

ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ  
ЛУЧЕВОЙ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ  
ДИАГНОСТИКИ



# Остеоденситометрия

*Методические рекомендации №10*

[medradiology.moscow](http://medradiology.moscow)



**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ**

**ГБУЗ «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОЛОГИИ  
ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ МОСКВЫ»**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель председателя  
Ученого медицинского совета  
Департамента здравоохранения  
города Москвы

  
Д.В. Мелик-Гусейнов  
«  »    2017 года



**УТВЕРЖДАЮ**

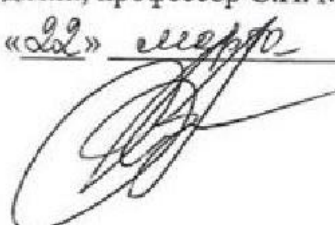
Решением бюро  
Ученого медицинского совета  
Департамента здравоохранения  
города Москвы № 5  
«  »    2017 года



**Остеоденситометрия**

Методические рекомендации № 10

Главный внештатный специалист  
по лучевой диагностике  
Департамента Здравоохранения  
города Москвы  
д.м.н., профессор С.П. Морозов  
«  »    2017 года



г. Москва, 2017

**ISSN 2618-7124**

УДК 615.84+616-073.75

ББК 53.6

О-76

**Организация-разработчик:** Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы»

**Составители:** А.В. Годзенко, А.В. Петрайкин, С.Ю. Ким, С.П. Морозов, К.А. Сергунова, Н.В. Иванникова, А.В. Воронцов, Е.А. Киселёва

О-76 Годзенко А.В., Петрайкин А.В., Ким С.Ю., Морозов С.П., Сергунова К.А., Иванникова Н.В., Воронцов А.В., Киселёва Е.А. Остеоденситометрия / Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 1. – М., 2017. – 26 с.

**Рецензент:** Толибджон Абдуллаевич Ахатов – руководитель отдела лучевых методов диагностики ГБУЗ г.Москвы «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии ДЗМ», д.м.н., профессор

**Предназначение:** представлены данные о распространенности остеопении и остеопороза, описаны основные методики диагностики данных патологических состояний, приведены T и Z критерии постановки диагноза, более подробно освещены методики двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA) и количественной компьютерной томографии (QCT). Методические рекомендации предназначены для специалистов, занимающихся организацией, проведением и интерпретацией результатов денситометрии, врачей-рентгенологов, эндокринологов, клиницистов широкого профиля.

**Благодарность:** доктору медицинских наук Дмитрию Владимировичу Буренчеву за помощь в подготовке методических рекомендаций

*Данный документ является собственностью Департамента здравоохранения города Москвы, не подлежит тиражированию и распространению без соответствующего разрешения*

© Департамент здравоохранения города Москвы, 2017

© ГБУЗ г.Москвы «Научно-практический центр медицинской радиологии Департамента здравоохранения города Москвы», 2017

© Коллектив авторов, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

Нормативные ссылки .....	4
Определения.....	5
Обозначения и сокращения .....	6
Введение .....	7
Основная часть .....	9
Цели проведения денситометрии .....	9
Виды остеоденситометрии.....	9
Показания к проведению денситометрии.....	11
Порядок отбора пациентов для проведения денситометрии.....	13
Рекомендации по проведению денситометрии DXA .....	14
Рекомендации по проведению QCT денситометрии.....	16
Оценка результатов денситометрии (Т и Z критерии).....	18
Требования к безопасности .....	21
Заключение .....	22
Список использованных источников .....	23
Приложение.....	24

## **НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В настоящем документе использованы ссылки на следующие нормативные документы (стандарты):

1. СанПиН 2.6.1.1192-03. Гигиенические требования к устройству и эксплуатации рентгеновских кабинетов, аппаратов и проведению рентгенологических исследований.

## ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем документе применены следующие термины с соответствующими определениями:

1. **Денситометрия (densitometria)** — происходит от сочетания двух латинских слов: «densitas» - плотность и «metria» - измерение. В широком смысле в рентгенологии - это любые количественные методы определения рентгеновской плотности объекта. В рамках данного методического пособия денситометрия относится к остеоденситометрии — объективному, количественному методу, с использованием которого определяют параметры плотности костных тканей с помощью различной медицинской аппаратуры.

## ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ОП – остеопороз

МПК (МПКТ) – минеральная плотность костной ткани

СКВ – системная красная волчанка

МКБ-10 – Международная классификация болезней 10-го пересмотра

ЭМК – электронная медицинская карта

ЕМИАС – Единая медицинская информационно-аналитическая система

СанПин – санитарные правила и нормы

АРМ – автоматизированное рабочее место

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

КТ – компьютерная томография

SD – стандартное отклонение

QCT – количественная рентгеновская компьютерная томография

DXA, DEXA – двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия

## ВВЕДЕНИЕ

Остеопороз — метаболическое заболевание скелета, характеризующееся снижением костной массы, нарушением микроархитектоники костной ткани, и как следствие, повышением риска перелома при минимальной травме. Данное определение принято основным в клинических рекомендациях [1], согласуется с [2,3]. Базовым отечественным руководством по остеопорозу являются клинические рекомендации [1]. Данные рекомендации учитывают накопленный Российский и международный опыт ведения пациентов с остеопорозом. Руководство основывается на клинических рекомендациях, опубликованных Российской Ассоциацией Остеопороза [4] 2010, клинических рекомендациях Американской Ассоциации клинических эндокринологов 2016 [5], Европейских клинических рекомендациях по диагностике и лечению остеопороза у женщин в менопаузе, международного фонда остеопороза IOF 2013 [6] и Клинических рекомендациях национального фонда остеопороза США, 2014 [7].

Остеопения - собирательное понятие, означающее ненормально низкую массу костной ткани. Этим термином также пользуются для обозначения клинических, лабораторных и рентгенологических проявлений потери костной массы. ОП является частным видом остеопенического поражения. В более часто употребляемой, клинической интерпретации — это состояние, при котором показатель минеральной плотности кости (МПК) снижен, но не достиг уровня остеопороза таблица 2 в руководстве [1], составляет от 1,0 до 2,5 SD ниже среднего значения по сравнению с молодыми представителями здоровой популяции (Т-критерий от -1,0 до -2,5).

Популяционные исследования свидетельствуют о том, что ОП в России страдают каждая третья женщина и каждый четвертый мужчина старше 50 лет. Еще более чем у 40% лиц обоего пола определяются признаки остеопении. Таким образом, по оценочным данным, ОП в России страдает 14 млн человек (10% населения страны), еще у 20 млн есть остеопения [1]. Это означает, что у 34 млн жителей страны имеется высокий риск патологических переломов.

К характерным остеопоротическим переломам относятся перелом дистального отдела лучевой кости (перелом Коллиса), компрессионный перелом тела позвонка и перелом шейки бедренной кости. Согласно отчету Международного фонда остеопороза, каждая 3-я женщина и каждый 5-й мужчина в возрасте старше 50 лет имеют остеопоротический перелом [8].

Согласно данным Федерального Центра профилактики ОП, среди городского населения России 24% женщин и 13% мужчин в возрасте 50



лет и старше уже имели переломы. По оценкам [2] в России, в связи с ОП происходит 9 млн патологических переломов периферических отделов скелета и 3,8 млн случаев переломов позвонков в год.

С учетом прогнозируемого роста продолжительности жизни в России в ближайшие годы будет наблюдаться рост случаев патологических переломов. Так, например, к 2035 году у мужчин число случаев перелома проксимального отдела бедренной кости вырастет на 36%, у женщин — на 43% [9].

Распространенность остеопороза в городе Москве составляет до 19.8% у женщин и 13.3% у мужчин в возрасте старше 50 лет. Своевременная диагностика, профилактика и лечение данного заболевания позволит предотвращать возникновение патологических переломов различной локализации и степени тяжести.

Исследования показали, что костная масса является главной детерминантой механических свойств костной ткани и определяет до 75% ее прочности. Риск перелома прямо связан с абсолютными значениями МПК (МПКТ, минеральной плотности костной ткани) позвоночника и шейки бедра. Проспективные исследования показали, что костная денситометрия — измерение минеральной плотности костной ткани — способна быть предиктором перелома. Риск развития перелома увеличивается с возрастом, а высокая частота переломов у пожилых людей связана главным образом с низкими показателями МПК [10].

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### Цели проведения денситометрии

- 1) выявление патологического снижения минеральной плотности костной ткани (МПК) и степени уменьшения костной массы;
- 2) оценка структурных изменений костной ткани;
- 3) оценка прочностных характеристик костей;
- 4) определение риска переломов;
- 5) оценка системности и равномерности снижения минеральной плотности костной ткани;
- 6) выявление состояний, предшествующих остеопорозу;
- 7) определение динамики патологических изменений и эффекта лечения;
- 8) дифференциальная диагностика остеопороза;
- 9) диагностика причин вторичного остеопороза.

### Виды остеоденситометрии

1) Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия: DEXA, DXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) плотность костной ткани определяется как значение плотности, измеряемой в граммах на квадратный сантиметр на уровне L1-L4 или шейки бедра). Предпочтительно использование термина DXA (не DEXA) [11].

2) Количественная компьютерная томография — QCT (Quantitative Computed Tomography). В данной методике минеральная плотность костной ткани (МПК) определяется как значение содержания кальция в миллиграммах на кубический сантиметр объема костной ткани в телах позвонков и шейках бедренных костей, может использоваться как альтернатива DEXA. Это трехмерный аналог MEXA.

3) Двухэнергетическая КТ — DECT (Dual-Energy Computed tomography) - наиболее современный метод диагностики остеопороза, позволяет максимально точно определять уровень МПК, остеопороза. Это трехмерный аналог DEXA.

4) Моноэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия — MEXA (Mono-Energy X-ray Absorptiometry) - используется для определения МПК периферических отделов скелета, чаще в области лучезапястных суставов.

5) Ультразвуковая остеоденситометрия — косвенный метод оценки плотности костной ткани, основанный на изменении скорости распространения ультразвуковой волны в кости и окружающих ее тканях.

Достоинства и недостатки методик кратко отражены в таблице 1.

**Таблица 1. Достоинства и недостатки методик денситометрии**

<b>Метод</b>	<b>Достоинства метода</b>	<b>Недостатки метода</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>DXA</b>	Основана на данных поглощения рентгеновских лучей при разных (двух) энергиях рентгеновского излучения, оценивается МПК, позволяет различить структурные особенности костной ткани тел позвонков, позволяют использовать для анализа сканы позвоночника, бедренных костей, предоставлять данные в формате T- и Z- критериев. Наиболее широко применяемая методика	На результаты исследования влияют плотностные образования, находящиеся по краям тел позвонков, а также паравертебральных мягких тканях (костные разрастания при остеохондрозе и спондилезе, обызвествления сосудистого характера и др.)
<b>QCT</b>	Нет необходимости приобретать дополнительное оборудование. Позволяет более точно, чем DXA в ряде случаев (например, при выраженном спондилезе) определить МПК. Дает возможность отдельно исследовать компактную и губчатую костную ткань тел позвонков, оценить структурные характеристики губчатой кости. Современные подходы позволяют использовать для анализа сканы позвоночника, бедренных костей, предоставлять данные в формате T- и Z- критериев. Для исследования используются уже имеющиеся КТ сканеры. Для анализа рутинных КТ поясничного отдела позвоночника не нужно проводить дополнительное сканирование	Сопровождается большей, чем DXA лучевой нагрузкой, не имеет специфических спектральных данных по поглощению рентгеновских лучей, что снижает точность, накладывает специальные ограничения
<b>DECT</b>	Трехмерный аналог DXA, применяется двухэнергетический КТ сканер, позволяющий проводить прямые измерения содержания кальция в объеме, таким образом, наиболее точно из имеющихся технологий оценивать МПК	На момент выпуска методических рекомендаций - ограниченное число сканеров. Высокая стоимость сканеров. Большая, чем при DXA, лучевая нагрузка

*Продолжение таблицы*

1	2	3
<b>МЕХА</b>	Возможен максимально широкий скрининг, поскольку для анализа используются обычные (рутинно выполненные) рентгеновские изображения. Процедура анализа значительно упрощается, если используются цифровые технологии DR (digitalradiology), CR (computedradioilogy). Результаты возможны в виде Z-критерия. Методика оптимальна для анализа периферических отделов (например, лучевой кости)	МПК оценивается косвенно по поглощению рентгеновского излучения для одной энергии (показатель КВ). Получение точных количественных данных затруднительно, нет необходимых популяционных баз данных
<b>Ультразвуковая денситометрия</b>	Ультразвуковые денситометры в основном используют для выявления групп риска (скрининга). Отсутствие лучевой нагрузки позволяет использовать их у пациентов, которым противопоказаны рентгеновские методы исследования	Нет возможности исследовать позвоночник. Не позволяет количественно оценить плотность костной ткани. Не может заменить DXA или QCT

Виды рентгеновских денситометров (DXA): контактные, стационарные.

Компактные – внешне похожи на ультразвуковые мобильные денситометры. Могут быть оснащены элеватором-подъемником для оптимального размещения конечности, время сканирования 5 сек, исследуются преимущественно пяточная кость и предплечье.

Стационарные – универсальное оборудование для оценки минеральной плотности костной ткани, время сканирования до 1,5 мин, исследуются осевой и периферический скелет.

### **Показания к проведению денситометрии**

Денситометрия бедра и позвоночника может быть использована для следующих целей [1]:

- 1) Для установки или подтверждения диагноза остеопороза, согласно рекомендациям ВОЗ 1994 года;
- 2) прогнозирования/расчета риска переломов в зависимости от степени снижения МПК;

3) наблюдения за динамикой состояния пациентов на фоне терапии или без лечения.

Более развернутыми показаниями для проведения денситометрии служат заболевания и состояния, сопровождающиеся снижением минерализации костной ткани. Проведение остеоденситометрии показано:

- 1) Женщинам в возрасте старше 40 лет (при риске развития постменопаузального остеопороза) и мужчинам старше 60 лет (при риске развития постандропаузального остеопороза);
- 2) Женщинам, имеющим частые беременности, заканчивающиеся родами, а также длительно (более 9 месяцев) кормящим грудью;
- 3) При ранней менопаузе до 45 лет (в том числе хирургической);
- 4) Пациентам с различными формами нарушения кальций-фосфорного обмена;
- 5) Пациентам с нарушением работы эндокринной системы (болезнь и синдром Иценко-Кушинга, тиреотоксикоз, гипогонадизм, гиперпаратиреоз, инсулинозависимый сахарный диабет, гипопитуитаризм);
- 6) Пациентам с переломами при минимальных травмах (особенно если прошло менее 5 лет после предыдущего перелома);
- 7) Пациентам с ревматическими болезнями (ревматоидный артрит, СКВ, системная красная волчанка, анкилозирующий спондилоартрит);
- 8) Пациентам с заболеваниями органов пищеварения (состояние после резекции желудка, синдром мальабсорбции, хронические заболевания печени);
- 9) Пациентам с заболеваниями почек (хроническая почечная недостаточность, почечный канальный ацидоз);
- 10) Пациентам с заболеваниями крови (миеломная болезнь, талассемия, системный мастоцитоз, лейкозы и лимфомы);
- 11) Пациентам с генетическими нарушениями (несовершенный остеогенез, синдром Марфана, синдром Элерса-Данло, гомоцистинурия и лизинурия);
- 12) Больным, принимающим препараты, снижающие плотность костной ткани (кортикостероидные препараты, контрацептивы, противосудорожные препараты, иммунодепрессанты, агонисты гонадотропин-рилизинг гормона, антациды, содержащие алюминий, тиреоидные гормоны);
- 13) Пациентам с такими факторами риска развития остеопороза, как:
  - склонность к падениям (по различным причинам);
  - гиподинамия (в т.ч. постельный режим более двух месяцев, пользование инвалидным креслом и другими вспомогательными средствами передвижения, иммобилизация);
  - трансплантация органов;

- нервная анорексия;
- хронические обструктивные заболевания легких;
- несбалансированное питание (малое содержание в пище кальция, витамина Д, употребление большого количества напитков с кофеином), соблюдение различных разгрузочных диет, лечебное голодание и т.п.;
- курение и злоупотребление алкоголем;

14) Для контроля за приемом препаратов, содержащих кальций, а также при комплексном медикаментозном лечении остеопороза.

### **Порядок отбора пациентов для проведения денситометрии**

Независимо от причин обращения к врачу денситометрия должна быть рекомендована всем женщинам старше 65 лет и мужчинам старше 70 лет. После достижения указанного возраста денситометрия становится методом скрининга при профилактике остеопороза.

В зависимости от результатов исследования определяется периодичность выполнения данной процедуры: при значениях, не выходящих за рамки нормы исследование рекомендуется проходить 1 раз в 3 года. При выявлении отклонения от нормальных значений (остеопения либо остеопороз), периодичность исследований следует сократить до 1 раза в год с учетом рекомендации клинициста, проводящего корректирующую терапию.

Учитывая множество причин, вызывающих остеопороз, следует отметить пациентов со следующими заболеваниями по МКБ-10 которым необходимо проведение денситометрии.

Клиницисты, использующие ЭМК (электронные медицинские карты, для г. Москвы — система ЕМИАС — Единая медицинская информационно - аналитическая система), должны проводить назначения через данные с учетом имеющих в них кодов.

Для корректного направления пациента на денситометрию необходимо использовать следующие коды диагнозов по МКБ-10.

#### ***Остеопороз с патологическим переломом (M80)***

M80.0 Постменопаузный остеопороз с патологическим переломом

M80.1 Остеопороз с патологическим переломом после удаления яичников

M80.2 Остеопороз с патологическим переломом, вызванный обездвиженностью

M80.3 Постхирургический остеопороз с патологическим переломом, вызванный нарушением всасывания в кишечнике

М80.4 Лекарственный остеопороз с патологическим переломом (Болезни, требующие лечения препаратами, вызывающими остеопороз, могут дополнить данный список)

М80.5 Идиопатический остеопороз с патологическим переломом

М80.8 Другой остеопороз с патологическим переломом

М80.9 Остеопороз с патологическим переломом неуточненный

### ***Остеопороз без патологического перелома (М81)***

М81.0 Постменопаузный остеопороз

М81.1 Остеопороз после удаления яичников

М81.2 Остеопороз, вызванный обездвиженностью

М81.3 Постхирургический остеопороз, вызванный нарушением всасывания

М81.4 Лекарственный остеопороз

М81.5 Идиопатический остеопороз

М81.6 Локализованный остеопороз (Лекена), исключена: атрофия Зудека (М89.0)

М81.8 Другие остеопорозы (старческий остеопороз)

М81.9 Остеопороз неуточненный

### ***Остеопороз при болезнях, классифицированных в других рубриках (М82)***

М82.0 Остеопороз при множественном миеломатозе

М82.1 Остеопороз при эндокринных нарушениях (Е00 — Е34+)

М82.8 Остеопороз при других болезнях, классифицированных в других рубриках

## **Рекомендации по проведению денситометрии DXA**

Рекомендовано устанавливать диагноз «остеопороз» и назначать терапию при снижении МПК на 2,5 и более стандартных отклонения (SD) по Т-критерию в шейке бедра и/или в целом в бедре и/или в поясничных позвонках (L1-L4, L2-L4), измеренной двухэнергетической рентгеновской денситометрией (DXA), у женщин в постменопаузе и мужчин старше 50 лет [1]. Исследование необходимо проводить персоналу рентгенодиагностического отделения: рентгенлаборанту или врачу-рентгенологу, имеющим действующие сертификаты и прошедшим обучение по работе с соответствующим оборудованием. В их задачи входит качественное выполнение исследования и выдача заключения по результатам денситометрии (анализ результатов и выдачу заключения осуществляет врач-рентгенолог).

Для своевременного выявления потери МПК в первую очередь необходимо исследовать центральные отделы скелета. Наиболее полное представление о состоянии как кортикальной, так и трабекулярной кости может дать одновременное исследование как минимум двух отделов скелета — позвоночника и проксимального отдела бедра. Этим двух областей достаточно для постановки диагноза остеопороза. Исследование МПК предплечья проводится при недоступности других участков скелета, при весе пациента свыше 110 кг и для получения данных о кортикальной кости (при гиперпаратиреозе).

Паспортные данные пациента необходимо записывать по форме, предложенной изготовителем прибора. Следует помнить, что полное заполнение всех пунктов позволит в дальнейшем избежать ошибок при повторных обследованиях. Система архивирования сканов ограничивает возможности внесения исправлений. Указание пола, этнической группы и даты рождения пациента определяет то, с какими нормативными данными будут соотнесены результаты исследования. Рост и вес пациента влияют на алгоритм расчета МПК.

Укладка пациента в положении лежа на спине, неподвижно. Рентгеноконтрастные предметы (застежки, металлизированная нить, фольга, денежные знаки и т.п.) необходимо удалить из области сканирования.

### ***Рекомендации при проведении исследования позвоночника (DXA)***

Измерение МПК поясничного отдела (L1-L4) обусловлено удобным расположением и относительно стабильным количеством мягких тканей в зоне интереса, а также преобладанием трабекулярного вещества в позвонках (66 %).

При исследовании поясничных позвонков для устранения поясничного лордоза ноги пациента необходимо уложить на специальный куб. Маркировка области исследования: верхняя точка — мечевидный отросток, или +2 см, учитывая индивидуальные особенности строения пациента; нижняя точка — +10 см от пупка.

1. Проводить измерения МПК поясничных позвонков (L1-L4) в прямой проекции. Исследовать все поддающиеся оценке позвонки и исключать только те, которые имеют локальные изменения структуры или артефакты.

2. При невозможности измерения всех четырёх позвонков, использовать три позвонка или два.

3. Следует соотносить нумерацию позвонков с анатомической ситуацией в поясничном отделе (6 позвонков, добавочные ребра, сакрализация и др.) и с целью правильного применения нормативных значений МПК, нижний поясничный позвонок считать пятым.



### **Рекомендации по исследованию бедра (DXA)**

Наиболее точное представление о состоянии кортикальной кости скелета даёт измерение проксимального отдела бедра, переломы которого являются серьёзными осложнениями ОП. Этот регион включает в себя 5 анатомических областей: шейку бедра, большой вертел, межвертельную область, область Варда и все бедро.

При исследовании проксимального бедра для того, чтобы шейка бедра располагалась параллельно поверхности стола, стопу пациента фиксируют в положении ротации внутрь. Маркировка области исследования: центр паховой складки, +2см латерально, учитывая индивидуальные особенности строения пациента.

1. Измерение МПК может быть равноценно проведено на любом бедре.

2. Для анализа используется область шейки бедра (Neck) и весь проксимальный отдел бедренной кости (TotalHip). Для диагноза выбирается наименьшее значение T-критерия из этих двух областей.

3. Измерение среднего значения МПК по двум бедренным костям может быть использовано для мониторинга терапии, при этом предпочтительной зоной является весь проксимальный отдел бедренных костей (TotalHip).

### **Рекомендации по проведению QCT денситометрии**

Согласно клиническим рекомендациям [1], данная методика относится к дополнительным остеоденситометрическим технологиям, получаемые с ее помощью данные точны и высоко воспроизводимы. Трёхмерное измерение МПК, производимое при QCT определяет количество минерализованной костной ткани на объем кости ( $\text{г/см}^3$ ).

QCT денситометрия основана на измерении плотности костной ткани по данной компьютерной томографии, выполняемой специально с целью остеоденситометрии (плановая QCT), либо при анализе ранее проведенных исследований.

При выполнении QCT денситометрии необходимо учитывать методические особенности выполнения данной процедуры. Подходы к анализу и интерпретации сходны с анализом данных при DXA, поскольку основываются на общем подходе — применению T и Z критериев оценки МПК.

Исследование проводит персонал рентгендиагностического отделения: рентгенлаборант или врач-рентгенолог, имеющие действующие сертификаты и прошедшие обучение по работе с соответствующим оборудованием. В их задачи входит качественное выполнение

исследования и выдача заключения по результатам денситометрии (анализ результатов и выдачу заключения осуществляет врач-рентгенолог).

### ***Виды QCT денситометрии***

1) QCT — выполнение КТ сканирования с одновременным сканированием фантома, т.е. использование синхронного фантома (обычно подкладывают под пациента дополнительный матрас со специальными вставками. Также периодически имеется необходимость сканировать фантом имитирующий тело человека с данными вставками. Использование данного фантома несколько затрудняет процедуру сканирования.

2) QCT — выполнение КТ сканирования пациента без одновременного сканирования фантома, при этом фантом сканируют один раз в месяц, без пациента (асинхронный фантом). Данные калибровки, полученные при сканировании фантома, будут учитываться при количественном анализе результатов КТ сканирования. Это наиболее современный и упрощенный с точки зрения пользователя метод.

3) QCT сканирование с использованием в качестве референсных значений плотностей собственные ткани (жир, мышцы).

### ***Выполнение плановой QCT денситометрии с асинхронным фантомом***

Включает ежемесячное сканирование асинхронного фантома. Для выполнения плановой QCT производят следующие действия.

Данные о пациенте заносят в компьютер.

Пациента размещают в томографе, на спине, при сканировании тазобедренных суставов, носки ступней разворачивают вовнутрь.

При сканировании позвоночника:

Проводят сканирование тел двух позвонков в диапазоне от Th12 до L4, сканирование тел L1 и L2 предпочтительно. Возможен анализ до 3 тел позвонков одновременно. Для сканирования необходимо выбрать регион, включающий прилежащие межпозвонковые диски. Оптимальны 26x2,5 мм срезы, область обзора 38 см.

Расчет проводится для тел двух позвонков, при этом имеется возможность исключить из анализа остеофиты, участки вены, гемангиомы, результаты предоставляются в виде отчета с данными T и Z критериев.

При сканировании тазобедренных суставов верхний уровень сканирования устанавливают на уровне головок бедренных костей, нижний уровень на 1-2 см ниже малого бугорка. Это составляет обычно 44x2,5 мм срезы, область обзора 38 см.

Результаты предоставляются в проекциях аналогичных DXA.

Помимо выполнения плановой денситометрии, QCT с асинхронным фантомом обеспечивает внеплановое, ретроспективное измерение МПК по результатам КТ сканирования. Выполнение QCT с асинхронным фантомом позволяет извлечь измерение МПК костей позвоночника и/или шейки бедра из результатов сканирования по другим показаниям, включая КТ

брюшной полости/таза/позвоночника, КТ-колонографию, КТ-урографию, низкодозовую КТ, ПЭТ/КТ-исследования в онкологии, выполненных без введения контрастного вещества. При этом не проводится дополнительное облучение пациентов, расширяется группа скрининга. Имеется возможность ретроспективной работы с PACS-архивами для оценки МПК по результатам сканирования, произведенного ранее. При анализе предварительно выполненных КТ исследований следует учитывать корректность выполнения сканирования. Исследования должны быть выполнены с методическим указаниями по выполнению КТ сканирований соответствующих анатомических регионов [12].

### **Оценка результатов денситометрии (Т и Z критерии)**

Сравнение с нормой проводится обычно по двум показателям: сравнение с нормальной пиковой костной массой (Т-критерий), т.е. со средним значением для того возраста, в котором МПК в данном участке скелета достигает максимума, и сравнение с возрастной нормой (Z-критерий), т.е. со средним значением для данного возраста. Результат сравнения представляется в SD и в процентах к соответствующей норме. Изменения МПК за период наблюдения выражаются в процентах или как скорость изменений за 1 год. Референсные (нормативные) базы, установленные в приборах разных фирм, могут иметь различия, в ряде случаев - значимые.

Согласно рекомендациям ВОЗ [13] (таблица 2) диагностика ОП проводится на основании Т-критерия: в пределах нормы находятся значения, не превышающие +2,5 SD и не ниже -1SD, значения от -1SD до -2.5 SD считаются остеопенией, значения ниже -2.5 SD классифицируются как ОП и значения -2.5 SD при наличии хотя бы одного перелома позвонка или шейки бедра а также других переломов, не соответствующих тяжести травмы - как тяжелый ОП. В референсных кривых, используемых в современных денситометрах, отклонение -2 SD (Т-критерий) соответствует примерно 80% пиковой костной массы. Критерии были разработаны для женщин в постменопаузальном периоде при измерении МПК в шейке бедра, поэтому диагноз ОП у женщин в постменопаузе устанавливается по Т-критерию.

#### ***Интерпретация высоких показателей МПК***

Снижение МПК в среднем после 45 лет является физиологическим процессом и находит отражение в изменении Z и Т-критериев, причем количество SD с возрастом изменяется незначительно и коэффициент вариации составляет 13-15%. Однако, у некоторых пациентов вместо снижения МПК отмечается ее повышение, особенно в позвоночнике (L1-L4), что зачастую связано с развитием дегенеративных заболеваний

позвоночника, спондилита, сколиоза, компрессионных переломов позвонков, кальцификации аорты, последствий хирургического вмешательства и других причин. Наличие подобных изменений в позвоночнике снижает чувствительность метода применительно к этому отделу скелета и в таких случаях надо ориентироваться на измерение МПК в области проксимального отдела бедра. Помимо часто встречающихся дегенеративных изменений в позвоночнике ряд метаболических, диспластических и других заболеваний может приводить к «сверхнормальным» показателям МПК. До недавнего времени повышенные показатели МПК независимо от причины называли «Остеопетрозом», который является самостоятельным клиническим синдромом, характеризующимся генерализованным повышением МПК, и развивается вследствие недостаточной функции остеокластов.

**Таблица 2.** Диагностика остеопороза на основании снижения МПК согласно критериям ВОЗ [13] для женщин в постменопаузе и мужчин старше 50 лет; определение остеопороза на основании МПК (ВОЗ), по данным [1]

Классификация	МПК	Т-критерий
Норма	В пределах 1 стандартного отклонения (SD) от среднего значения у молодых представителей здоровой популяции	Т-критерий -1,0 и выше
Остеопения	От 1,0 до 2,5 SD ниже среднего значения по сравнению с молодыми представителями здоровой популяции	Т-критерий от -1,0 до -2,5
Остеопороз	На 2,5 SD или ниже среднего значения у молодых представителей здоровой популяции	Т-критерий -2,5 и ниже
Тяжелый остеопороз	На 2,5 SD или ниже среднего значения у молодых представителей здоровой популяции	Т-критерий -2,5 и ниже с наличием одного или более переломов

При оценке высокой МПК не уместно использовать Т-критерий, так как он предназначен для определения низкой МПК, выявления предрасположенности к переломам и проведения мониторинга терапии относительно пика костной массы. Повышенные показатели МПК не предотвращают переломы, вызывающие их заболевания могут влиять на качество костной ткани и снижать прочность кости (т.к. остеопетроз, флюороз, болезнь Педжета и др.). Z-критерий, который сопоставим с возрастом, полом и расой в контрольной группе является предпочтительным показателем для оценки высокой МПК во всех популяциях.

### ***Особенности проведения денситометрии у мужчин***

1. В возрасте 50 лет и старше (в отсутствие переломов) при диагностике ОП использовать критерии ВОЗ и устанавливать диагноз на основании Т-критерия ( $-2,5$  SD и ниже).

2. В возрасте старше 50 лет при наличии переломов позвонков и/или периферических переломов при минимальном уровне травмы ОП диагностировать при Т-критерии  $-1,5$  SD и ниже.

3. В возрасте моложе 50 лет критерии ВОЗ и Т-критерий не использовать, и диагноз не должен основываться только на данных измерения МПК, необходимо учитывать наличие других факторов риска.

4. В возрасте моложе 50 лет использовать Z- критерий, при этом заключение о снижении МПК, по сравнению с возрастной нормой делать на основании его значения ниже  $-2,0$  SD.

### ***Особенности оценки результатов денситометрии у мужчин***

Интерпретация результатов денситометрии у мужчин имеет свою специфику, что связано с анатомическими и физиологическими особенностями мужского организма: более крупные и плотные кости, низкая, по сравнению с женщинами, скорость потери костной массы.

### ***Оценка результатов денситометрии у женщин в период перименопаузы***

Перименопауза у женщин продолжается 2-3 года до полного окончания менструаций.

Установлено, что уже в этот период начинается быстрая потеря костной массы, которая заканчивается приблизительно в течение первых 5 лет менопаузы.

Денситометрическое исследование у женщин в период перименопаузы должно проводиться только при наличии других факторов риска переломов, таких как низкая масса тела, предшествующие переломы, использование медикаментозных препаратов, вызывающих вторичное снижение костной массы. При интерпретации результатов используется Т — критерий и диагноз ОП устанавливается при МПК  $-2,5$  SD и ниже.

### ***Заключения по результатам денситометрии***

При формулировании заключения по остеоденситометрии необходимо участие врача.

При этом необходимо отметить состояние костной массы (диагноз) по области с наихудшими показателями: «Норма, остеопения, остеопороз, превышение средних значений» с конкретным указанием численных значений: «МПК в исследованном отделе (L1-L4, шейка бедра, проксимальный эпифиз бедра) на X% ниже «пиковой» и на X% ниже средневозрастной или превышает эти значения». При этом в зависимости от исследуемого контингента указывать Т-критерий или Z-критерий.

## **Требования к безопасности**

Учитывая то, что рентгеновский денситометр (DEXA, DXA) относится к оборудованию работающего с источником ионизирующего излучения (в качестве излучателя используется рентгеновская трубка) требования к размещению рентгеновского денситометра аналогичны требованиям к стационарным рентгеновским аппаратам в соответствии с СанПиНом 2.6.1.1192-03. Эти требования отражены в приложении.

При выполнении сканирования необходимо строго следовать методике выполнения исследования, минимизируя лучевую нагрузку.

При проведении других видов остеоденситометрии (QCT) необходимо следовать указаниям фирмы производителя медицинского оборудования, минимизируя лучевую нагрузку. Остальные требования безопасности соответствуют методикам проведения компьютерной томографии [12].

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В методических рекомендациях освещена проблема остеопороза, распространенность которого неуклонно возрастает. Выбор оптимального метода и своевременное выполнение остеоденситометрии будет способствовать назначению своевременного лечения, контролю проводимой терапии, предотвращению развития низкоэнергетических переломов, снижению смертности и инвалидизации больных остеопорозом.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Министерство Здравоохранения Российской Федерации. Клинические рекомендации. Остеопороз / Под руководством И.И. Дедова, Г.А. Мельниченко – 2016.
2. Министерство Здравоохранения Российской Федерации. Клинические рекомендации. Остеопороз. Диагностика, профилактика и лечение. (Второе издание, переработанное и дополненное) / Л.П. Евстигнеева, А.Г. Солодовников, О.Б. Ершова, К.Ю. Белова, Е.Г. Зоткин, Т.О. Чернова, А.В. Смирнов, И.А. Скрипникова, Е.А. Поддубская, О.В. Косматова, В.Е. Новиков, А.В. Смирнов, И.П. Ермакова, И.А. Пронченко, Е.Г. Зоткин, Н.В. Торопцова, И.А. Баранова, С.Г. Аникин, Л.А. Марченкова, И.В. Крюкова, И.Е. Зазерская, В.Н. Коновалова, Л.В. Кузнецова, В.П. Сметник, С.В. Юренева, Ж.Е. Белая, Л.Я. Рожинская, И.А. Баранова, И.С. Дыдыкина, О.М. Лесняк, Л.И. Беневоленская – М., 2010.
3. Лесняк, О.М. Остеопороз в Российской Федерации: проблемы и перспективы / О.М. Лесняк // Научно-практическая ревматология. – М., 2010. – № 5. – С.14 – 18.
4. Руководство для лаборантов по выполнению протоколов исследований на компьютерном томографе: Методические рекомендации / В.А. Гомболевский, А.Г. Масри, С.Ю. Ким, С.П. Морозов. – М.: ГБУЗ "НПЦМР ДЗМ", 2017.– 56 с.
5. American association of clinical endocrinologists and American college of endocrinology clinical practice guidelines for the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis / P.M. Camacho, S.M. Petak, N. Binkley, B.L. Clarke, S.T. Harris, D.L. Hurley, M. Kleerekoper, E.M. Lewiecki, P.D. Miller, H.S. Narula, R. Pessah-Pollack, V. Tangpricha, S.J. Wimalawansa, N.B. Watts // EndocrPract. – 2016 Sep 2. – 22 (Suppl 4)1 – 42.
6. Clinician's Guide to Prevention and Treatment of Osteoporosis / F. Cosman, S. de Beur, M. LeBoff, S.J. de Beur, B. Tanner // National Osteoporosis Foundation. – 1150 17th St., NW, Suite 850, WashingtonDC20036, Release Date: April 1. – 2014.
7. Epidemiology of fracture in the Russian Federation and the development of a FRAX model / O. Lesnyak, O. Ershova, K. Belova et al. // Arch Osteoporos. – 2012. – 7(1 – 2) – P.67 – 73.
8. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women / J. Kanis, E. McCloskey, H. Johansson, C. Cooper, R. Rizzoli, J. Reginster // Osteoporosis International. – 2013. – №24 (1) – P.23 – 57.
9. Kanis, J.A. Assessment of osteoporosis at the primary health-care level. On behalf of the WHO Scientific Group. Technical Report. / J.A. Kanis – WHO Collaborating Centre, University of Sheffield, UK. – 2008.
10. Kanis, J. Intervention thresholds for osteoporosis in the UK / J. Kanis, F. Borgstrom, N. Zethraeus et al. // Bone. – 2005. – Vol. 36. – P.22-32.
11. Markers of bone turnover for the prediction of fracture risk and monitoring of osteoporosis treatment: a need for international reference standards / S. Vasikaran, R. Eastell, O. Bruyere et al. // Osteoporos Int. – 2010. – 22(2). – P.391 – 420.
12. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures / D. Marshall, O. Johnell, Wedel H. // BMJ 1996. – 312 – P.1254 – 1259.
13. Official Positions and Pediatric Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry (ISCD) – 2007.



## Приложение

### Требования к размещению рентгеновских денситометров

В соответствии с СанПин 2.6.1.1192-03 аналогичны требованиям к размещению стационарных рентгеновских аппаратов:

3.1. Рентгеновское отделение (кабинет) не допускается размещать в жилых зданиях и детских учреждениях. Исключение составляют рентгеностоматологические кабинеты (аппараты), размещение которых в жилых зданиях регламентируется главой 9 правил. Допускается функционирование рентгеновских кабинетов в поликлиниках, встроенных в жилые здания, если смежные по вертикали и горизонтали помещения не являются жилыми. Допускается размещение рентгеновских кабинетов в пристройке к жилому дому, а также в цокольных этажах, при этом вход в рентгеновское отделение (кабинет) должен быть отдельным от входа в жилой дом.

3.2. Рентгеновские кабинеты целесообразно размещать централизованно, в составе рентгеновского отделения, на стыке стационара и поликлиники. Отдельно размещают рентгеновские кабинеты инфекционных, туберкулезных и акушерских отделений больниц и, при необходимости, флюорографические кабинеты приемных отделений и поликлинических отделений.

3.3. Рентгеновское отделение, обслуживающее только стационар или только поликлинику, должно размещаться в торцовых частях здания. Отделение не должно быть проходным. Входы в рентгеновское отделение для пациентов стационара и поликлинического отделения выполняются раздельными.

3.4. Не допускается размещать рентгеновские кабинеты под помещениями, откуда возможно протекание воды через перекрытие (бассейны, душевые, уборные и др.). Не допускается размещение процедурной рентгеновского кабинета смежно с палатами для беременных и детей.

3.5. Требования, предъявляемые к рентгеновским кабинетам при приемке в эксплуатацию, приведены в прилож. 7.

3.6. При изменении условий эксплуатации рентгеновского кабинета (аппарата), введении в эксплуатацию других рентгеновских аппаратов, администрация лечебно-профилактического учреждения обеспечивает получение нового санитарно-эпидемиологического заключения.

При выявлении специалистами санитарно-эпидемиологической службой нарушений, требующих прекращения эксплуатации рентгеновского аппарата, орган санитарно-эпидемиологической службы отзывает действующее санитарно-эпидемиологическое заключение. Эксплуатация рентгеновского кабинета(аппарата) без санитарно-эпидемиологического заключения не допускается.

3.7. Не допускается размещение в процедурной оборудования, которое не включено в проект, а также проведение работ, не относящихся к рентгенологическим исследованиям. В процедурной для исследования детей допускается наличие игрушек (подвергающихся мытью в мыльно-содовом растворе и дезинфекции) и отвлекающего оформления.

3.8. Состав и площади общих и специальных помещений рентгеновского кабинета представлены в приложении 5.

3.9. Площадь процедурной может быть скорректирована по согласованию с центром Госсанэпиднадзора с учетом следующих требований:

- расстояние от рабочего места персонала за малой защитной ширмой до стен помещения - не менее 1,5 м;
- расстояние от рабочего места персонала за большой защитной ширмой до стен помещения - не менее 0,6 м;
- расстояние от стола-штатива поворотного или от стола снимков до стен помещения - не менее 1,0 м;
- расстояние от стойки снимков до ближайшей стены - не менее 0,1 м;
- расстояние от рентгеновской трубки до смотрового окна - не менее 2 м (для маммографических и денальных аппаратов - не менее 1 м);
- технологический проход для персонала между элементами стационарного оборудования - не менее 0,8 м;
- зона размещения каталки для пациента - не менее 1,5 - 2 м;
- дополнительная площадь при технологической необходимости ввоза каталки в процедурную — 6 м<sup>2</sup>.

3.10. Состав и площадь помещений кабинета рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) задаются организацией-изготовителем компьютерного томографа в форме проектного предложения, которое принимается во внимание при разработке проекта кабинета, но не заменяет его. Проектное предложение не должно противоречить п. 3.9. Действие этого пункта распространяется также на размещение других типов рентгеновских аппаратов зарубежного производства, в документации на которые содержатся проектные предложения фирмы.

3.11. Высота процедурной рентгеновского кабинета должна обеспечивать функционирование технического оснащения, например, потолочного крепления рентгеновского излучателя, штатива, телевизионного монитора, бестеневой лампы и др. Рентгеновская аппаратура с потолочной подвеской излучателя, экраноснимочного устройства или усилителя рентгеновского изображения требует высоты помещения не менее 3 м. Высота процедурной кабинета рентгенотерапии в случае ротационного облучения должна быть не менее 3 м.

3.12. Ширина дверного проема рентгенодиагностического кабинета, кабинета РКТ и рентгенооперационной должна быть не менее 1,2 м при высоте 2,0 м, размер остальных дверных проемов - 0,9 - 1,8 м.

3.13. Ориентация окон рентгеновского кабинета для рентгеноскопии и комнаты управления предпочтительна в северо-западные направления.

3.14. Пол процедурной, комнаты управления, кроме рентгенооперационной и фотолаборатории, выполняется из электроизоляционных материалов натуральных или искусственных. Применение искусственных покрытий и конструкций пола возможно при наличии заключения об их электробезопасности. В процедурной, рассчитанной на урологические исследования, должен устанавливаться бидуар.

3.15. В рентгенооперационной, предоперационной, фотолаборатории полы покрываются водонепроницаемыми материалами, легко очищаемыми и допускающими частое мытье и дезинфекцию. Пол рентгенооперационной

должен быть антистатичным и безыскровым. Выполнении пола из антистатического линолеума необходимо заземление основания линолеума.

3.16. Поверхности стен и потолка в процедурной и комнате управления должны быть гладкими, легко очищаемыми и допускать влажную уборку. Отделочные материалы должны иметь санитарно-эпидемиологическое заключение, допускающее их использование в жилых и общественных зданиях.

3.17. Стены в рентгенооперационной отделываются материалами, не дающими световых бликов, например, матовой плиткой.

3.18. Окно процедурной для рентгеноскопии, при необходимости, снабжают светозащитными устройствами для затемнения от естественного освещения (прямого солнечного света).

3.19. Размещение рентгеновского аппарата производится таким образом, чтобы первичный пучок излучения был направлен в сторону капитальной стены, за которой размещается менее посещаемое помещение. Не следует направлять прямой пучок излучения в сторону смотрового окна (комнаты управления, защитной ширмы). При размещении кабинета на первом или цокольном этажах окна процедурной экранируются защитными ставнями на высоту не менее 2 м от уровня отмостки здания. При размещении рентгеновского кабинета выше первого этажа на расстоянии от процедурной до жилых и служебных помещений соседнего здания менее 30 м окна процедурной экранируются защитными ставнями на высоту не менее 2 м от уровня чистого пола.

3.20. У входа в процедурный кабинет рентгенодиагностики, флюорографии и в комнату управления кабинета рентгенотерапии на высоте 1,6-1,8 м от пола или над дверью должно размещаться световое табло (сигнал) «Не входить!» бело-красного цвета, автоматически загорающееся при включении анодного напряжения. Допускается нанесение на световой сигнал знака радиационной опасности.

3.21. Пульт управления рентгеновских аппаратов, как правило, располагается в комнате управления, кроме передвижных, палатных, хирургических, флюорографических, дентальных, маммографических аппаратов и аппаратов для остеоденситометрии. В комнате управления допускается установка второго рентгенотелевизионного монитора, АРМ рентгенолога и рентгенолаборанта. При нахождении в процедурной более одного рентгенодиагностического аппарата предусматривается устройство блокировки одновременного включения двух и более аппаратов.

Для обеспечения возможности контроля за состоянием пациента предусматривается смотровое окно и переговорное устройство громкоговорящей связи. Минимальный размер защитного смотрового окна в комнате управления 24–30 см, защитной ширмы — 18–24 см. Для наблюдения за пациентом разрешается использовать телевизионную и другие видеосистемы.

3.22 Управление передвижными, палатными, хирургическими, флюорографическими, дентальными, маммографическими аппаратами осуществляется в помещении проведения рентгенологического исследования с помощью выносного пульта управления на расстоянии не менее 2,5 м от рентгеновского излучателя, аппаратов для остеоденситометрии - не менее 1,5 м.

## **ДЛЯ ЗАМЕТОК**

## **ДЛЯ ЗАМЕТОК**