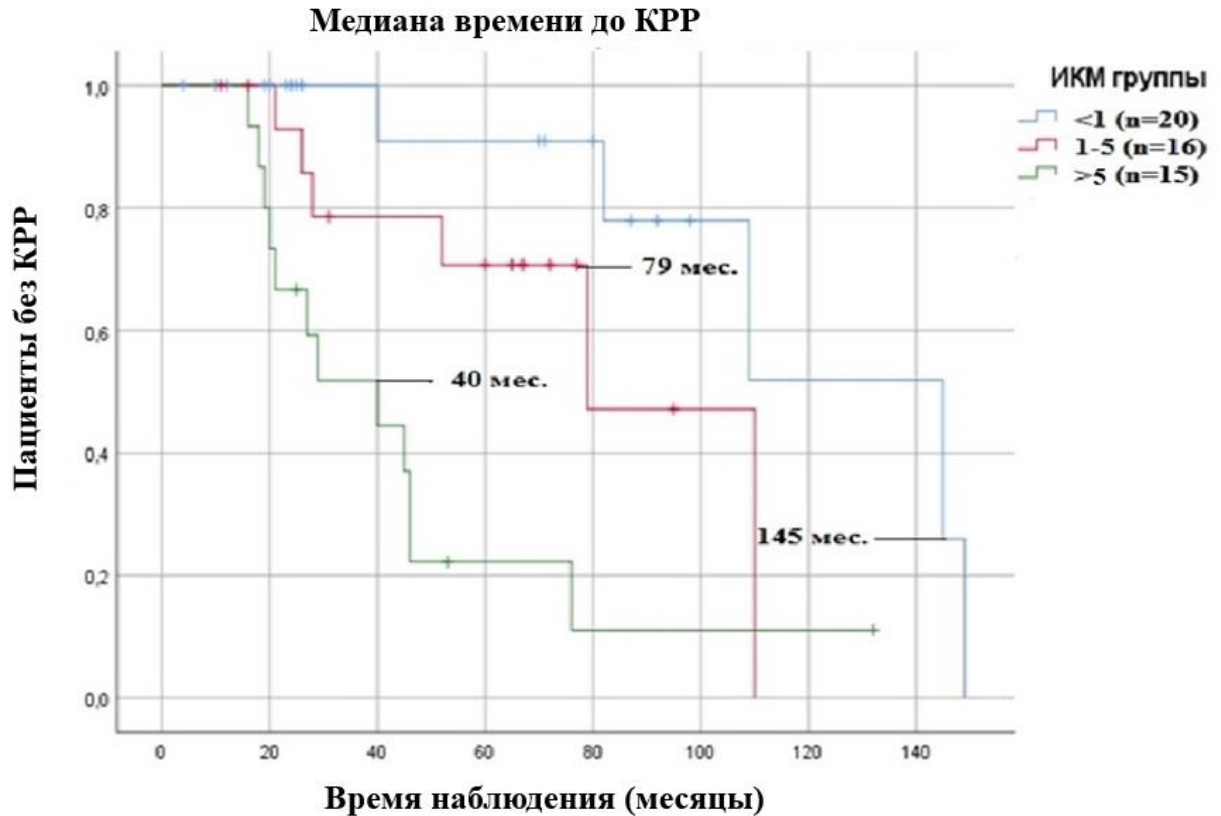


**Рисунок 4 – Кривые Каплана-Мейера оценки выживаемости у больных РПЖ в зависимости от динамики ИКМ**

Относительный риск при сопоставлении двух групп был равен 14,5 (95% ДИ 2,01-105,5),  $p=0,008$ .

Следующим шагом были проанализированы возможности ИКМ как предиктора развития кастрационной резистентности. Из 51 пациента, включенного в исследование, 23 (45,1%) за время наблюдения достигли кастрационно-резистентной формы РПЖ.

Общая медиана до времени развития КРРПЖ составила 82 [40-145] мес. Медиана времени до развития кастрационной резистентности в 1-й группе составила 145 [109-149] мес., во 2-й группе – 79 [52-110] мес. и 40 [20-46] мес. в третьей группе (рисунок 5).



*Рисунок 5 – Кривые Каплана-Мейера оценки времени развития КРРПЖ в зависимости от ИКМ*

При сопоставлении групп были выявлены статистически значимые различия между временем до развития кастрационной резистентности между 1-й и 3-й группами ( $p=0,0031$ ) и между 2-й и 3-й группами ( $p=0,0199$ ).

При сравнении исследуемых групп пациенты с показателем ИКМ  $>5$  в 3,2 раза раньше достигли кастрационно-резистентной формы заболевания, чем пациенты с ИКМ  $<1$  ( $p=0,0044$ ) и в 2,1 раза, чем пациенты с ИКМ от 1 до 5 ( $p=0,0293$ ).

Что касается влияния динамики ИКМ на развитие КРРПЖ, общая медиана времени развития кастрационно-резистентной формы составила 76 [40-110] мес. Различия Ме времени достижения КРРПЖ в А и Б группах оказались статистически не значимыми ( $p=0,3266$ ) и составили 82 [40-145] мес. и 46 [26-110] мес. соответственно.

Показатель ОР вероятности времени до наступления КРРПЖ при сопоставлении двух групп был равен 1,9 (95% ДИ 1,1-3,2),  $p=0,014$ .

Таким образом, количественная оценка метастатического поражения костной системы по данным ОСГ – ИКМ, а также его изменения в динамике, может использоваться как предиктор худшей выживаемости и развития КРРПЖ.

### **ПЭТ/КТ с $^{18}\text{F}$ -ПСМА у пациентов с подозрением на РПЖ**

На втором этапе исследования было отобрано 30 пациентов с подозрением на РПЖ, основанным на показателях уровня ПСА в «серой зоне» 2-10 нг/мл и Pi-RADS 3 по данным мПМРТ. Всем пациентам было проведено ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА, с дальнейшей верификацией процесса морфологически по данным биопсии. При получении отрицательных значений биопсии, пациенты отправлялись на

динамическое наблюдение с проведением контрольных измерений уровня ПСА через 3, 6 и 12 месяцев.

Из 30 пациентов у 6 (20%) были получены позитивные данные ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА. Медиана значения стандартизированного уровня накопления препарата (SUVmax) составила 6,32 [3,34-9,46]. При сравнении с морфологическими данными у всех 6 (100%) пациентов с признаками накопления РФЛП в предстательной железе был подтвержден РПЖ.

У оставшихся 24 (80%) пациентов, без признаков накопления РФЛП в предстательной железе, результаты биопсии не подтвердили наличие злокачественного процесса и только у 1 (4,2%) пациента при динамическом наблюдении через 6 мес. по результатам повторной биопсии были получены опухолевые клетки (таблица 4).

**Таблица 4** – Результаты ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА у пациентов с подозрением на РПЖ, n=30

<b>Результат</b>	<b>Количество пациентов</b>
Истинно положительный	6
Истинно отрицательный	23
Ложноположительный	0
Ложноотрицательный	1

Проведенный анализ информативности метода показал высокие значения чувствительности (86%), специфичности (100%), диагностической точности (96,7%), положительной прогностической значимости (100%) и отрицательной прогностической значимости метода (95,8%).

Таким образом, пациентам с подозрением на РПЖ и сомнительными результатами традиционных методов исследований (мпМРТ, ПСА), рекомендуется выполнение ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА в качестве дополнительного информативного метода диагностики.

## ВЫВОДЫ

1. ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином является наиболее чувствительным (88,2%) и диагностически точным (93,9%) методом диагностики костных метастазов рака предстательной железы. По этим показателям метод превосходит остеосцинтиграфию, совмещенную с МСКТ (чувствительность 76,5%, диагностическая точность 87,9 %) и опережает ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ по чувствительности – 83% при практически идентичном показателе диагностической точности – 94%.

2. Индекс Глисона  $>7$  является основным показателем, ассоциированным с выявлением метастатического поражения костей по данным ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ ( $p=0,0003$ ) и остеосцинтиграфии, совмещенной с МСКТ ( $p=0,0037$ ).

3. Индекс костного метастазирования  $>5$  при остеосцинтиграфии является статистически значимым предиктором худшей выживаемости ( $p=0,0442$ ) и сокращения времени до развития кастрационной резистентности у больных раком предстательной железы ( $p=0,0031$ ).

4. У пациентов с подозрением на рак предстательной железы ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА является информативным неинвазивным методом диагностики (чувствительность 86%, специфичность 100%, диагностическая точность 96,7%), позволяющим стратифицировать пациентов на подгруппы нуждающихся в биопсии и подлежащих динамическому наблюдению.

5. Разработанный алгоритм позволяет оптимизировать применение методов радионуклидной визуализации для выявления костных метастазов при раке простаты, прогнозирования течения данного заболевания и определения показаний к биопсии предстательной железы.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

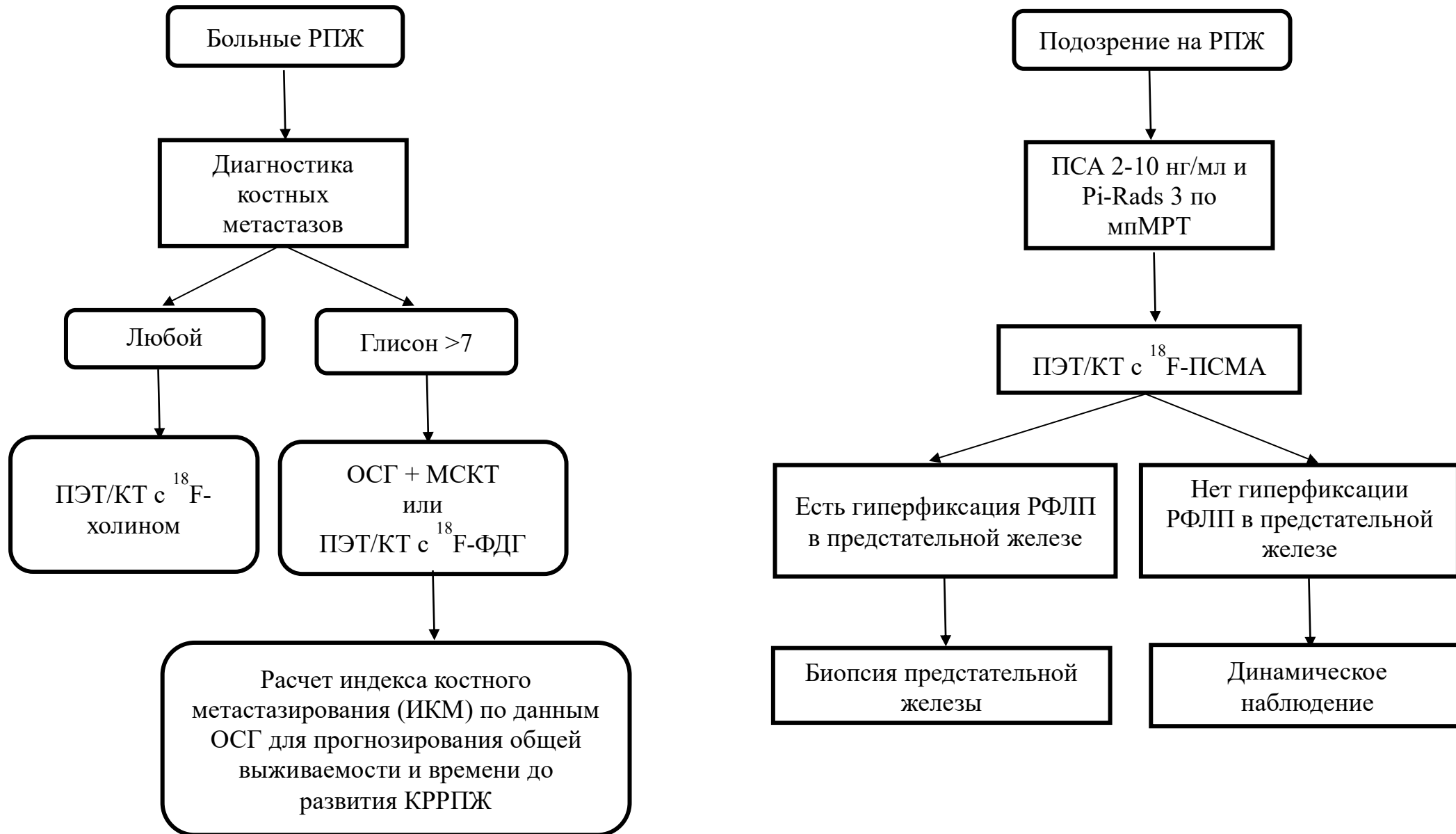
1. ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -холином рекомендуется в качестве предпочтительного метода диагностики костных метастазов при раке предстательной железы вне зависимости от исходных характеристик опухоли.

2. ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ и остеосцинтиграфию, совмещенную с МСКТ целесообразно использовать для диагностики метастатического поражения костной системы у пациентов с низкодифференцированными опухолями рака предстательной железы (Глисон  $>7$ ).

3. Рекомендуется вычислять индекс костного метастазирования по данным остеосцинтиграфии, а также его изменения в динамике с целью прогнозирования времени общей выживаемости и времени до развития кастрационной резистентности у больных раком предстательной железы.

4. Пациентам с подозрением на рак простаты и сомнительными результатами традиционных методов исследований (мпМРТ, ПСА) рекомендуется выполнение ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА в качестве информативного метода определения показаний к биопсии простаты.

**Алгоритм применения методов радионуклидной диагностики для выявления костных метастазов при РПЖ, прогнозирования развития данного заболевания и определения показаний к биопсии предстательной железы**



## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Вязьмин, В.В. Актуальность ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ФДГ в диагностике рака предстательной железы в эпоху ПСМА-таргетных РФЛП [Текст] / В.В. Вязьмин, Н.Г. Чанчикова, Р.А. Зуков // Третий международный форум онкологии и радиологии FOR LIFE. - Москва, III ФОРУМ ОНКОЛОГИИ И РАДИОЛОГИИ «FOR LIFE». - 2020. - С.119-120.

2. Вязьмин, В.В. Возможности радионуклидных количественных индексов в диагностике, прогнозировании и оценке терапии костных метастазов при раке предстательной железы [Текст] // Современные достижения онкологии в клинической практике: сборник научных работ к 75-летию онкологической службы Красноярского края. - Красноярск, Тип. РПФ СМик. - 2020. - С.89-95.

3. Вязьмин, В.В. ОФЭКТ/КТ в дифференциальной диагностике генерализованного поражения костной системы [Текст] / В.В. Вязьмин, Н.Ю. Шумилина, Р.А. Зуков // VI съезд специалистов по лучевой диагностике и лучевой терапии Сибирского федерального округа "Диагностическая интроскопия. Реальность многое оставляет воображению" - г. Кемерово - 2020 г. - С. 3.

4. Вязьмин, В.В. Возможность применения количественной оценки остеосцинтиграфии как предиктора худшей выживаемости у больных раком предстательной железы с метастазами в кости [Текст] // Современные достижения онкологии в клинической практике. - Красноярск, РПФ СМик. - 2021. - С.15-18.

5. Вязьмин, В.В. Возможность применения количественной оценки остеосцинтиграфии как предиктора развития кастрационной резистентности у больных раком предстательной железы с метастазами в кости [Текст] // В.В. Вязьмин, Ю.В. Анжиганова, Р.А. Зуков // Четвертый международный форум онкологии и радиологии FOR LIFE. – Москва, IV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ОНКОЛОГИИ И РАДИОТЕРАПИИ. - 2021. - С.79-80.

6. Vyazmin, V.V. The prognostic value of quantitative assessment of bone scans in patients with metastatic prostate cancer [Text] // JAPAN-RUSSIA INTERNATIONAL SYMPOSIUM on MEDICAL SCIENCE. - 2021. - P.20-21.

7. Вязьмин, В.В. Клинико-морфологические и лабораторные предикторы скинтиграфического феномена «superscan» при раке предстательной железы [Текст] / Н.Ю. Шумилина, В.В. Вязьмин, Е.Ю. Евдокимова, Д.О. Дашанов, Н.Г. Чанчикова, Р.А. Зуков // Сибирский онкологический журнал. 2020;19(2):17-24. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2020-19-2-17-24>.

8. Вязьмин, В.В. Современные возможности ПЭТ/КТ в диагностике рака предстательной железы [Текст] / В.В. Вязьмин, Р.А. Зуков, Н.Г. Чанчикова, Е.А. Левченко, В.И. Чернов // Сибирский онкологический журнал. 2021;20(5):115-122. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2021-20-5-115-122>.

9. Вязьмин, В.В. Диагностические возможности ПЭТ/КТ с  $^{18}\text{F}$ -ПСМА у пациентов с подозрением на рак предстательной железы [Текст] / Р.А. Зуков, В.В. Вязьмин, Н.Г. Чанчикова // Эффективная фармакотерапия. 2021; 18 (13): 6–10. DOI 10.33978/2307-3586-2022-18-13-6-10.

10. Вязьмин, В.В. Возможности совместной остеосцинтиграфии и МСКТ в дифференциальной диагностике генерализованного поражения костной системы [Текст] / В.В. Вязьмин, В.И. Чернов, Н.Ю. Шумилина, Т.С. Макушева,

Р.А. Зуков // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2022. - Т. 12. № 2. С. 132-147. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-132-147.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЗНО – злокачественные новообразования  
ИКМ – индекс костного метастазирования  
ИП – истинно положительные  
ИО – истинно отрицательные  
КТ – компьютерная томография  
КРРПЖ – кастрационно-резистентный рак предстательной железы  
ЛП – ложноположительные  
ЛО – ложноотрицательные  
МСКТ – мультиспиральная компьютерная томография  
МРТ – магнитно-резонансная томография  
ОСГ – остеосцинтиграфия  
ОФЭКТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография  
ОФЭКТ/КТ – однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с компьютерной томографией  
ОМТ – органы малого таза  
ПСА – простатспецифический антиген  
ПСМА – простатспецифический мембранный антиген  
ПЭТ – позитронно-эмиссионная томография  
ПЭТ/КТ – позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с компьютерной томографией  
ПЦПР – прогностическая ценность положительного результата  
ПЦОР – прогностическая ценность отрицательного результата  
РПЖ – рак предстательной железы  
РФЛП – радиофармацевтический лекарственный препарат  
SUV – standardized uptake value (стандартизированный уровень накопления)  
PI-RADS – Prostate Imaging Reporting and Data System (система оценки данных и составления заключения при интерпретации МРТ предстательной железы)