

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«РОССИЙСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР «ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ  
ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ» ИМ. АКАД. Г.А. ИЛИЗАРОВА

На правах рукописи

АЛЕКСАНДРОВ  
СЕРГЕЙ МИХАЙЛОВИЧ

МУЛЬТИСРЕЗОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В  
ОПРЕДЕЛЕНИИ КАЧЕСТВА КОСТИ У БОЛЬНЫХ  
С ХРОНИЧЕСКИМ ОСТЕОМИЕЛИТОМ

14.01.13 – лучевая диагностика, лучевая терапия

ДИССЕРТАЦИЯ  
на соискание учёной степени  
кандидата медицинских наук

Научный руководитель:  
Доктор медицинских наук, профессор  
Дьячкова Галина Викторовна

Курган  
2016

## ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	4
ВВЕДЕНИЕ .....	5
ГЛАВА 1. ДИАГНОСТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА, КАЧЕСТВО КОСТИ (ПОНЯТИЕ, СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ).	
ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ .....	13
1.1 Диагностика хронического остеомиелита .....	13
1.2 Качество кости при хроническом остеомиелите .....	30
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	44
2.1 Клинико-статистическая характеристика больных .....	44
2.2. Методы исследования .....	47
2.2.1 Тазобедренный сустав. ....	47
2.2.2 Диафиз бедренной кости .....	50
2.2.3 Голень и коленный сустав .....	51
2.2.4. Голеностопный сустав. ....	54
2.2.5 Кости стопы .....	56
ГЛАВА 3. МУЛЬТИСРЕЗОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ СЕМИОТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА ПРОКСИМАЛЬ- НОГО ОТДЕЛА И ДИАФИЗА БЕДРЕННОЙ КОСТИ .....	59
3.1. Проксимальный конец бедренной кости .....	60
3.1.1Частичное разрушение или деформация головки бедренной кости .....	60
3.1.2Полное разрушение головки бедренной кости .....	60
3.1.3 Тотальное разрушение головки и шейки бедренной кости с дефектом проксимального отдела .....	63
3.1.4 Изменения бедренной кости при локализации воспалительного процесса в проксимальной трети диафиза бедренной кости .....	64
3.3 Диафиз бедренной кости .....	65
3.4Дистальный отдел бедренной кости.....	71

3.5. Тотальное поражение бедренной кости . . . . .	74
ГЛАВА 4. МУЛЬТИСРЕЗОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ СЕМИОТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА КОСТЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ СУСТАВ И ДИАФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ . . . . .	78
4.1 Коленный сустав, проксимальный отдел большеберцовой кости	78
4.2. Диафиз голени . . . . .	88
ГЛАВА 5. МУЛЬТИСРЕЗОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ СЕМИОТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА КОСТЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ И СТОПУ . . . . .	98
5.1 Голеностопный сустав . . . . .	98
5.2 Кости стопы . . . . .	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	122
ВЫВОДЫ . . . . .	133
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	136
ПРИЛОЖЕНИЕ . . . . .	171

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЧО	– Чрескостный остеосинтез аппаратом Илизарова, метод наружной чрескостной фиксации длинных и коротких костей РКТ - Рентгеновская компьютерная томография
МСКТ	– Мультирезовая компьютерная томография
HU	– единицы Хаунсфилда
MPR	– мультипланарная реконструкция
VRT	– 3D реконструкция серии КТ – томограмм
MIP	– проекция максимальной интенсивности
ColorMap	– программа для цветового контрастирования при постпрцессной обработке данных МСКТ(Цветовая карта)
n	– количество наблюдений
M	– средняя арифметическая
$\sigma$	– среднее квадратичное отклонение
Me	– медиана

## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы исследования

Несмотря на постоянное совершенствование методов диагностики и лечения, хронический остеомиелит остается одним из самых распространенных и тяжелых заболеваний опорно-двигательного аппарата человека (Борисов И.В., 2007; Бабовников А.В. с соавт., 2009; Е.А. Буллыгина Е.А., 2010; Клюшин Н.М., 2015; Perron A.D. et. al., 2003; Lazzarini L. et al., 2004; Betlejewski S.J., 2007; Calhoun H. et al., 2009). Длительно существующий хронический гнойно-некротический процесс, сопровождающийся чередованием обострений и ремиссий, нарушение опороспособности и функции конечности приводят к патологическим изменениям практически во всех анатомических и структурных образованиях сегмента и конечности в целом (Гостищев В.К., Малышев Е.С. и соавт., 2001; Кармазановский Г.Г., 2013; Клюшин Н.М., 2015; Girschick H. J. et. al., 2007). Практический опыт показывает, что при проведении хирургического вмешательства на остеомиелитическом очаге нередко сложно определить четкую границу между пораженной и здоровой костью (Клюшин Н.М., с соавт., 2011; Клюшин Н. М. с соавт., 2015). Необходимое соблюдение одного из ключевых принципов гнойной остеологии: радикальность в отношении некротической ткани и сберегательное в отношении к непораженной костной ткани, в настоящее время должно быть обеспечено не только опытом хирурга, но и с обязательным использованием современных технологий визуализации жизнеспособности тканей (Завадовская В.Д. с соавт., 2004; Gotthardt R.F., 2010; Wang G.L. et al., 2010; Hiasa K. et al., 2011; Capozza M. et al., 2013). Длительное течение заболевания, многочисленные хирургические вмешательства, ограничение функциональной нагрузки на конечность, приводят к многочисленным изменениям не только в зоне воспалительного очага, но и в окружающих тканях. В связи с этим возникает необходимость

оценки качества кости, тех областей сегмента конечности, которые будут участвовать в избранной методике лечения (Гостищев В.К. с соавт., 2009,2010; Boskey A.L. et al.,2011). Термин "качество кости" используется в литературе более 15 лет, однако, его значение четко не сформулировано (Wallach S., et al.,1992; Watts N.B., 2002; Tommasini S.M. et al., 2005; Compston J., 2006; Guo X.E. , 2008). Что касается ортопедии и, в частности, хронического остеомиелита, то изучение многих параметров кости (ее плотности, архитектоники, анатомических особенностей, оценка качества) современными методами диагностики подробно не проводилось (Вовк Е.А. ,2010; Ikpeme I.A., et al.,2010Van der Bruggen W. et al., 2010; Palestro C.J. et al.,2012).

#### Степень разработанности темы исследования

Основанием для выполнения диссертации служат исследования отечественных и зарубежных авторов в области совершенствования лучевой диагностики хронического остеомиелита и качества кости (Вовк Е.А., 2010; Дьячкова Г.В. с соавт., 2011;2013; Кармазановский Г.Г., Косова И.А.,2013; Balanika A.P. et al.,2009; Van der Bruggen W. et al.,2010;Wang G.L. et al.,2011; Gotthardt M., et al.,2013; Bires A.M. et al.,2015)

Мультирезовая компьютерная томография (МСКТ) в настоящее время широко применяется для исследования патологических изменений в опорно-двигательной системе, в том числе и при хроническом остеомиелите (Rubin G.D.,2014). Однако возможности МСКТ в изучении качества кости и его оценки использованы не в полной мере (Naitoh M., et al., 2010; Bires A.M. et al., 2015 ).

Результаты исследований методом МСКТ больных хроническим остеомиелитом позволили получить новые данные о рентгено-морфологических особенностях длинных костей нижних конечностей в зависимости от локализации воспалительного процесса, его протяженности,

предложены параметры для изучения качества кости и критерии оценки качества кости.

### Цель исследования

По данным МСКТ разработать оценочный комплекс параметров изменений длинных костей нижних конечностей у больных хроническим остеомиелитом для определения качества кости и оптимизации выбора способа лечения.

### Задачи исследования

1. Разработать комплекс параметров для оценки состояния длинных костей нижних конечностей костей методом МСКТ при различной локализации остеомиелитического процесса.

2. Изучить по данным рентгенографии и МСКТ количественные и качественные характеристики проявлений хронического остеомиелита бедренной и большеберцовой костей.

3. Изучить по данным рентгенографии и МСКТ количественные и качественные характеристики костей, образующих коленный и голеностопный суставы, костей стопы при хроническом остеомиелите.

4. Разработать критерии оценки качества кости у больных хроническим остеомиелитом на основании данных МСКТ и классификацию степени изменения качества кости у больных хроническим остеомиелитом.

### Научная новизна

С использованием современных методов лучевой диагностики, в том числе количественных, изучены рентгеноморфологические особенности длинных костей нижних конечностей у больных хроническим остеомиелитом в зависимости от локализации воспалительного процесса, его протяженности, количества хирургических вмешательств, предложены параметры для изучения качества кости и критерии оценки качества кости. Выявлены специфические изменения в проксимальном отделе бедренной кости, характерные для различной степени повреждения при хроническом

остеомиелите, с количественной оценкой описаны рентгеноморфологические изменения костей, образующих коленный сустав. Изучено состояние дистального отдела большеберцовой кости и костей стопы при локализации остеомиелитического процесса в дистальной трети голени. Выявлены новые симиотические проявления хронического остеомиелита. Разработаны методики и критерии оценки количественного и качественного состояния длинных костей нижних конечностей у больных хроническим остеомиелитом (рац.предложение №3/2015; №4/2015). Предложена классификация изменений качества кости при хроническом остеомиелите длинных костей.

#### Теоретическая и практическая значимость исследования

Впервые предложенный комплекс параметров для оценки состояния длинных костей нижних конечностей у больных хроническим остеомиелитом, позволил унифицировать обработку данных при изучении рентгеновской и МСКТ - симиотики. Полученные данные определяют роль МСКТ, как метод выбора и обязательный этап в алгоритме обследования больных хроническим остеомиелитом, для обеспечения наиболее полной информации об анатомо-топографических и рентгено-морфологических изменениях длинных костей нижних конечностей. Изучение качества кости, в том числе ее плотности в различных отделах, имеет значение для решения вопросов о выборе уровня остеотомии, уровнях проведения спиц. Данные о качественных и количественных изменениях в тазобедренном и коленном суставах являются определяющим фактором, позволяющим ортопеду определить наиболее эффективное хирургическое пособие, предотвратить или уменьшить количество осложнений.

#### Методология и методы исследования

Методология, лежащая в основе работы, базируется на современных теоретических и практических основах отечественной и зарубежной лучевой диагностики и включает в себя основные методы исследования хронического остеомиелита. Всем больным проводили клиническое, рентгенологическое

исследование и мультирезовую компьютерную томографию. Основным методом количественной оценки качества кости у больных хроническим остеомиелитом длинных костей была мультирезовая компьютерная томография. Объект исследования – больные хроническим остеомиелитом длинных костей нижних конечностей и стопы. Предмет исследования – особенности рентгеноморфологических изменений бедренной, большеберцовой костей, костей стопы при хроническом остеомиелите, количественная и качественная оценка качества кости для обоснования тактики и методики лечения больных хроническим остеомиелитом.

Диссертационное исследование выполнялось в несколько этапов. На первом этапе изучалась отечественная и зарубежная литература, посвященная данной проблеме. Всего проанализирована 271 работа, из них отечественных работ – 91, зарубежных – 180. На втором этапе всем пациентам выполняли полипозиционную рентгенографию и МСКТ у 165 больных до лечения, у 25- после лечения. На третьем этапе проводили статистическую обработку полученных данных и обобщение результатов работы. Полипозиционная рентгенография выполнена всем больным (1245 рентгенограмм). Методом МСКТ обследовано 165 больных, проведено 190 исследований, получено 13510 изображений.

#### Положения, выносимые на защиту

1. Мультирезовая компьютерная томография и современные способы постпроцессорной обработки данных позволяют изучить качественные и количественные изменения кости у больных хроническим остеомиелитом для разработки показателей и критериев оценки качества кости.
2. Предложенная классификация степени изменения качества кости у больных хроническим остеомиелитом является объективным инструментом оценки состояния кости с целью оптимизации выбора метода лечения.

### Степень достоверности

Наличие репрезентативной выборки пациентов (165 больных, 835 рентгеновских снимков, 190 исследований методом МСКТ, анализ 13510 изображений), выбранный в соответствии с целью и задачами дизайн, адекватные, современные методы исследования, использование статистических методов обработки данных, делают результаты и выводы диссертационного исследования достоверными и обоснованными в соответствии с принципами доказательной медицины. Полученные данные опубликованы в 13 научных работах.

### Личный вклад автора

Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления исследования, формулировании цели и задач работы на основании самостоятельного анализа данных литературы. Автором лично разработаны дизайн исследования, методический подход к выполнению диссертации, положения, выносимые на защиту. Автором осуществлено планирование и разработка первичных учетных документов. Данные всех рентгеновских исследований обработаны и проанализированы автором. При участии автора проведены все исследования методом МСКТ и лично автором выполнена вся постпроцессорная обработка данных (13510 изображений). Весь материал, представленный в диссертации, получен, статистически обработан и проанализирован автором. Автором лично проводилась подготовка публикаций по теме диссертации. Личный вклад в выполнение работы составил 100%.

### Связь работы с научными программами, планами, темами

Диссертация выполнена по плану НИР ФГБУ «РНЦ «ВТО» имени академика Г.А. Илизарова « Комплексная лучевая диагностика и критерии оценки состояния костей и мягких тканей конечностей и позвоночника при их повреждениях, заболеваниях и после лечения методом чрескостного

остеосинтеза аппаратом Илизарова», № государственной регистрации – 01201179374.

Тема диссертации утверждена на заседании Ученого Совета Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

### Внедрение результатов исследования

Полученные в диссертации данные используются в работе рентгеновского отделения и лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики ФГБУ «РНЦ ВТО им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, а также в процессе обучения на факультете повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов ГОУ ВПО Тюменской государственной медицинской академии МЗ РФ.

### Апробация работы

Основные положения работы доложены и обсуждены на Всероссийских и конференциях с международным участием, в том числе - конференции «Проблемы диагностики и лечения повреждений и заболеваний тазобедренного сустава» (Казань, 2013), конференции "Комплексная диагностика заболеваний костно-суставной системы" (Челябинск, 2013), конференции «Илизаровские чтения» (Курган, 2013), научно-практической конференции "Многопрофильная больница: интеграция специальностей" (Ленинск-Кузнецкий, 2014), конференции "Чаклинские чтения" (Екатеринбург, 2014), конференции "Патология тазобедренного сустава: мульти-дисциплинарный подход" (Челябинск, 2015), конференции "Риски и осложнения в современной травматологии и ортопедии" (Омск, 2015), конференции «Илизаровские чтения» (Курган, 2015), конгрессе «Радиология» (Москва, 2015).

Диссертация была апробирована на заседании Ученого Совета Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

### Публикации

По материалам исследования опубликовано 13 печатных работ, из них 5 статей в отечественных изданиях, в том числе четыре - в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК РФ для публикации материалов по кандидатским и докторским диссертациям, 7 – в тезисах и материалах международных (2), всероссийских (4) и региональных (2) конференций.

### Объем и структура работы

Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов и списка цитированных работ, изложена на 171 странице машинописного текста, включая список цитированной литературы, иллюстрирована 15 таблицами и 72 рисунками. Библиографический указатель содержит 271 наименование, из них отечественных работ – 91, зарубежных – 180.

## ГЛАВА 1. ДИАГНОСТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА, КАЧЕСТВО КОСТИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

### 1.1 Диагностика хронического остеомиелита

По частоте и тяжести, количеству осложнений и рецидивов хронический остеомиелит до сих пор остается наиболее тяжелым заболеванием опорно-двигательной системы, несмотря на успехи современной медицины (Ключин Н.М. и др., 2002; 2012; Гайдуль К.В., Муконин А.А., 2005; Усик С.Ф., 2007; Покровский и др., 2007; Батаков Е.А., Ишутов И.В., 2008; Бабовников А.В., 2009; Лапынин А.И., 2011; Betlejewski S., 2007; Kumar J. et al., 2010; Eid A.J., 2012). Больные остеомиелитом составляют 3–5% от всех заболеваний костей и требуют значительных расходов на лечение, которое включает в себя адекватную антимикробную терапию и хирургическую обработку, восстановление кровоснабжения и стабильную фиксацию (Никитин Г.Д., 2000; Радаев С.В., 2008; Батаков Е.А., 2008; Кузнецов Н.А., 2009; Lazzarini L. et al., 2004; Lew D.P., Waldvogel F.A., 2004, Calhoun J. H., 2009; Malcius D. et al., 2009). Это связано с постоянным ростом дорожно-транспортных происшествий, военных конфликтов, с неблагоприятными факторами, вызывающими нарушения в иммунной системе, изменением микрофлоры, способной вызвать нагноение (Борисов И.В., 2007; Perron A.D. et. al., 2003). Наиболее тяжелым осложнением при лечении переломов длинных костей является развитие хронического посттравматического остеомиелита. С одной стороны, это обусловлено значительной частотой открытых переломов с обширными повреждениями мягких тканей и микробным загрязнением раны, с другой – осложнениями при хирургическом лечении переломов. Остеомиелит осложняет течение открытых переломов длинных костей в 3-24%, огнестрельные переломы – в 5,3-27%, различные виды остеосинтеза и эндопротезирования – в 1-17% случаев (Амирасланов Ю.А. и соавт., 2006; Писарев В.В., 2008; Biharisinh V.J. et. al., 2004; Haaker R., 2004; Breugem C.C.

et. al., 2006; DelPozo J.L.,2009; Brause B.,2012). Длительно существующий хронический гнойно-некротический процесс, сопровождающийся чередованием обострений и ремиссии, нарушение опороспособности и функции конечности приводят к патологическим изменениям практически во всех анатомических и структурных образованиях сегмента и конечности в целом (Гостищев В.К.,Малышев Е.С. и соавт., 2001; Гостищев В.К., 2010; Кармазановский Г.Г.,2013; Клюшин Н.М.,2015; Girschick H. J. et. al., 2007; Guillerman R.P.,2013).

Патоморфологические изменения при хроническом остеомиелите изучены достаточно хорошо, проявляются нарушением кровоснабжения, ишемическими повреждениями, сегментарным некрозом, который может возникнуть через формированием секвестров, воспалением мягких тканей, замедлением и искажением репаративного остеогенеза, приводят к инвалидизации больных и обусловливают постоянную необходимость совершенствования методов диагностики и лечения (Дьячкова Г.В., 2006; 2013; Батаков Е.А., 2008;Мартель И.И., 2010; Гаркавенко Ю.Е., 2012; Леонова С.Н., 2012; HatzenbuehlerJ.; 2011).

Потенцирующее влияние на развитие инфекционных осложнений оказывает применение современных химплантатов и металлоконструкций, что является одной из особенностей хирургических вмешательств в современной травматологии (Апагуни А.Э., 2005; Писарев В.В. и др., 2009; Радаев С.В., 2009; Бабовников А.В. и соавт., 2009; Булыгина Е.А., Зленко И.С., 2010; Haaker R., 2004; Brause B.,2009; 2012; DelPozo J.L.,2009; Makridis K.G. , 2013). Возникающая раневая инфекция, в 30% случаев ведет к катастрофическим последствиям в виде удаления конструкции, развитию хронического остеомиелита и стойкой утраты трудоспособности. Лечение хронического остеомиелита – длительный и, нередко, болезненный процесс для больных, приносящий во многих случаях разочарование как для них, так и для врачей (Клюшин Н.М., 2002;2012; Леонова С.Н.,2012; Губин А.В., 2013; Lazzarini L. et al., 2004; Ikremel.A. et al., 2010; Eid A.J., 2012). В последнее десятилетие

отмечен рост частоты заболеваемости хроническим остеомиелитом с сохранением высокой частоты рецидивов (10-40%) (Галкин Р.А., Лещенко И.Г., 2008; Bhavan K.P., 2009; Kumar J. et al., 2010). Посттравматический остеомиелит составляет 6,5% среди заболеваний опорно-двигательной системы (Радаев С.В., 2009; Malcius D. et al., 2009, Сонис А.Г., 2010). Среди взрослого населения посттравматический остеомиелит встречается в 3-25% случаев, обычно среди молодых мужчин (Ковалинин В.В., 2014).

Для диагностики остеомиелита, разработки алгоритма обследования больных крайне важно представление о патоморфологии, классификации остеомиелита, поскольку это определяет набор диагностических методик (Амирасланов Ю.А., 2008; Шевцов В.И., 2008; Гаркавенко Ю.Е., 2012; Harmer J.L., 2010; Hankin D., 2011; Forsberg J.A., 2011; BiresA.M.,2015; Bires A.M., 2015).

Существует несколько классификаций остеомиелита. Остеомиелиты могут быть классифицированы по продолжительности течения (острое или хроническое), патогенезу (посттравматический, контактный, гематогенный, хирургического), локализации, распространенности. В учебнике Ю.Ф.Исакова (2004) по характеру течения выделен: острый, подострый и хронический остеомиелит. В зависимости от механизма заражения: посттравматический и гематогенный. По типу возбудителя: неспецифический, специфический (вызываемый *Mycobacterium tuberculosis* и др.). Выделены атипичные формы: абсцесс Броди; склерозирующий остеомиелит Гарре; хронический рецидивирующий мультифокальный остеомиелит (ХРМО), который характеризуется множественными асептическими очагами в костной системе и длительным течением с периодами обострения и ремиссии (Исаков Ю.Ф., 2004). В отечественной литературе наиболее подробная классификация остеомиелита приведена в работе Т.Н.Трофимовой, 2005, где воспалительный процесс в кости классифицируется:

I. По этиологическому признаку.

II. В зависимости от путей проникновения инфекции.

III. По клиническому течению.

IV. Клиническим формам.

V. По локализации процесса.

VI. По осложнениям.

В западной литературе и в клинической практике применяются системы классификации по Waldvogel et al., 1999, и Cierny, 2003. В настоящее время преимущественно используется классификация G.Cierny, 2003, которая делит остеомиелит по анатомическим признакам, по физиологическим характеристикам, действию системных или местных факторов, влияющих на иммунитет, обмен веществ и кровоснабжение (CalhounJ.H., 2009). В 2011 году была предложена классификация E.E.G. Lautenbach, где автор распределяет остеомиелит по клинической картине, патогенезу, патологоанатомическим проявлениям, возрасту пациентов, типу микроорганизма, наличию костного дефекта или дефектам мягких тканей.

Наиболее важными позициями из классификаций остеомиелита для лучевой диагностики можно считать распределение по характеру течения, локализации, клиническому течению, клиническим формам, осложнениям, поскольку именно они диктуют методы исследования.

Диагностика хронического остеомиелита складывается из комплекса лабораторных критериев, качественных и количественных бактериологических исследований; морфологических исследований мягких тканей и кости; лучевых методов: рентгенографии, компьютерной томографии; радионуклидных исследований, ангиографии, ультразвукового исследования (Рейнберг С.А., 1964; Завадовская В.Д., 2004; Котельников Г.П., 2007; Дьячкова Г.В., 2010; Вовк Е.А., 2010, 2012; Котягина С.Е., 2014; LazzariniL. 2004; Khanna G., 2009; Harmer J.L., 2012; LimaA.L.L, 2014).

В клинической практике для определения характера остеомиелитического процесса и выбора метода лечения применяются

практически все современные методы лучевой диагностики, отражающие структурные изменения костной ткани в области поражения (Котельников Г.П., 2007; Котляров П.М., 2008; Дьячкова Г.В., 2010; Котягина С.Е., 2013; Brown T.L., 2012; Goldman S., 2012; Akkas I., 2013; Love C., 2016).

По мнению многих специалистов, ключом к успешному лечению остеомиелита является ранняя диагностика, в том числе микробиологическое и гистологическое исследования для целенаправленной и длительной антибактериальной терапии (Науменко З.С., 2005, 2010; Waldvogel F.A., 2004; Giavaresi G., 2012; Hogan A., 2013). Не менее важной является адекватная лучевая диагностика, позволяющая выявить наличие, протяженность, характер остеомиелитического очага (Липатов А.И. и соавт., 2009; Завадовская В.Д. и соавт., 2000; Вовк Е.А., 2010; Кармазановский Г.Г., Шуракова А.Б., 2011; Котягина С.Е., 2014; Termaat M.F. et al., 2005; Zuluaga A.F. et al., 2006; Akkas I., 2013; Von Kalle T., 2013; Love C., 2016).

Диагностика и лечение этого тяжелого заболевания, ставшего серьезной медико-социальной проблемой, представляет определенные сложности в силу многообразия его клинико-рентгенологических проявлений, длительного рецидивирующего течения, вызывающего значительные изменения, как в непосредственной близости от остеомиелитического очага, так и в организме в целом (Столяров Е.А., 2008; Дьячкова Г.В., Митина Ю.Л., 2008; Амирасланов Ю.А. и соавт., 2009; Bleeker-Rovers C.P., 2008; Hatzenbuehler J., 2011; Goldman S., 2012; Brown T.L., 2012; Guillerman R.P., 2013).

Чувствительность и специфичность современных методов медицинской визуализации в выявлении воспалительных процессов в кости чрезвычайно высока, но если при диагностике острого остеомиелита или при формулировании первичного диагноза предпочтение отдается радионуклидным методам, позитронно-эмиссионной компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, то для выявления характера повреждения кости и протяженности остеомиелитического процесса при

хроническом остеомиелите, возможности мультирезовой компьютерной томографии более чем достаточны (Дьячкова Г.В., 2010; Кармазановский Г.Г., Шуракова А.Б., 2011; Вовк Е.А., 2012; Kaim A.H. et al., 2000; El-Maghraby T.A. et al., 2006; Jone sH.W. et al., 2009; Pineda C., 2009; Wang G.L. et al., 2011; VanderBruggen W. et al., 2010; Lima A.L.L., 2014).

Вопросы выбора тактики лечения хронического остеомиелита зависят от раннего и правильного обнаружения тенденций к сращению костных фрагментов, выявления протяженности и формы свищевых ходов, четкой топической диагностики деструктивных и репаративных изменений (Амирасланов Ю.А. и соавт., 2008). Современные методы обследования (остеосцинтиграфия, компьютерная томография), а также усовершенствование рутинных методик (фистулография) и их правильная интерпретация способствуют раннему выявлению тенденций репаративного остеогенеза, четкой топической диагностики изменений в пораженном сегменте (Виноградов В.Г., 2006; Дьячкова Г.В., Митина Ю.Л., 2008; Котельников Г.П. с соавт., 2009).

Комплексное обследование больных хроническим остеомиелитом нижних конечностей определяет тактику их хирургического лечения на всех его этапах: консервативная терапия или операция, доступ и объем вмешательства, виды анестезиологического пособия и т.д. (Амирасланов Ю.А., 2001; Блатун Л.А. и соавт., 2009; HarmerJ.L., 2011; Eid A.J., 2012).

В практической хирургии, когда диагноз остеомиелита ясен, зачастую рентгенография и рутинная фистулография являются исчерпывающими диагностическими методиками для данной категории пациентов, а тактика определяется интраоперационно в зависимости от выявляемых во время операции патологических изменений. Однако, это не всегда достаточно для планирования лечебного процесса, для выявления точной локализации воспаления и его границ, определения характера изменений прилежащих тканей.

Существует целый ряд методик визуализации, которые обычно используются для исследования пациентов с подозрением на воспаление в различных отделах опорно-двигательной системы. Прежде всего, это рентгенография, которая выполняется в 100%, когда есть подозрение на наличие воспалительного процесса в костях или суставах (Рейнберг С.А., 1964; Ковалинин В.В., 2014). Даже тогда, когда не удается поставить окончательный диагноз методом рентгенографии, это исследование является необходимым, поскольку позволяет осуществить анатомический обзор области интереса, в том числе и условия, которые могут повлиять на выбор и интерпретацию последующих процедур (Pineda C., 2009; Eid A.J., 2012; Bires A.M., 2015).

Магнитно-резонансная томография является высокочувствительным методом, обеспечивающим превосходное выявление анатомических деталей без лучевой нагрузки на больного. Этот метод особенно ценен для выявления септического артрита, остеомиелита позвоночника, суставного хряща, выявления изменений при диабетической стопе (Кармазановский Г.Г., 2013; Котягина С.Е., 2013; Palestro C.J., 2015).

В настоящее время проведено достаточно большое количество исследований по использованию МРТ для диагностики остеомиелита. В исследование A. Karpooretal (2007), при проведении мета-анализа было изучено шестнадцать работ, в которых МРТ сравнивалась с другими методами диагностики остеомиелита. Авторы считают, что МРТ позволяет получить объективную картину остеомиелита стопы и голеностопного сустава и может использоваться, чтобы выявить или исключить наличие воспалительного процесса. МРТ, по мнению L.W. Bancroft (2007), является особенно информативной в условиях хронического посттравматического остеомиелита и после предыдущих хирургических процедур. Особое значение многие авторы придают исследованию методом МРТ больных мультифокальным рецидивирующем остеомиелитом, обращая внимание на возрастные изменения в скелете, возможность выявления мультифокальных

очагов и двустороннюю локализацию процесса (Fritz J., 2009; Khanna G., 2009; VonKalle T., 2013). В работах С.Е. Котягиной (2010-2013) детально изучена МРТ-семиотика неспецифического остеомиелита в зависимости от патогенетического типа, стадии, фазы и локализации заболевания. Отражены особенности МРТ-семиотики посттравматического и контактного остеомиелита. Впервые подробно изложены МРТ-проявления местных мягкотканых осложнений остеомиелитического процесса с учётом закономерностей их распространения. Впервые разработаны диагностические МРТ-критерии активности неспецифического остеомиелита с количественной оценкой интенсивности МР-сигнала при отёке, инфильтрации костного мозга и внутрикостных абсцессах. Изучены особенности МРТ-проявлений неспецифического остеомиелита и его местных осложнений у пациентов с иммунодефицитом и сахарным диабетом. В работе A.L. Lima et al. (2014) указывается на необходимость применения комплекса методик для диагностики остеомиелита, но подчеркивается роль МРТ для раннего выявления воспалительных изменений (3-5 дней от начала заболевания). МРТ применяется не только для диагностики остеомиелита длинных костей, но и лицевого скелета. Авторы сравнили диагностические возможности магнитно-резонансной томографии (МРТ) при исследовании остеомиелита нижней челюсти с традиционными методами, а также разработали МРТ-диагностические критерии для выбора метода лечения и прогнозирования клинического исхода (Ariji Y., 2008). Во многих работах подчеркнута роль МРТ для диагностики остеомиелита у детей, учитывая способность выявлять ранние изменения, оценить истинные масштабы заболевания, определить экстраоссальное распространение инфекции, отсутствие лучевой нагрузки (Averill L., 2009; Pugmire B.S., 2014; Metwalli Z.A., 2013). На высокую чувствительность МРТ для диагностики остеомиелита (приблизительно 98%) указано в исследовании В.В. Ковалинина с соавт., 2014, но специфичность, по их мнению, намного ниже (около 75%). Применяется и комплекс методов, в частности МРТ и

сцинтиграфия. МРТ (T1 и T2-W последовательности, а также контрастирование гадолинием) и сцинтиграфии с  $^{99m}\text{Tc}$ -НМРАО -меченными гранулоцитами были применены для обследования 25 больных в работе E.Vittorini et al. (2005). Авторы считают, что МРТ является более надежной для выявления и оценки местного распространения инфекции в костях, тогда как при имеющихся металлических устройствах сцинтиграфия является предпочтительной альтернативой (Vittorini E. et al., 2005). Возможен и другой вариант, например сочетание FDG PET/CT и МРТ. В этом случае авторы рекомендуют предпочтительное использование МРТ в качестве основного инструмента для визуализации неосложненных случаев с монофокальной локализацией, тогда как при полилокальных процессах или при наличии противопоказаний для МРТ, должна использоваться ПЭТ КТ (Demirev A. et al., 2014). Предложены и другие варианты сочетания различных методик для выявления воспалительного процесса в кости (лабораторные исследования, остеосцинтиграфия, МРТ) с последующим подтверждением в операционной. Среди отечественных авторов роль МРТ в диагностике остеомиелита подробно рассмотрена в монографии Г.Г. Кармазановского, А.Б. Шураковой (2011), где представлены этапы эволюции остеомиелита, достоинства и недостатки метода при выявлении отека костного мозга, инфильтрации мягких тканей, формировании гнойного воспаления костного мозга, появлении признаков его некроза и очагов деструкции костной ткани, омертвения кости и образования секвестров, распространения гноя и образования свищей.

### Радионуклидная диагностика

Радионуклидные исследования довольно часто выполняются как часть диагностического процесса при выявлении остеомиелита (Завадовской В.Д с соавт., 2004). На основании наблюдения за 151 больным с гнойно-воспалительными заболеваниями опорно-двигательного аппарата, дана оценка диагностической эффективности сцинтиграфических методов исследования в диагностике остеомиелита. Радионуклидные методы

исследования представлены трехфазной сцинтиграфией, сцинтиграфией с  $^{67}\text{Ga}$ -цитратом и  $^{111}\text{In}$ -цитрином, их данные верифицированы результатами оперативного вмешательства. Исследование M.F. Termaat (2005) посвящено изучению эффективности применения 12 различных методик для диагностики остеомиелита, в том числе рентгенографии, МРТ, МСКТ, различных видов сцинтиграфии, позитронно-эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой, которая по мнению авторов, показала самую высокую диагностическую точность. Сцинтиграфия с меченными лейкоцитами имеет преимущество при исследовании периферического скелета, а позитронно эмиссионная томография с фтордезоксиглюкозой более эффективна для обнаружения хронического остеомиелита в осевом скелете (Termaat M.F., 2005). Большой объем исследований по диагностике остеомиелита включен в мета-анализ в работе, где проведено изучение 23 работ, в которых были представлены данные о 851 больном, обследованном методом позитронно эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой (ФДГ-ПЭТ), различными вариантами сцинтиграфии. По мнению авторов, ФДГ-ПЭТ превосходит по точности другие методики, но в случаях, когда ПЭТ невозможно использовать, сцинтиграфия с меченными лейкоцитами имеет вполне удовлетворительную точность (Wang G.L., et al., 2011). Остеосцинтиграфия точно диагностирует остеомиелит в костях, однако дистрофические заболевания суставов, переломы уменьшают специфичность этого исследования. В работе Г.П. Котельникова, А.В. Капищникова (2007) представлены данные о роли остеосцинтиграфии не только в диагностике, но и оценке эффективности проводимого лечения. Авторы считают необходимым использование данного метода в динамике и включении его в алгоритм обследования больных на различных этапах лечения (Котельников Г.П., Капищников А.В., 2007). Аналогичного мнения придерживаются J.A. Forsberg et al. (2011), указывая на необходимость использования сцинтиграфии в качестве одной из составляющих диагностического алгоритма, а также подчеркивают ее роль в изучении результатов

применяемых хирургических методов лечения. По мнению А.Г. Сонис, А.В. Капишникова (2006), для раннего выявления особенностей репаративного остеогенеза у пациентов с хроническим посттравматическим остеомиелитом показано применение остеосцинтиграфии в динамике. При этом наиболее значимым является не изменение суммарной активности накопления РФП, а ее пространственное перераспределение, которое целесообразно количественно оценивать, предложенным авторами методом. Обследование пациентов с хроническим гематогенным остеомиелитом перед радикальным оперативным лечением должно включать радиоизотопную визуализацию скелета для выявления дополнительных клинически не проявляющихся остеомиелитических очагов, и, при необходимости, последующего их лечения. Применение предложенного авторами способа радионуклидной диагностики у пациентов с хроническим диффузным посттравматическим остеомиелитом показало его высокую информативность (чувствительность – 1,0; специфичность – 0,88) в раннем распознавании тенденций репаративного остеогенеза в зоне несращения, прогнозировании консолидации, оценке эффективности проводимого лечения. Авторы сделали вывод, что включение сцинтиграфии скелета в алгоритм предоперационного обследования больных с гематогенным остеомиелитом позволяет своевременно распознать полилокальность поражения и скорректировать лечебную тактику. Т.А. El-Maghraby et al. (2006) считают, что сцинтиграфические процедуры стали неотъемлемой частью диагностического алгоритма в выявлении остеомиелита. Стандартная остеосцинтиграфия с  $^{99m}\text{Tc}$ , меченым метилендифосфонатом, достаточно эффективна в диагностике остеомиелита с чувствительностью 73% до 100%. Применение  $^{67}\text{Ga}$  цитрата получило больше распространение в результате специфической свойств данного препарата локализоваться в случаях активного воспалительного процесса и скопления гноя. Приводятся данные о специфичности  $^{67}\text{Ga}$  - сцинтиграфии в диагностике остеомиелита около 67-70%, с увеличением данного показателя до 92%, когда применяется

однофотонная эмиссионная томография. В обобщающей работе C. Love, C.J. Palestro (2016) анализируется применение различных методов радионуклидной диагностики при исследовании больных с воспалительными процессами в кости. Остеосцинтиграфия с технецием-99ти галлий-67 (67Ga), меченными лейкоцитами достаточно эффективны, но имеют ограничения, занимают много времени и трудоемки, в связи с чем в настоящее время постоянно проводятся работы по созданию новых препаратов для радионуклидных исследований. В этих условиях авторы выделяют роль позитронно-эмиссионной томографии с фтордезокси-глюкозой с или без компьютерной томографии (КТ) в выявлении инфекций опорно-двигательной системы. Чувствительность метода при этом составляет более чем 95% и специфичность в пределах от 75-99% при остром и подостром воспалении в кости и мягких тканей.

В последние годы при диагностике остеомиелита все большее внимание уделяют современным методикам, в том числе ПЭТ/КТ и различным комбинациям. Достаточно широкое применение позитронно-эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой многие авторы объясняют эффективностью данного метода для выявления множественных очагов воспаления и считают, что это одна из предпочтительных диагностических процедур, в том числе и для дифференциальной диагностики с другими заболеваниями (Bleeker-Rovers C.P. et al., 2008). В работе M.F. Termaat et al. (2005), основанной на мета-анализе 23 клинических исследований, указано, что позитронно-эмиссионная томография с фтордезоксиглюкозой имеет самую высокую диагностическую точность для подтверждения или исключения диагноза хронического остеомиелита. Это подтверждает и работа W. VanderBruggen et al. (2010), однако, авторы указывают, что при наличии имплантата чувствительность метода может быть ниже и требуется разработка дополнительных критериев. Отмечается также, что имеется недостаточная точность позитронно-эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой([18F]-FDG-PETimaging) в отношении дифференциальной

диагностики инфекционного воспалительного процесса и асептического послеоперационного воспаления, поскольку метод основан на восприятии увеличенной утилизации глюкозы, что характерно для обоих процессов (BrownT.L.et al. 2012). S.P. Rowe, Y. ChoS (2014) отметили значительный рост применения позитронно-эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой для выявления воспалительных процессов в областях со сложной анатомией и после операционных вмешательств, но подчеркнули, что внедрение других радионуклидных методик, основанных на взаимодействии с ПЭТ КТ, позволяют получать еще более достоверные данные. Позитронно-эмиссионная томография с фтордезоксиглюкозой([18F]-FDG-PET ) по мнению S.Goldman (2012) занимает сейчас ведущее место в диагностике воспалительных процессов, поскольку позволяет выявить изменения в любом участке тела. Для повышения эффективности метода при обследовании больных остеомиелитом, перипротезными инфекциями необходимо сочетание метода с рентгеновской компьютерной томографией. Значительные возможности позитронно-эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой подчеркнуты в работе S. Basuetal (2009). Автор считает, что данный метод показал свою эффективность по 6 позициям: (1) хронический остеомиелит, (2) перипротезная инфекция нижних конечностей, (3) диабетическая стопа (4) лихорадка неизвестного происхождения, (5) синдром приобретенного иммунодефицита,(6) воспаления сосудистых трансплантатов и свищи. Все чаще этот метод используется для выявления инфекции в мягких тканях, в том числе тех, которые представляют источники лихорадки неизвестного происхождения. Данные о роли ПЭТ / КТ в оценке инфекции и воспаления в настоящее время немногочисленны, но это сочетание может оказаться методом выбора в обозримом будущем для точной локализации. Однако роль ПЭТ / КТ может быть ограничена в присутствии металлических артефактов (протезов), прилегающих к местам инфекции. Говоря об эффективности метода, следует остановиться и на стоимости данного исследования.

В публикациях говорится о значительных затратах на проведение позитронно-эмиссионной томографии с фтордезоксиглюкозой (Gould M.K., 2000; Dinan M.A., 2010; Liu T.W., 2015). Общая средняя стоимость сканирования с помощью ФДГ составляет 1885 долларов США. Обычная ПЭТ КТ стоит в России от 11000 до 65000 рублей.

Хотя многие способы визуализации для диагностики остеомиелита считаются приемлемыми, A.M. Bires et al (2015) полагают, что не существует методики, которая может считаться идеальной. Скорее всего, необходимо применение комплекса методов, исходя из клинической ситуации (Гостищев В.К., 2011; Harmer J.L., 2011; Guillerman R.P., 2013; Lima A.L.L, 2014; Bires A.M., 2015).

Что касается хронического остеомиелитического процесса в длинных костях, то при установленном диагнозе компьютерная томография может считаться «золотым стандартом», позволяя получить объективные количественные данные о состоянии кости, прилежащих суставов, секвестров (Ковалинин В.В., 2014; Tehranzadeh J., 2001; Saigal G., 2004; Fayad L.M., 2007; Pineda C., 2009; Eid A.J., 2012; Lima A.L.L, 2014).

Преимущества КТ в диагностике хронического остеомиелита доказаны давно (Гончарова Е.А., 2001; Дьячкова Г.В., 2007). По данным Г.Г. Кармазановского, 1997, при обычной рентгенографии выявляется не более 80% секвестров, в то время как компьютерная томография обеспечивает выявление секвестров в 100% (Кармазановский Г.Г., 1997). В определении границ некроза костных отломков компьютерная томография также играет приоритетную роль. В работе Г. В. Дьячковой, Ю.Л. Митиной (2011) изучена КТ-семиотика пролиферативных изменений в бедренной кости при хроническом остеомиелите, развившемся после острого гематогенного остеомиелита. Установлено, что в области диафиза протяженность периостальных и эндостальных наслоений у всех больных превышает размеры деструкции, тогда как в области метафиза – соответствует границе камбиального слоя надкостницы и не связана с протяженностью деструкции.

Деструкция кости может распространяться как проксимальнее, так и дистальнее границы периостальных наслоений. Периостальные наслоения в процессе асимиляции могут трансформироваться как в компактное костное вещество, так и в губчатую кость. Последнее позволяет прогнозировать течение остеомиелита по неблагоприятному для лечения множественно-очаговому типу, что необходимо учитывать при планировании контрольных рентгеновских исследований и разработке плана реабилитационных мероприятий (Дьячкова Г.В., Митина Ю.Л., 2011). Признаками некроза костных отломков могут считаться отсутствие периостальной реакции на участке, соответствующем некрозу кости, повышение показателей плотности некротизированной кости в сравнении с жизнеспособной костью, формирование демаркационной полосы, отграничивающей живую кость от мертвей, краевой и лакунарный лизис некротизированной кости, проявляющийся в виде зазубренности контуров и мелких очагов остеолиза внутри участка некроза (Дьячкова Г.В., Митина Ю.Л., 2011). В обобщающей работе, посвященной рентгенологической семиотике хронического остеомиелита длинных костей, Г.Г.Кармазановский, И.А. Косова (2013) подчеркивают возможности МСКТ при исследовании очагов хронического воспаления в определении: количества, расположения, формы, размеров зон деструкции; локализации, количества, характера, взаимоотношения с окружающими тканями секвестров; степени и протяженности изменения костномозговой полости; количественных характеристик, касающиеся протяженности, площади, плотности изучаемых объектов; достаточного количества семиотических признаков для дифференциальной диагностики. Кроме того, всегда есть возможность проведения, при необходимости, фистулографии (Кармазановский Г.Г., Косова И.А., 2013).

По мнению Е.А. Вовк (2013), компьютерная томография имеет более высокую информативность и в определении стадии остеомиелита, так как дает возможность получения изображения на интересуемом уровне в аксиальной проекции и проведения не только качественной, но и количественной оценки.

С помощью компьютерной томографии у половины пациентов (20 человек – 50%) удалось выявить особенности костной деструкции, визуализировать сектвестры, воспалительные кисты в мягких тканях, пароассальные флегмоны, абсцессы и другие изменения, которые не определялись рентгенологически. Кроме того, проведенные томографические исследования позволяли четко определиться с анатомическим расположением патологического очага, его взаимосвязью с окружающими структурами. Компьютерная томография повлияла на принятие тактического решения у 11(27,5%) пациентов. С помощью КТ-фистулографии у 19(47,5%) больных дополнительно определялось распространение контрастного препарата по свищевым ходам как в мягких тканях, так и в кости. Во всех случаях выявленные поражения на КТ-фистулографии подтвердились операционными данными (Вовк Е.А., 2013).

Особая роль принадлежит МСКТ в изучении состояния кости на различных этапах лечения, когда важен не факт установления диагноза хронического остеомиелита, а определение рентгеноморфологических изменений кости для решения тактических и прогностических вопросов в лечении и реабилитации. Вне сомнения, для первичной диагностики остеомиелита, особенно мультифокального, трудно возражать против применения ПЭТ/КТ и других методик ядерной медицины, но в повседневной работе, когда речь идет о монофокальном хроническом остеомиелите, особенно рецидивирующем, когда диагноз ясен и важно определить протяженность процесса и характер изменения кости до и на различных этапах лечения. В условиях, когда возможность применения вышеперечисленных методов крайне ограничена, МСКТ играет определяющую роль в алгоритме обследования пациентов хроническим остеомиелитом, особенно при наличии металлоконструкций, когда МРТ противопоказана, а чувствительность многих радионуклидных методов значительно снижается (Bruggen W. et al., 2010; Pineda C., 2009).

В обобщающей статье G.D. Rubin (2014) о роли КТ в медицине прозвучало очень важное заключение: «Будет ли КТ главной темой обсуждения на радиологических обществах Северной Америки через 50 лет? Сомнительно, что любой из нас может представить себе методы визуализации, которые будут существовать в 2064 году, учитывая темпы развития. Однако по состоянию на 2014 г. здоровье человечества, конечно, стало лучше благодаря КТ, усилиям врачей, ученых и пациентов, которые внесли свой вклад в познание о строении человеческого тела» (Rubin G.D., 2014). Стоит еще раз отметить, что сейчас КТ играет огромную роль в выявлении патологических изменений в органах и тканях при различных заболеваниях, в том числе и при хроническом остеомиелите.

Анализ литературы, посвященный диагностике остеомиелита, свидетельствует о громадных возможностях современных лучевых методов для выявления и дифференциальной диагностики хронического воспалительного процесса в опорно-двигательной системе (Завадовская В.Д. с соавт., 2004; Дьячкова Г.В. с соавт., 2010; Васильев А.Ю. с соавт., 2010; Кармазановский Г.Г с соавт., 2013; Kapoor A. et al., 2007; Gotthardt M. et al., 2013; Palestro C.J., 2015). По мнению специалистов, различные локализации и формы остеомиелита требуют применения специальных алгоритмов, которые включают в себя различные комбинации методик. Нет одного, идеального метода для выявления мультифокальных форм рецидивирующего процесса в скелете, как правило, требуется применение нескольких методик, особенно с целью дифференциальной диагностики. Но уже существуют конкретные предложения по комбинации методик для определенных локализаций остеомиелитического процесса в зависимости от наличия металлических фиксаторов или сложных анатомических областей. Что касается МСКТ в практической деятельности российских специалистов по лучевой диагностике, то применение данного метода при обследовании больных монолокальным хроническим остеомиелитом, исходя из соотношения цены и качества, а также оснащенности лечебных учреждений современным

оборудованием для радионуклидных исследований, вполне оправдано и, в большинстве случаев, достаточно для получения объективной информации о состоянии кости как в очаге воспаления, так и в окружающих тканях. При необходимости вполне реально использование МРТ, особенно когда речь идет о сопутствующем распространении воспаления на смежные суставы или мягкие ткани (Kapoor A., 2007; Ariji Y., 2008)

### 1.2 Качество кости при хроническом остеомиелите

По данным ряда авторов, остеомиелитические процессы, нарушая и изменяя структуру кости, приводят к снижению ее функциональной способности с угрозой патологических переломов при небольшой механической нагрузке, что приводит к высокой инвалидизации больных (Гостищев В.К. и соавт., 2009; Girschick H.J. et al., 2007; Дьячкова Г.В., 2013). В связи с этим возникает необходимость прижизненной оценки качества кости для решения вопросов о методике оперативного лечения, радикальности вмешательства на кости, способах фиксации и ее продолжительности. В этом смысле МСКТ является надежным и объективным методом, возможности которого в решении перечисленных проблем до конца не использованы (Дьячкова Г.В., Митина Ю.Л., 2003; Кармазановский Г.Г., Косова И.А., 2013; Дьячкова Г.В. 2014).

Изучение качества кости у больных хроническим остеомиелитом имеет особое значение, поскольку перечисленные выше особенности данного заболевания приводят к резко выраженным изменениям как анатомии, так и морфологии длинных костей (Амирасланов Ю.А., Гостищев В.К., 2009, 2010; Леонова С. Н., 2012; Cox L.G., 2011).

Значение термина "качество кости" четко не сформулировано и различные авторы вкладывают в это понятие как биомеханические, так и морфологические понятия (Ciarelli T.E. 2000; Burr D. B., 2002, 2004; Tommasini S. M., 2005; Compston J., 2006; Hernandez C.J., 2006; Guo X.E., 2008; Boskey A. L., 2011). На необходимость изучения качества кости у больных с

различной патологий опорно-двигательной системы указано в работе Dalle Carbonare L, Giannini S. (2004). Однако и в данном исследовании не приведены параметры или критерии, по которым можно оценивать качество кости. Воспалительный процесс, длительное время существующий в кости, нарушает и изменяет структуру кости, приводит к снижению ее функциональной способности. Возникает угроза патологических переломов при небольшой механической нагрузке, что зачастую приводит к высокой инвалидизации больных и наносит большой ущерб обществу (Матузов С.А., 1997; Малышев Е.С. и соавт., 2001; Girschick H.J. et al., 2007).

В отечественной и зарубежной литературе не подвергается сомнению факт, что основным методом лечения хронического остеомиелита является хирургический (Кармазановский Г.Г., 1995; Гостищев В.К. и соавт., 1999; Амирасланов Ю.А. и соавт., 2000; Bevin C.R. et al., 2008). Хирургический доступ к остеомиелитическому очагу (при эндостальных локализациях) нередко сопровождается резекцией участка здоровой кости (трепанационное окно, ладьевидное уплощение) (Кудрявцев П. А. и соавт., 2005; Escarpanter J.C. et. al. 1997). Это дополнительный фактор, влияющий на функциональную пригодность кости. После проведения хирургического вмешательства костная ткань отчасти регенерирует, это с течением лет приводит к увеличению костной массы в зоне хирургического вмешательства и соответственно большей устойчивости кости к механическим нагрузкам (Kumar K. et. al., 2007). К сожалению, данные литературы, касающиеся изучения прочностных характеристик костей у больных с остеомиелитом, скучны и неоднозначны. Еще меньше литературных материалов посвящено изучению регенерации костной ткани в очаге в различные сроки после операции (Амирасланов Ю.А., Светухин А.М., Борисов И.В., 2006; Bowen T.R., 2005; Girschick H.J., 2007).

Недавние исследования методом pQCT показали, что эта технология дает возможность оценить как архитектонику, так и прочность кости в длинных трубчатых костей человека в различных условиях (Vico L. et al.,

2008). Исследования голени взрослого человека методом периферической компьютерной томографии (pQCT) показали корреляции между структурными и биомеханическими свойствами и возрастные изменения (Capozza R.F. et al., 2010).

Хотя прочность костей и риск переломов, как правило, оценивали путем измерения минеральной плотности костной ткани (МПК), механические свойства кости, на самом деле определяются не только костной массой, но и ее архитектоникой / геометрией кости и качеством кости. Риск переломов увеличивается с возрастом, частично, в зависимости от изменения МПК. Тем не менее, риск перелома в 75-летней женщины в 4-7 раз выше, чем в 45-летней женщины с идентичной костной массой. Это показывает, что существует компонента хрупкости костей, которая не зависит от костной массы и определяется качеством костной ткани. Качество кости определяется, по меньшей мере, четырьмя факторами: (1) скоростью обмена костной ткани; (2) свойствами коллагена / минерала матрица; (3) накоплением микроповреждений; (4) архитектоникой / геометрией губчатой и кортикальной кости (Burr D.B., 2004). Новые возможности дает исследование методом PET/CT с различными современными модификациями (Hartmann A., 2007).

Учитывая различные по протяженности и тяжести разрушения кости у больных хроническим остеомиелитом, которым предстоят различные по сложности и этапности оперативные вмешательства, клиницистам необходимо знать каково состояние кости, насколько заинтересованы смежные суставы, насколько изменены количественные и качественные параметры кости, то есть, каково ее качество. В настоящее время для изучения состояния кости и ее качества применяются многие методы, в том числе лучевые, гистоморфометрия, биомеханика. Многие годы для оценки уровня минерализации скелета применяли определение BMD (минеральной костной плотности – г/см<sup>2</sup>), а также по абсолютным показателям содержания минерала в костной ткани (ВМС). Для диагностики минеральной плотности

костной ткани (МПК) наибольшее признание получил метод двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA или DEXA), который сочетает в себе ряд выгодных качеств: возможность исследования осевого и периферического участков скелета, высокую чувствительность и специфичность, точность и низкую ошибку воспроизведимости, минимальную дозу облучения и быстроту исследования. Применяется также pQCT, имеющая некоторые ограничения по технологии. Существуют методики изучения кости гистологическими методами (гистоморфометрия), а также различные биомеханические методы. Однако, последние могут использоваться только на образцах. «Золотым стандартом» для получения объективных показателей плотности кости является КТ, позволяющая проводить реконструкции изображения и изучать архитектонику кости, определять ее плотность.

Наибольшее количество исследований по качеству кости с определением ее плотности методом КТ проведено в стоматологии (Damoulis P.D, 2006; Tumer C. 2007; De Oliveira R.C., Leles C. R., 2008; Tözüm T. F., HuaY., 2009; Naitoh M., Aimiya H., Hirukawa A., 2010). U. Lekholm., A. Zarb (1985) считают, что качество кости можно определять по двум параметрам. Первым, в соответствии с классификацией Lekholm и Zarb (1985) (типы I, II, III, IV), является оценка качества с механической точки зрения (плотность кости). Второй характеризует кость с точки зрения способности заживления (биология кости). U. LekholmA., Zarb (1985); P.J. Branemark et al. (1986), рекомендуют учитывать не только общий объем костной ткани, но и структурное строение костей челюстей. Это позволило авторам выделить 4 типа челюстей:

1 – почти вся толщина челюсти состоит из гомогенной компактной кости;

2 – толстый слой компактной кости, размещенный вокруг плотной трабекулярной кости;

3 – тонкий слой компактной кости охватывает плотную трабекулярную кость;

4 – тонкий слой компактной кости окружает рыхлую трабекулярную кость.

В.Л. Параксевич (1998) считает, что следует выделять три основных типа архитектоники челюстных костей:

I тип – кость повышенной плотности. Губчатый слой тонкий и представлен мощными трабекулами. Соотношение компактного и губчатого слоев может быть выражено в пропорции 2 :1 ;

II тип – кость средней плотности. Губчатый слой представлен хорошо развитой сетью крепких трабекул и окружен компактным слоем кости толщиной 2-3 мм. Соотношение компактного и губчатого слоев 1:1;

III тип – губчатый слой представлен немногочисленными тонкими трабекулами и окружен компактным слоем, толщина которого не превышает 1 мм.

Классификация по С. Misch (1992) отражает наиболее типичные характеристики качества кости:

D1 – толстый слой компактной кости. Отмечается слабое кровоснабжение;

D2 – толстая кость, но с пористым компактным слоем и выраженным губчатым. Кровоснабжение в переднем участке верхней челюсти на нёбной стороне, а также в переднем и дистальных участках нижней челюсти хорошее;

D3 – тонкая кость с пористым компактным слоем, рыхлой структурой губчатого слоя с хорошим кровоснабжением в передних и дистальных участках верхней челюсти и дистальных участках нижней;

D4 – рыхлый тонкий компактный слой.

Позднее, после исследования челюсти методом КТ классификация была дополнена количественной оценкой качества кости в единицах

Хаунсфилда (HU), где тип D1 должен был иметь плотность 1250 HU; D2 - 850-1250HU; тип D3 – 350-850HU и тип D4 – от 150 до 350 HU (Misch C.E., Meffert R.M., 2005).

В работе R.F. Ribeiro-Rotta et al. (2010) проанализировано 488 работ по изучению качества кости в стоматологии. В статьях предложены различные определения и системы классификации для характеристики костной ткани и протоколов экспертизы. В большей части работ применена система классификации U. Lekholm, A. Zarb (1986). Несколько публикаций описывали качество костной ткани в соответствии с C.E. Misch (1992); P. Trisi W. Rao (1999). Методы оценки представлены, в основном, кратко, только в одном исследовании представлена диагностическая точность. Различные определения и системы классификации, применяемые в стоматологии, делают невозможным сравнение результатов различных исследований, в частности в отношении того, что влияет на качество кости или результаты лечения. Авторы приходят к выводу, что необходима система классификации характеристик костной ткани, а также соответствующее описание методов оценки костной ткани, их соответствующая диагностическая точность.

Таким образом, анализ литературы показал, что существует небольшое количество классификаций качества кости, все из которых касаются стоматологической имплантологии.

В работе K. Hiasa, Y. Abe (2011) приведена таблица, объединяющая шесть различных классификаций кости и плотности костной ткани в единицах Хаунсфилда (HU) различных областей верхней и нижней челюсти: Lekholm and Zarb (1985;1986); C. Misch (1992), P. Trisi, W. Rao (1999); Norton and Gamble (2007), De Oliveira et al. (2010); Rebaudet et al. (2010). Количественные параметры приведены в последних трех работах и колеблются в значительных пределах. Так, в работе C. Norton, Gamble (2007) плотность переднего отдела нижней челюсти составляла более 800HU, тогда как в исследовании De Oliveira et al. (2010) - больше 400HU, а по данным

Rebaudi et al. (2010) – более 1000 НУ. Меньше отличаются данные по плотности заднего отдела нижней челюсти. Нельзя сказать, что классификации идеальны и идентичны, но они дают некоторое представление о состоянии верхней и нижней челюсти у больных, которым предполагалось проводить операцию имплантации.

Что касается ортопедии, то аналогичных классификаций нет и практически нет работ, в которых были бы приведены данные о плотности различных отделов длинных костей в норме. Существуют общие формулировки о качестве кости, например: «Микроархитектонику отражает нормальная трабекулярная структура костной ткани – достаточная толщина и плотность вертикальных и поперечных трабекул, комбинация которых обуславливает резистентность к стандартной нагрузке. Например, 10% снижение МПК из-за рассасывания и перфорации поперечных трабекул дает 70% уменьшение прочности кости» (Ершова О.Б., 2006). Или «Под качеством кости понимают состояние микроархитектоники костной ткани, органического матрикса, костного обмена и наличие микроповреждений» (Рожинская Л.Я., 2011). D.B. Burr (2004) считает, что качество кости определяется четырьмя факторами: (1) therate of bone turnover(скоростью костного обмена); (2) properties of the collagen/mineral Matrix (свойствами коллагена и минерального матрикса); (3) microdamage accumulation; (накоплением микроповреждений) (4) architecture/geometry of cancellous and cortical bone (архитектоникой и геометрией костной ткани). Следует согласиться с теоретическими положениями этой работы, но она не содержит практических рекомендаций, на что указывает и автор в своем заключении: «необходима разработка новых неинвазивных методов оценки качества костной ткани, которые должны быть доступны и удобны для применения». Работ, которые содержали бы конкретные данные о критериях оценки качества кости или параметрах для их оценки при конкретных ортопедических заболеваниях практически нет.

Тем не менее, в последние годы появились исследования, связанные с изучением структуры кости методом микрокомпьютерной томографии ( $\mu$ СТ), периферической компьютерной томографии с высоким разрешением (HR-pQCT), цифровой микрофокусной рентгенографии, конусно-лучевой компьютерной томографии, которые позволяют изучать архитектонику кости, позволяют четко визуализировать структурные элементы кости. В работах, посвященных микрофокусной рентгенографии отмечено, что важнейшей отличительной особенностью метода является возможность получения резких увеличенных рентгеновских изображений различных объектов. В зависимости от конкретных размеров фокусного пятна и геометрических параметров съемки коэффициент увеличения размеров объекта на снимке (по сравнению с его истинными размерами) может составлять от нескольких единиц до нескольких сотен при сохранении высокого качества изображения. Соответственно, увеличивается количество получаемой информации о внутреннем строении или состоянии объекта. Таким образом, результаты исследований позволяют утверждать, что микрофокусная фазоконтрастная рентгенодиагностика способна заменить большинство применяемых в настоящее время типовых исследований, и может быть использована как самостоятельная, так и как дополнительная методика для уточнения мелких и малоконтрастных деталей. При этом, за счет использования фокусного пятна малых размеров и расходящегося пучка рентгеновского излучения, возможно получение контрастных, высоко-детальных, объемных изображений объекта, что чрезвычайно важно для использования этой методики в различных областях медицины, стоматологии, травматологии (Васильев А.Ю., 2008, 2010). Применению цифровой микрофокусной рентгенографии для оценки состояния кости посвящен ряд работ А.Ю Васильева с соавторами (2008; 2010). Результаты исследований показали, что микрофокусная рентгенография с многократным прямым увеличением изображения является высокоинформационным методом изучения анатомии и структуры твердых тканей зуба. Снимки с увеличением

изображения гораздо лучше передают мелкие детали, например, структуру корневого канала, чем снимки, полученные контактным способом. Наибольшей информативностью обладает цифровая микрофокусная рентгенография с увеличением от 5-7 раз. Микрофокусный источник излучения обеспечивает большую глубину резкости в процессе съемки. Практически при любом положении объекта на оси между источником и приемником излучения резкость изображения будет достаточна для обеспечения качественных снимков. Таким образом, даже в случаях исследования объектов сложной формы на снимках одинаково резко получаются как близко, так и далеко отстоящие от приемника изображения детали объекта (Васильев А.Ю., 2008, 2010, 2012). При сравнении диагностической значимости цифровой микрофокусной рентгенографии и КТ в оценке регенерации костной ткани, микрофокусная рентгенография, по данным авторов, позволила на более ранних сроках визуализировать первичную костную мозоль. На компьютерных томограммах новообразованная ткань в проекции костного дефекта начинала определяться позже, при большей её степени минерализации. Чувствительность цифровой микрофокусной рентгенографии с 3-кратным увеличением в выявлении костной мозоли составила – 90%, при увеличении изображения в 5, 7, 20 раз – 93%, КТ – 83% (Васильев А.Ю., 2008). Использование микрофокусной рентгенографии с прямым увеличением и цифровой обработкой изображения позволяет детально изучить трабекулярную структуру костной ткани, что важно для оценки качества кости наряду с определением ее плотности (Буланова И.М., 2011). Для изучения эффективности цифровой микрофокусной рентгенографии с прямым увеличением (ЦМФРГ) проведено экспериментальное исследование, порезультатам которого определены особенности ЦМФРГ с прямым многократным увеличением изображения:

1. В большем количестве визуализируются костные элементы на единицу площади по сравнению со стандартной рентгенографией.

2. Четко определяются взаимоотношение костных балок, их направление, толщина и расстояние между ними.

3. Костные балки, расположенные ближе к приемнику излучения, имеют большую степень увеличения.

4. Визуальный размер объекта исследования зависит от размера регистрирующей кассеты, чем больше размер кассеты, тем больше визуальный размер объекта исследования.

5. Получен новый эффект – «эффект объемного изображения», что связано с разной степенью увеличения элементов, увеличение зависит от степени удаления элементов от кассеты (приёмника изображения).

6. Выражен «краевой эффект» изображения. Отмечена высокая контрастность мягких тканей, позволяющая дифференцировать мягкотканый компонент.

7. При нивелировании динамической нерезкости возможно получение рентгенограмм с 20-кратным увеличением изображения хорошего качества по яркости и контрастности рентгенологической картины.

8. Благодаря цифровой обработке изображения режимы могут варьировать в больших пределах без потери качества изображения, что резко снижает потребность в повторных исследованиях при разной толщине тканей стопы.

9. Цифровые микрофокусные рентгенограммы имеют высокое пространственное разрешение.

10. Сочетание микрофокусной рентгенографии и цифровой радиографии позволяет выполнять коррекции ошибок экспозиции, улучшение изображения с помощью изменения контраста, яркости и пространственной фильтрации. ЦМФРГ позволяла четко различить изображение элементов костных структур и способствовала выявлению минимальных отклонений от нормы за счет широкого динамического диапазона изображения (Смирнова В.А., 2007).

Еще один метод, который позволяет получить изображения высокого разрешения, с детальным отображением костной структуры и мелких структурных изменений, отломков и дефектов костей, размерами от 2 мм, качество которых было сопоставимо, а в ряде случаев, превосходило цифровые микрофокусные рентгенограммы – это конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) (Васильев А.Ю., 2012; Макарова Д.В., 2013; De Cock J., 2012). Метод применен при обследовании 107 человек возрасте от 24 до 67 лет при патологии кисти, стоп, лучезапястных, локтевых, коленных голеностопных суставов. Для оценки диагностической эффективности КЛКТ, ее результаты сопоставлялись с данными МСКТ, цифровой стандартной рентгенографии и цифровой микрофокусной рентгенографии с прямым многократным увеличением изображения. Авторы пришли к выводу, что:

–конусно-лучевая компьютерная томография является методикой выбора при оценке небольших (от 2 мм) участков патологической перестройки и посттравматических изменений костной ткани, а также сложных по своему анатомическому строению сегментов, где при проведении стандартной рентгенографии наиболее выражены суммационные эффекты;

– методика позволяет оценивать состояние плотных мягкотканых структур, выявлять скопления избыточного количества жидкости в полости суставов, синовиальных сумках и сухожильных влагалищах;

– артефакты от металлоконструкций и инородных тел металлической плотности являются незначительными, не снижают информативность и качество изображений и не затрудняют анализ результатов исследования при динамическом наблюдении при контроле результатов лечения;

– учитывая сравнительно низкую лучевую нагрузку и высокое качество изображений, КЛКТ может быть рекомендована, как приоритетная методика

на первом этапе диагностики, полностью заменяя стандартную рентгенографию (Макарова Д.В., 2013).

В зарубежных источниках последнего десятилетия публикуются данные о применении для изучения архитектоники и плотности кости периферической компьютерной томографии высокого разрешения (HR-pQCT) (Cheung A.M., 2013). Метод, ставший доступным в середине 2000-х годов, является неинвазивным, малоизлучающим методом оценки костной микроархитектоники и минеральной плотности костной ткани (BMD) в корковых и трабекулярных структурах дистального конца лучевой и большеберцовой костей. Применение HR-pQCT в клинических исследованиях значительно расширило понимание возрастных изменений и половых различий в костной микроархитектонике, различий в структуре костной ткани в широком диапазоне метаболических заболеваний костей, риске переломов, реакции кости на лечение остеопороза. В настоящее время периферическая компьютерная томография высокого разрешения (HR-Pqct) – это относительно простая технология широкое применение в различных условиях ограничивается чрезмерно высокой стоимостью оборудования (менее 45 HR-pQCT систем во всем мире). Для того, чтобы полностью реализовать потенциал этой технологии, необходимо проведение большого количества клинических исследований в различных популяциях (MacNeil J.A., Boyd S.K., 2008; Sekhon K., 2009; Tjong W., 2012; Burghardt A.J., 2013; Engelke K., 2012). Преимущества данной технологии в оценке качества кости несомненны, однако, они не могут быть реализованы, в частности при хроническом остеомиелите других сегментов конечностей.

Изучению качества кости в возрастном аспекте, при сахарном диабете, заболеваниях почек и другой патологии уделяется в настоящее время большое внимание, используются различные методики (Saito M., 2011, 2013, 2015). Однако, все работы, в основном, базируются на описании плотности кости и ее структуры, без разделения на группы или типы. Исключение составляют исследования, проведенные в стоматологии, где количественная

и качественная оценка кости привела к разработке классификаций, широко используемых в имплантологии. Полученные данные не могут быть перенесены на длинные кости, поскольку их анатомические и морфологические характеристики значительно отличаются.

Кроме того, что должна включать оценка качества кости до сих пор не определено. Есть понятие, что качество кости определяется сопротивлением ее разрушению, но что конкретно влияет на это – микроархитектоника, свойства коллагена, количество минералов, скорость обменных процессов не доказано (Licata A., 2009). В клинической практике важны такие критерии, которые могут быть получены при минимальном количестве исследований и доступной их трактовке. Небольшое количество исследований на эту тему при изучении качества кости у больных хроническим остеомиелитом выполнены в «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова (Дьячкова Г.В. с соавт., 2013, 2015).

### Резюме

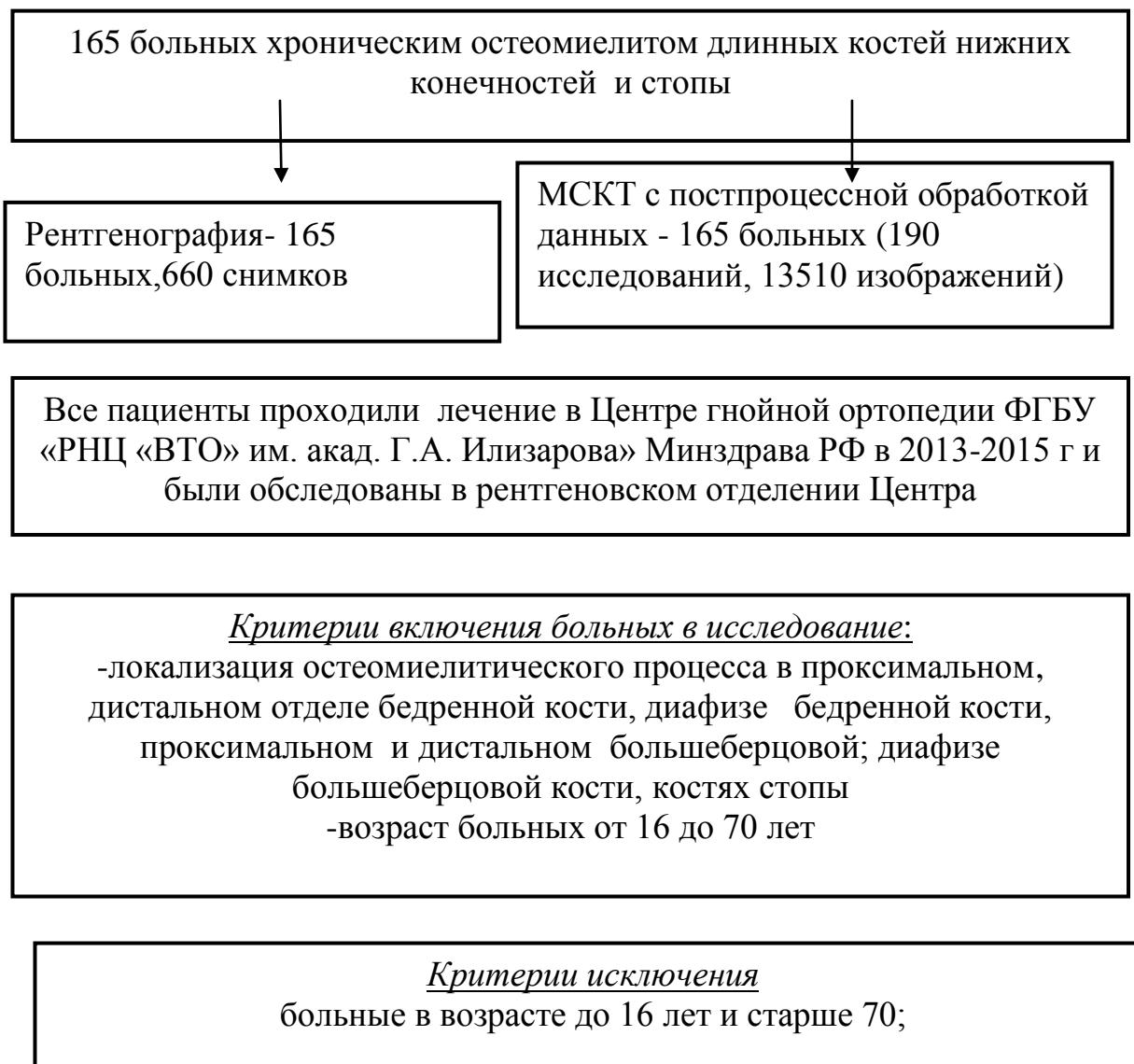
Анализ литературы об эпидемиологии хронического остеомиелита длинных костей, сложности и высокой стоимости его лечения, частоте рецидивов, неудовлетворенности результатами лечения как больных, так и врачей, свидетельствует о нерешенности данной проблемы. Совершенствование методов диагностики, в том числе, лучевой, практически решило проблему выявления воспалительного очага, его распространенности, однако отсутствие необходимого оборудования в лечебных учреждениях, неразработанные диагностические алгоритмы, усложняют проблему ранней и точной диагностики остеомиелитического процесса в длинных костях. Кроме того, выраженные анатомические дефекты костей, возникающие в результате длительного и многоэтапного лечения, значительные морфологические изменения в прилежащих в очагу воспаления участках костей осложняют лечение и реабилитацию больных хроническим остеомиелитом. Проблема качества кости при хроническом остеомиелите - вопрос, обсуждение которого началось в отечественной литературе совсем

недавно и который далек от разрешения, поскольку не предложены параметры для изучения качества кости, критерии оценки и классификации для отнесения тех или иных изменений кости к различной степени тяжести. Все это определило необходимость выполнения данной работы.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1 Клинико-статистическая характеристика больных

В основе работы – анализ результатов обследования 165 больных хроническим остеомиелитом длинных костей нижних конечностей и стопы в возрасте от 16 до 70 лет. Все пациенты проходили лечение в отделениях Центра гнойной остеологии ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава РФ в период с 2013 по 2015 год и обследованы в рентгеновском отделении Центра.



Распределение больных по полу и возрасту представлено в таблице 1.

Таблица 1.– Распределение больных хроническим остеомиелитом по возрасту и полу

Пол	Возрастные группы (лет)					Всего больных	
	20-30	31-40	41-50	51-60	61-70	Абс. ч.	%
Мужчины	21	25	28	40	5	119	72,1
Женщины	10	8	11	13	4	46	28
Итого	31	33	39	53	9	165	100

Данные, приведенные в таблице 1, показывают, что преобладали пациенты в возрасте от 51 до 60 лет – 53 (32,1%). В возрастной группе 41-50 лет было 39 (23,6%) больных, в возрасте от 31 до 40 лет было 33 (20%) пациента. 18,8% составили больные, относящиеся к возрастной группе 20-30 лет. Мужчин было в 2,5 раза больше, чем женщин.

Анализ данных, касающихся причин возникновения хронического остеомиелита, показал, что наибольшее количество случаев возникло после травм, имел место также послеоперационный остеомиелит и небольшое количество последствий гематогенного остеомиелита (таблица 2).

Таблица 2. – Распределение больных по причине возникновения остеомиелита

Вид остеомиелита	Число больных	
	Абс. ч	%
Посттравматический	110	66,7
Послеоперационный	47	28,5
Гематогенный	8	4,8
Всего	165	100

Давность заболевания у 43,6% пациентов составляла от 1 до 4 лет, у 38,1% от 5 до 8 лет, у 18,3% более 9 лет (таблица 3).

Таблица 3. – Распределение больных по давности заболевания

Число больных	Давность заболевания (годы)								
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	Всего
Абс. ч	33	39	35	28	22	4	3	1	165
%	20,0	23,6	21,2	16,9	13,3	2,4	1,8	0,6	100

Анализ данных по локализации остеомиелитического процесса показал, что у 57 больного остеомиелитический процесс локализовался в бедренной кости, у 83 – в большеберцовой кости, у 25 – в костях стопы (таблица 4).

Таблица 4. – Распределение больных в зависимости от локализации остеомиелитического процесса в костях нижней конечности

Локализация остеомиелитического процесса	Число больных	
	Абс.ч	%
Проксимальный отдел бедренной кости	17	10,3
Диафиз бедренной кости	21	12,7
Тотальное поражение бедренной кости	5	0,3
Дистальный отдел бедренной кости	14	8,5
Проксимальный отдел большеберцовой кости	31	18,8
Диафиз большеберцовой кости	27	16,4
Дистальный отдел большеберцовой кости	25	15,2
Кости стопы	25	15,2
Итого	165	100

Как следует из таблицы 4, преобладали больные с локализацией патологического процесса в области диафиза бедренной кости, проксимального отдела большеберцовой.

Большая часть пациентов до поступления в Центр лечились с применением хирургических методов: вскрытие абсцессов (25),

секвестрнекрэктомии (125). У 9,8% больных применяли метод Илизарова, но устраниить остеомиелитический процесс не удалось.

Все больные, поступившие на лечение в Центр, имели выраженные изменения анатомии бедренной, большеберцовой костей или костей стопы.

Для оценки качества кости нами предложена классификация, отражающая качественное состояние прилежащих участков кости качества кости и количественные показатели оценки качества кости.

## 2.2. Методы исследования

### 2.2.1. Тазобедренный сустав

Рентгенография и компьютерная томография тазобедренных суставов и бедра произведена 17 больным хроническим остеомиелитом проксимального отдела бедренной кости. Рентгенографию тазобедренного сустава в 2-х проекциях проводили всем пациентам на рентгеновских аппаратах RAYMAT, производства Raymed, Швейцария (регистрационное удостоверение ФС № 2006/2099) и Clearscope-1000, производства TOSHIBA, Япония (регистрационное удостоверение ФС № 2005/1757). Мультирезовую компьютерную томографию - на компьютерных томографах GELihtSpeedVCT, ToshibaAquilion-64, Somatom Smileв положении больного лёжа на спине, краниокаудально по отношению к Гентри. Программа – Extremity. Обработку аксиальных срезов проводили в режиме мультипланарной реконструкции вофронтальной и сагиттальной плоскостях (рисунок 1).



Рисунок 1. – Рентгенограмма тазобедренного сустава в прямой проекции больной К.,25 лет(а); МСКТ тазобедренного сустава больного Б.,51 год. Аксиальный срез, изменение структуры головки бедренной кости (б); МРТ в сагиттальной плоскости (в)

Изучали особенности рентгеноморфологии и проводили количественную оценку показателей плотности костных структур тазобедренного сустава в единицах Хаунсфилда (HU) (рисунок 2).



Рисунок 2. – МСКТ тазобедренного сустава больного Б.,51 год. Аксиальные срезы, измерение плотности головки бедренной кости, большого вертела, крыши вертлужной впадины (а,б)

Оценку «качества кости», исходя из возможностей компьютерной томографии, осуществляли:

1. Проводя измерение: плотности кости, в том числе, субхондрального слоя (HU); плотности корковой пластиинки (плотность общая и локальная)
2. Изучая трабекулярный рисунок кости на аксиальных срезах и МРТ
3. Выявляя специфические изменения кости, характерные для данной локализации остеомиелита (форма и протяженность участков остеосклероза,

зон резорбции), качественных характеристик кости с помощью дополнительных возможностей рабочих станций (рисунок 3).

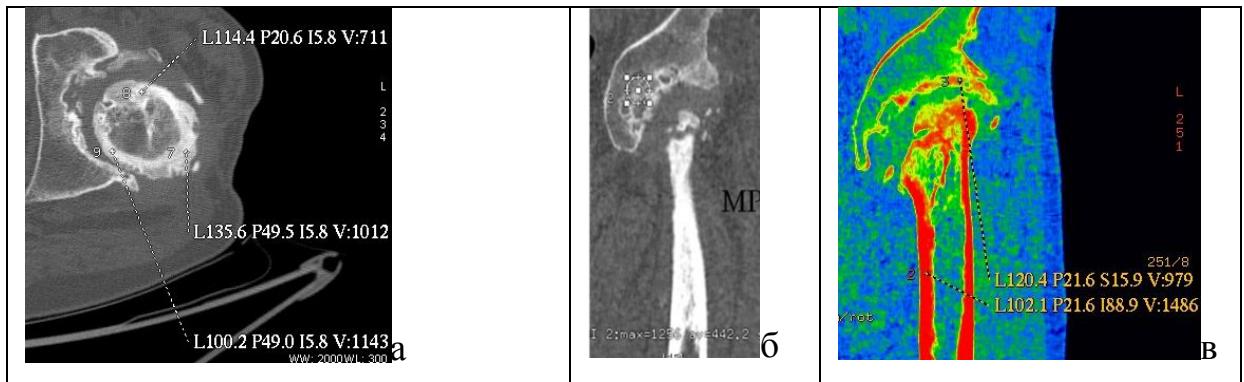


Рисунок 3. – МСКТ больного А., 45 лет. Аксиальный срез, измерение плотности проксимального отдела бедренной кости (а); МПР, измерение плотности крыши вертлужной впадины (б); МПР, цветовая карта ( ColorMap), измерение плотности корковой пластиинки бедренной кости и крыши вертлужной впадины (в).

На третьем этапе проводили анализ топографо-анатомических изменений в режиме 3D-реконструкций (рисунок 4).



Рисунок 4. – МСКТ больного А., 45 лет. Проекция максимальной интенсивности (МПР)(а); объемная реформация (VRT)(б,в). Перипротезная инфекция. Эндопротезирование тазобедренного сустава в 2013 году. Удаление протеза. Дренирование. Секвестрэктомии

При использовании специальных возможностей обработки данных МСКТ получены новые сведения о структуре различных отделов бедренной кости, пространственные взаимоотношения металлоконструкций и кости (рисунок 5)

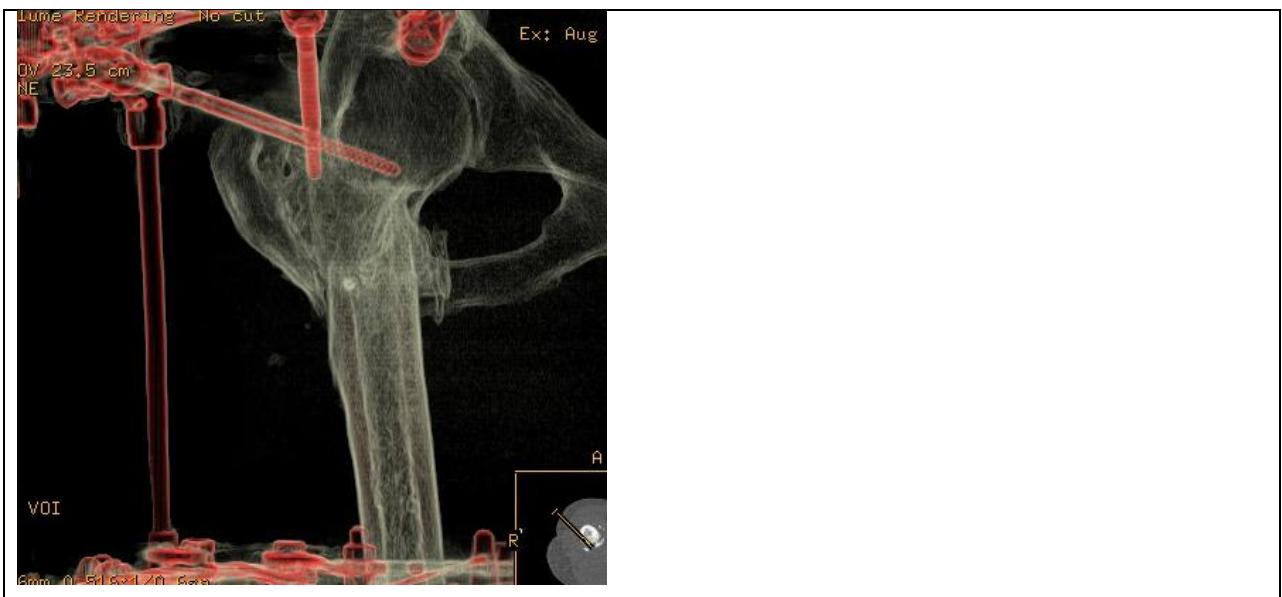


Рисунок 5. – МСКТ проксимального отдела бедренной кости больного. Объемная реформация (VRT), визуализация трехзонального строения корковой пластиинки

## 2.2.2 Диафиз бедренной кости

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) произведена 21 больному хроническим остеомиелитом диафиза бедренной кости. Исследования проводили на компьютерных томографах GE LightSpeedVCT (США), ToshibaAquilion-64 (Япония) в положении больного лежа на спине, каудокраниально по отношению к гентри. Исследование проводили с использованием специального алгоритма реконструкции, повышающего контрастность кости. Обработку аксиальных срезов проводили в режиме мультипланарной реконструкции во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Изучали особенности рентгеноморфологии и проводили количественную оценку показателей плотности бедренной кости в единицах Хаунсфилда (HU). На третьем этапе проводили анализ топографо-анатомических изменений в режиме 3D-реконструкций. Оценку «качества кости», исходя из возможностей компьютерной томографии, осуществляли:

1. Проводя измерение плотности корковой пластиинки (HU); плотности кости в области некротически измененных участков, секвестров;

2. Измеряя протяженность остеомиелитических полостей в двух плоскостях;

3. Изучая архитектонику кости на аксиальных срезах и MPR;

4. Выявляя специфические изменения кости, характерные для остеомиелита на протяжении бедренной кости (рисунок 6).

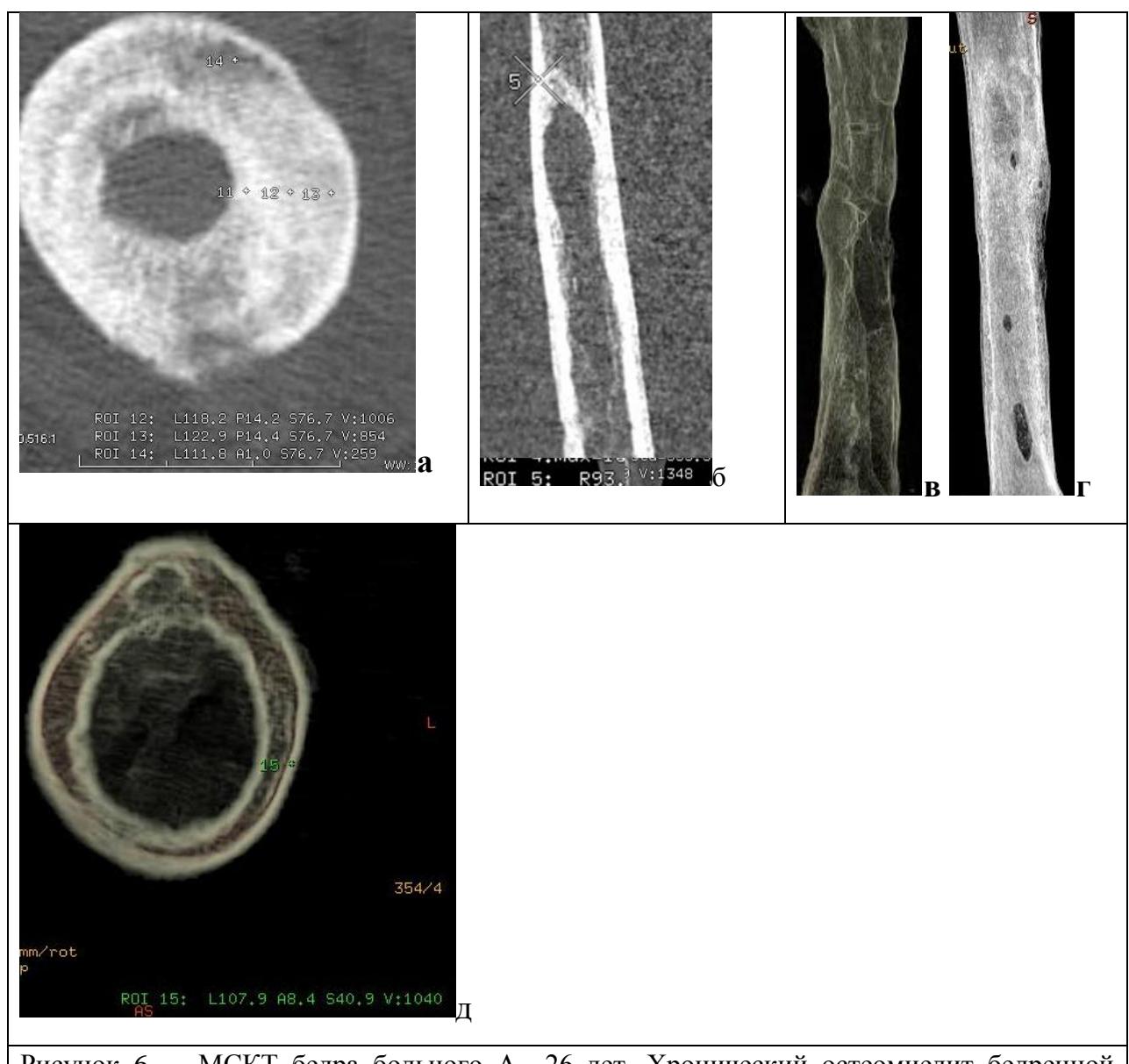


Рисунок 6. – МСКТ бедра больного А., 26 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. Аксиальный срез (а); MPR в сагittalной плоскости (б); VRT( в, г) ; объемная реформация, применение фильтра для улучшения визуализации структуры кости, определение плотности наружного слоя корковой пластиинки ( д)

### 2.2.3 Голень и коленный сустав

Рентгенография выполнена всем больным. В ряде случаев – фистулография (рисунок 7).



Рисунок 7.– Рентгенограмма голени больного В. 53 лет в прямой и боковой проекциях. Фистулография

Мультисрезовая компьютерная томография (МСКТ) произведена 58 больным хроническим остеомиелитом костей голени. Исследования проводили на компьютерных томографах GELightSpeedVCT (США), ToshibaAquilion-64 (Япония) в положении больного лежа на спине, каудокраниально по отношению к гентри. Исследование проводили с использованием специального алгоритма реконструкции, повышающего контрастность кости. Обработку аксиальных срезов проводили в режиме мультипланарной реконструкции в коронарной и сагиттальной плоскостях. Изучали особенности рентгеноморфологии и проводили количественную оценку показателей плотности большеберцовой и малоберцовой костей в единицах Хаунсфилда (HU). Измерения проводили на трех МРР (на разной глубине). На третьем этапе проводили анализ топографо-анатомических изменений в режиме 3D-реконструкций. Оценку «качества кости», исходя из возможностей компьютерной томографии, осуществляли:

1. Проводя измерение плотности кости в области эпифиза и метафиза (HU); плотности корковой пластиинки (HU); плотности кости в области некротически измененных участков, секвестров;

2. Изучая трабекулярный рисунок кости на аксиальных срезах и МПР;
3. Выявляя специфические изменения кости, характерные для остеомиелита на протяжении большеберцовой кости (рисунок 8).



Рисунок 8.– МСКТ голени больного хроническим остеомиелитом (очаг в средней трети диафиза). МПР во фронтальной плоскости проксимальной трети голени (а). Схема измерения плотности кости в метаэпифизарном отделе при локализации остеомиелитического процесса в средней трети диафиза (точки 1 и 2- в эпифизарной зоне мышцелков ; точки 3 и 4- в метафизарной зоне мышцелков, точки 5- в области корковой пластиинки.). МПР средней трети голени в сагиттальной плоскости ( 2-3-измерение плотности корковой пластиинки в области очага поражения, 1 - вне зоны остеомиелита)(б). МПР дистальной трети голени во фронтальной плоскости (в). Схема измерения плотности в области дистального эпифиза (точки 1-2- в субхондральном отделе дистального эпифиза, точки 3-4- на 1-1,5 см выше субхондральной зоны эпифиза, точка 5- внутренняя лодыжка, точка 6-наружная лодыжка, точки 7,8- таранная кость; точки 9,10,11- в зоне очага воспаления( количество точек зависит от протяженности очага воспаления )

На третьем этапе проводили анализ топографо-анатомических изменений в режиме 3D-реконструкций с применением костных и мягкотканых фильтров рабочих станций (рисунок 9).

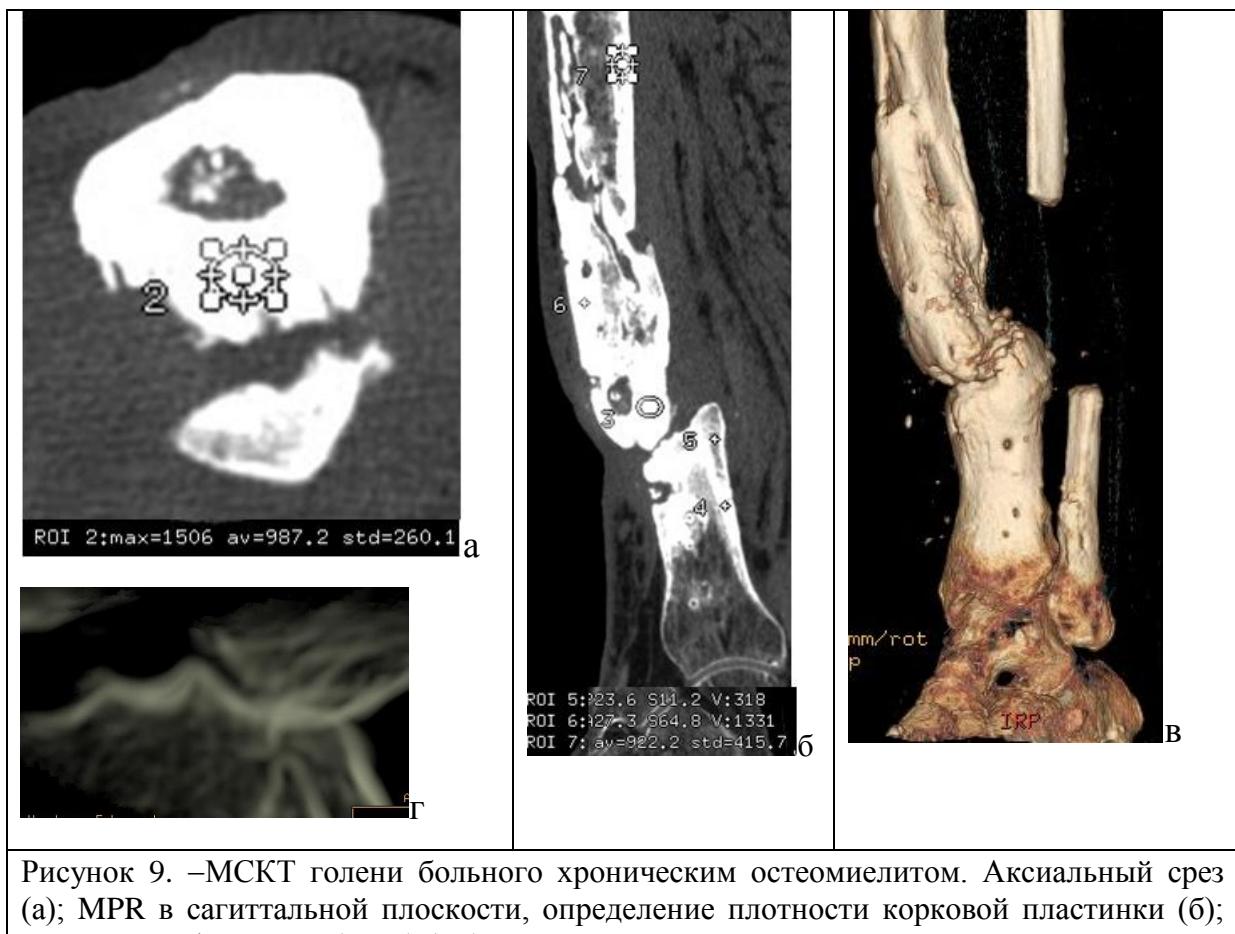


Рисунок 9. –МСКТ голени больного хроническим остеомиелитом. Аксиальный срез (а); МПР в сагиттальной плоскости, определение плотности корковой пластиинки (б); объемная реформация (VRT) (в,г)

#### 2.2.4 Голеностопный сустав

Рентгенография, компьютерная томография голеностопного сустава произведена 25 больным хроническим остеомиелитом дистального отдела большеберцовой кости. Исследования проводили на компьютерных томографах GELightSpeedVCT, ToshibaAquilion-64 в положении больного лёжа на спине, краинокаудально по отношению к гентри. Исследование проводили с использованием специального алгоритма реконструкции, повышающего контрастность кости. Обработку аксиальных срезов проводили в режиме мультипланарной реконструкции в коронарной и сагиттальной плоскостях. Изучали особенности рентгеноморфологии и проводили количественную оценку показателей плотности костей образующих голеностопный сустав в единицах Хаунсфилда (HU). На третьем этапе проводили анализ топографо-анатомических изменений в

режиме 3D-реконструкций. Оценку «качества» кости, исходя из возможностей компьютерной томографии, осуществляли:

1. Проводя измерение плотности кости в различных ее отделах, в том числе, субхондрального слоя (HU); плотности корковой пластиинки .

2. Изучая трабекулярный рисунок кости на аксиальных срезах и MPR

3. Выявляя специфические изменения кости, характерные для данной локализации остеомиелитического процесса (форма и протяженность участков остеосклероза, зон резорбции, полостей, секвестров), качественные характеристики кости (рисунок 10).

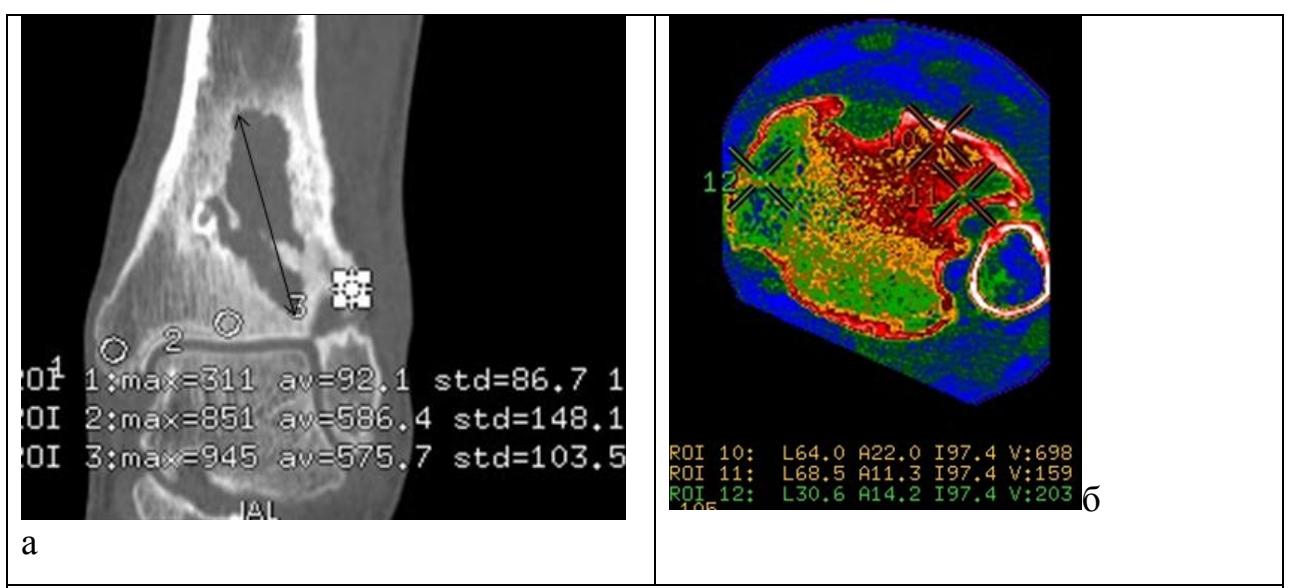


Рисунок 10.– МСКТ голеностопного сустава больного хроническим остеомиелитом. MPR во фронтальной плоскости, остеомиелитическая полость, снижение плотности кости в области медиальной лодыжки (а); цветовая карта (ColorMap) аксиальный срез (б)

На третьем этапе проводили анализ топографо-анатомических изменений в режиме 3D-реконструкций с применением костных и мягкотканых фильтров рабочих станций (рисунок 11).



Рисунок 11.–МСКТ голеностопного сустава больного хроническим остеомиелитом. МРР во фронтальной плоскости, цветовая карта (а); объемная реформация (VRT) (б) ; проекция максимальной интенсивности (МРР)(в); МРР в сагиттальной плоскости, цветовая карта (г)

## 2.2.5. Кости стопы

Рентгенография, компьютерная томография стопы произведена 25 больным хроническим остеомиелитом костей стопы. Исследования проводили на компьютерных томографах GE LightSpeedVCT, ToshibaAquilion-64 в положении больного лёжа на спине, кранио каудально по отношению к гентри. Исследование проводили с использованием специального алгоритма реконструкции, повышающего контрастность кости. Обработку аксиальных срезов проводили в режиме мультипланарной реконструкции в коронарной и сагиттальной плоскостях. Изучали особенности рентгеноморфологии и проводили количественную оценку показателей плотности костей стопы в единицах Хаунсфилда (HU). На третьем этапе проводили анализ топографо-анатомических изменений в режиме 3D-реконструкций. Оценку «качества» кости, исходя из возможностей компьютерной томографии, осуществляли:

1. Проводя измерение плотности кости в различных ее отделах, в том числе, субхондрального слоя (HU);
2. Изучая трабекулярный рисунок кости на аксиальных срезах и МРР
3. Выявляя специфические изменения кости, характерные для остеомиелита костей стопы (форма и протяженность участков остеосклероза,

зон резорбции, полостей, секвестров), качественные характеристики кости (рисунок 12).

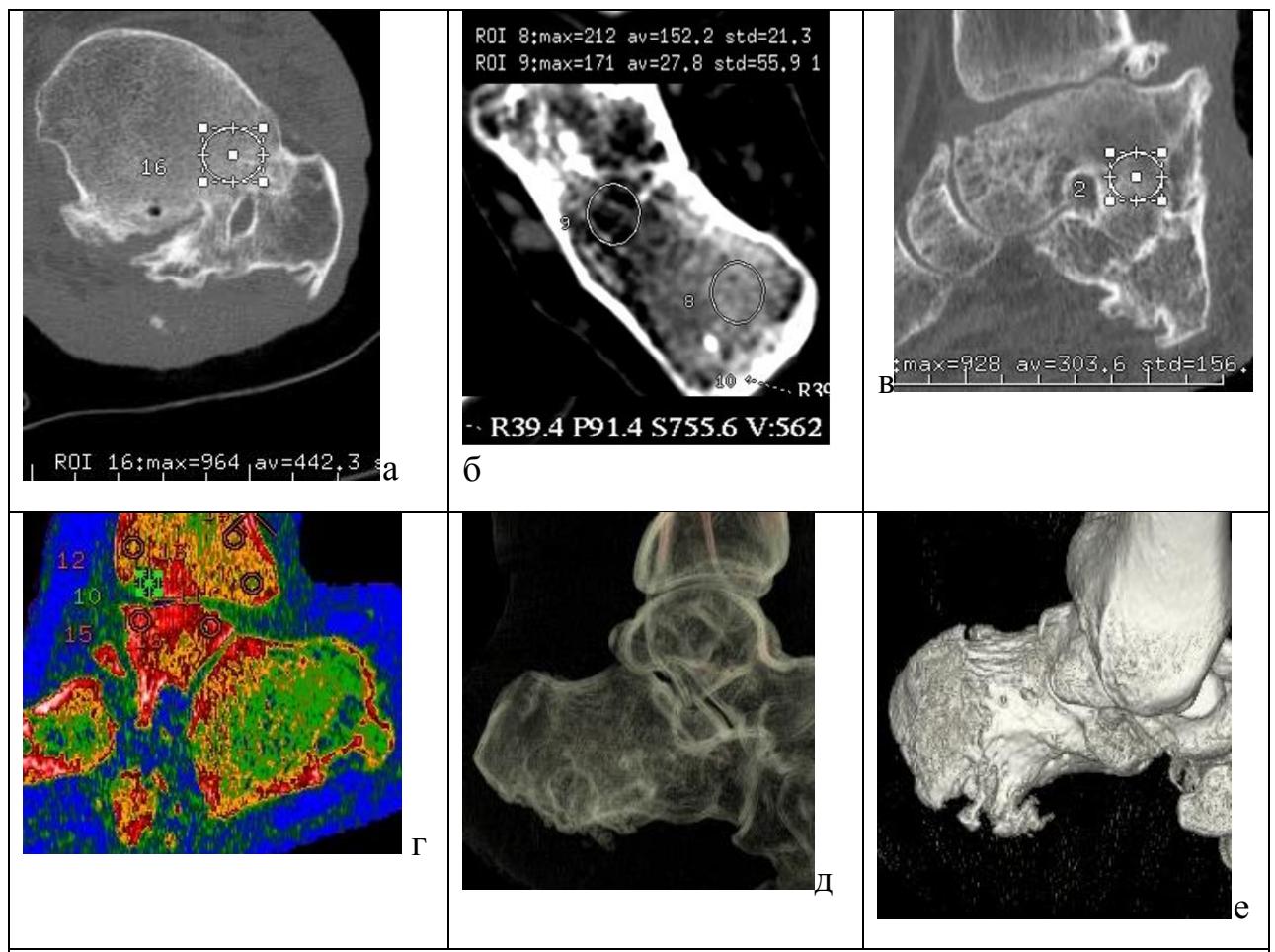


Рисунок 12. – МСКТ стоп больных хроническим остеомиелитом. Аксиальные срезы (а,б); МПР(в); МПР в сагиттальной плоскости, цветовая карта(ColorMap)(г); ВРТ (д,е)

Обработку результатов исследования проводили с помощью программы Attestat (Гайдышев, 2001), встроенной в Microsoft Excel. Для подтверждения выводов о различиях между полученными количественными результатами исследований в случаях с нормальным распределением использовали t-критерий Стьюдента. В том случае, когда распределение отличалось от нормального, использовали непараметрические критерии (критерий Вилкоксона). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимался равным  $p < 0,05$ , где  $p$  - достигнутый уровень значимости. Все результаты представлены в виде  $M \pm \sigma$ , где  $M$  – выборочное среднее,  $\sigma$  – выборочное стандартное отклонение.

Исследование выполнено в соответствии с этическими стандартами Хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации с поправками Минздрава РФ, одобрено этическим комитетом ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова» Минздрава Российской Федерации (Протокол №4 от 08.10.2012). Все больные подписали информированное согласие на публикацию данных без идентификации личности.

### Резюме

Анализ данных 165 больных хроническим остеомиелитом длинных костей нижних конечностей, обследованных до лечения методом мультирезовой компьютерной томографии (МСКТ), показал, что среди преобладали пациенты в возрасте от 51 до 60 лет – 53(32,1%). В возрастной группе 41-50 лет было 39 (23,6%) больных, в возрасте от 31 до 40 лет было 33 (20%) пациентов. 18,8% составили больные, относящиеся к возрастной группе 20-30 лет. Мужчин было в 2,5 раза больше, чем женщин.

Анализ данных, касающихся причин возникновения хронического остеомиелита, показал, что наибольшее количество случаев возникло после травм, имел место также послеоперационный остеомиелит и небольшое количество последствий гематогенного остеомиелита. Хронический остеомиелит у многих больных имел многолетнюю историю, неоднократно рецидивировал, больные много раз были оперированы, некоторые лечились от 5 до 16 лет. Бедренная и большеберцовая кости были поражены примерно в одинаковом количестве случаев. Все больные были обследованы методом рентгенографии, у 11 больных была выполнена фистулография. Всем больным произведена МСКТ с использованием современных методов постпроцессорной обработки (190 исследований, 13510 изображений). Изучены особенности строения кости в очаге воспаления, а также в прилежащих участках кости и смежных суставах, получены количественные показатели плотности кости в единицах Хаунсфилда (HU). Для анализа полученных данных предложены таблицы с распределением качественных и количественных показателей на три группы.

## ГЛАВА 3. МСКТ СЕМИОТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА БЕДРЕННОЙ КОСТИ

### 3.1 Проксимальный конец бедренной кости

Изменения структуры кости у больных хроническим остеомиелитом в области проксимального конца бедренной кости были наиболее катастрофическими, отличались крайне выраженным полиморфизмом, в анатомической составляющей практически не повторялись, однако нами выделены несколько основных вариантов рентгеноанатомических изменений бедренной кости при хроническом остеомиелите, в которые укладывались, с некоторыми вариантами, проанализированные клинические случаи (рисунок 13).

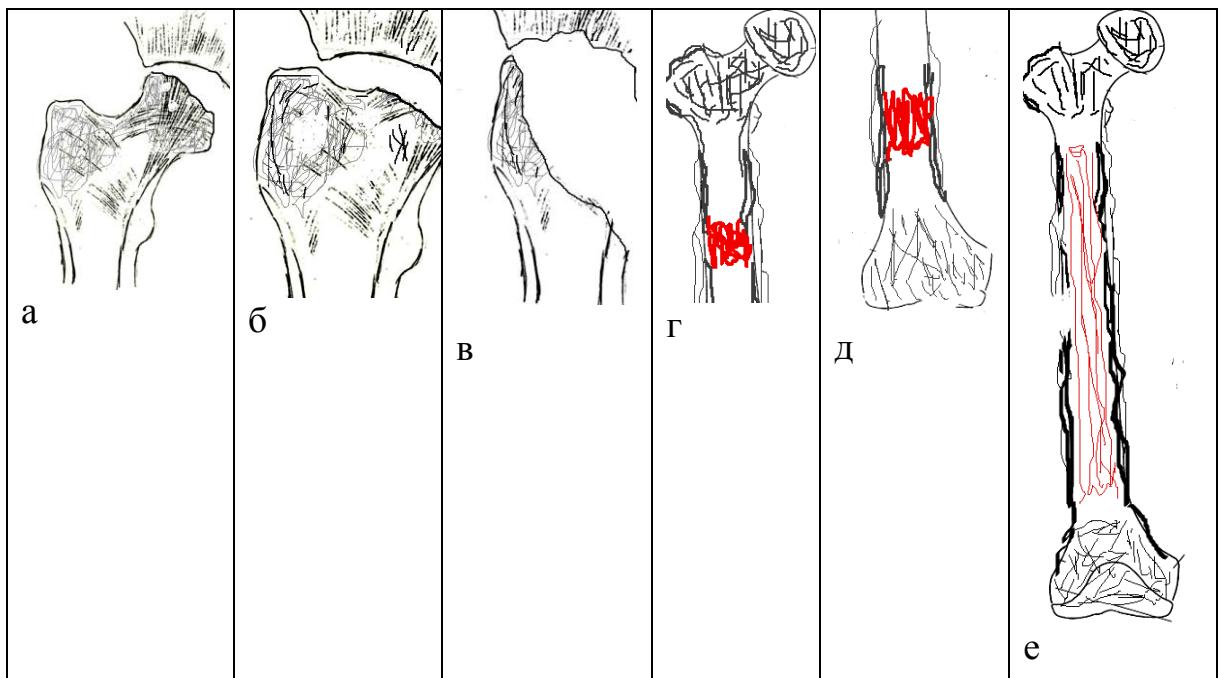


Рисунок 13. – Схема локализации остеомиелитического процесса у больных хроническим остеомиелитом бедренной кости: частичное (а), полное (б) разрушение головки при локализации воспалительного процесса в проксимальном отделе бедренной кости; тотальное разрушение головки и шейки бедренной кости с дефектом проксимального отдела (в); изменения бедренной кости при локализации воспалительного процесса в проксимальной трети диафиза (г); изменения бедренной кости при локализации воспалительного процесса в дистальной трети диафиза (д); схема изменения бедренной кости при тотальном поражении (е)

### 3.1.1 Частичное разрушение или деформация головки бедренной кости

Рентгеноморфологические изменения проксимального отдела бедренной кости имели многие общие черты: значительное снижение плотности костей, образующих вертлужную впадину, ее деформация; многослойное, с зонами повышенной и пониженной плотности строение корковой пластинки в зоне перехода межвертельной области в диафиз. Плотность кости в области головки бедренной кости варьировала в значительных пределах. В зонах повышенной плотности достигала значений в 450-600HU, в участках резорбции была минимальной, до появления очагов, находящихся в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда. В области большого вертела и межвертельном пространстве плотность снижена до 22-70HU ( $38,76 \pm 18,21$  HU). При изучении в режиме объемной реформации (VRT) определяются участки с межтрабекулярными дефектами (стрелка) (рисунок 14).

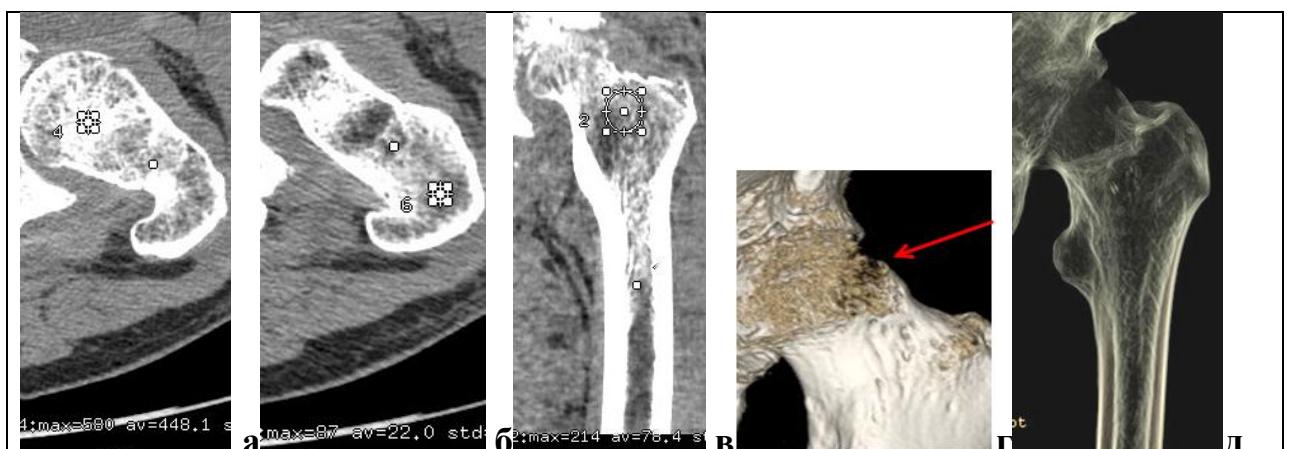


Рисунок 14. – КТ тазобедренных суставов больного З., 49 лет, хронический остеомиелит, а, б - аксиальные срезы, участок уплотнения в головке бедренной кости и снижение плотности в области большого вертела; МРР во фронтальной плоскости, плотность кости в области треугольника Варда- 76,4HU (в), VRT (г, д)

### 3.1.2 Полное разрушение головки бедренной кости

При полном разрушении головки бедренной кости и дефекте вертлужной впадины отмечались различные варианты взаимоотношений между дистальным концом бедренной кости и сохранившейся частью

вертлужной впадины: смещение дистального отдела бедренной кости в проксимальном направлении, частичный упор в сохранившуюся вертлужную впадину, полное отсутствие контакта между ними. Плотность кости в сохранившейся части большого вертела была минимальной (10-15HU), но у большинства больных находилась в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда(-12-30HU). В области қульти шейки в отдельных участках плотность составляла 200-400HU (рисунок 15).

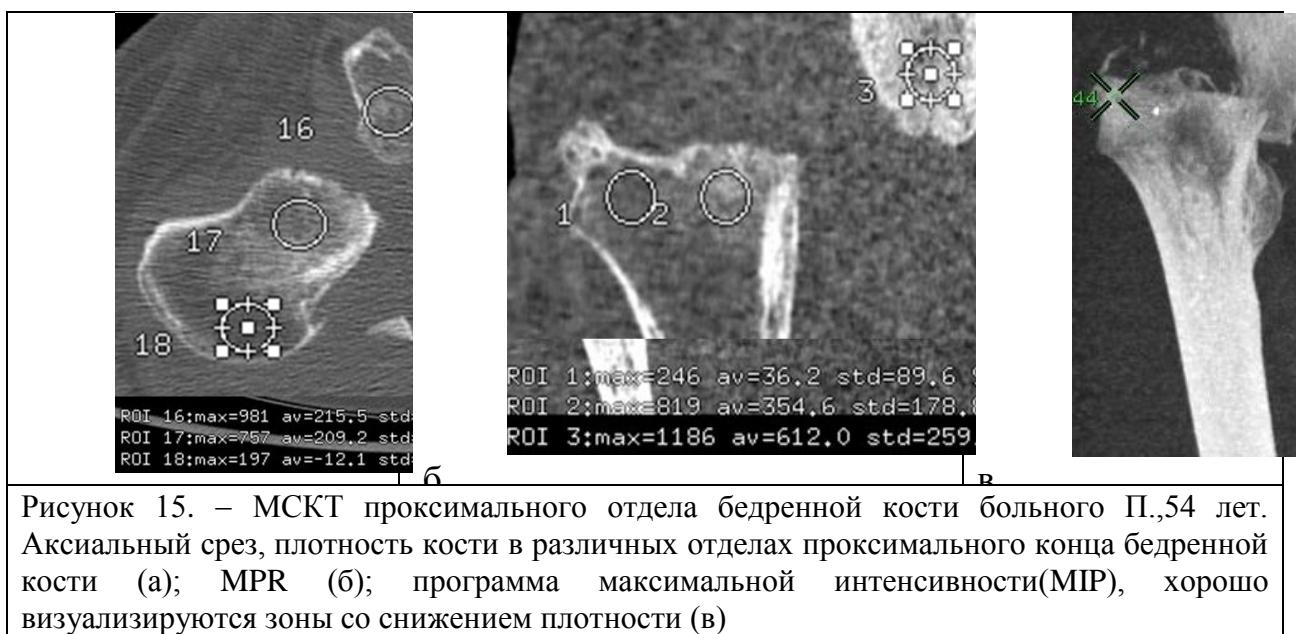


Рисунок 15. – МСКТ проксимального отдела бедренной кости больного П., 54 лет. Аксиальный срез, плотность кости в различных отделах проксимального конца бедренной кости (а); МПР (б); программа максимальной интенсивности(МПР), хорошо визуализируются зоны со снижением плотности (в)

Постпроцессорная обработка позволила выявить структурные особенности проксимального отдела бедренной кости и сохранившейся части вертлужной впадины. Корковая пластинка сохраняла, в основном, трехзональное строение, однако по внутренней поверхности бедренной кости четкая зональность была нарушена. Плотность корковой пластинки в области перехода в метафиз была достаточно высокой (1200-1250 HU). В межвертельной области определялись обширные зоны резорбции с единичными группами костных трабекул. В сохранившейся части вертлужной впадины имели место зоны уплотнения кости до 600- 800HU (рисунок 16).

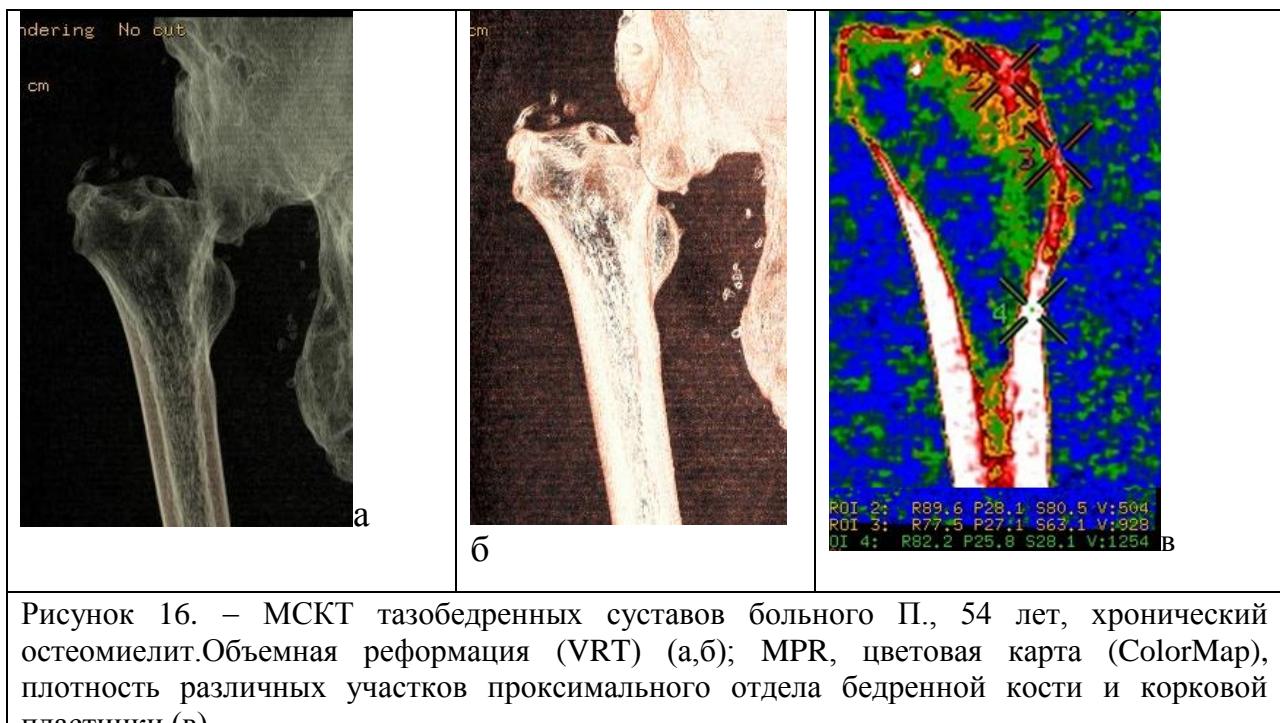


Рисунок 16. – МСКТ тазобедренных суставов больного П., 54 лет, хронический остеомиелит. Объемная реформация (VRT) (а,б); МРР, цветовая карта (ColorMap), плотность различных участков проксимального отдела бедренной кости и корковой пластиинки (в)

Измерение плотности слоев корковой пластиинки показало, что как и в норме, наиболее плотным был остеонный слой (1436HU в точке 46). Плотность наружных и внутренних пластиинок была ниже (790HU; 864 HU) (рисунок 17).

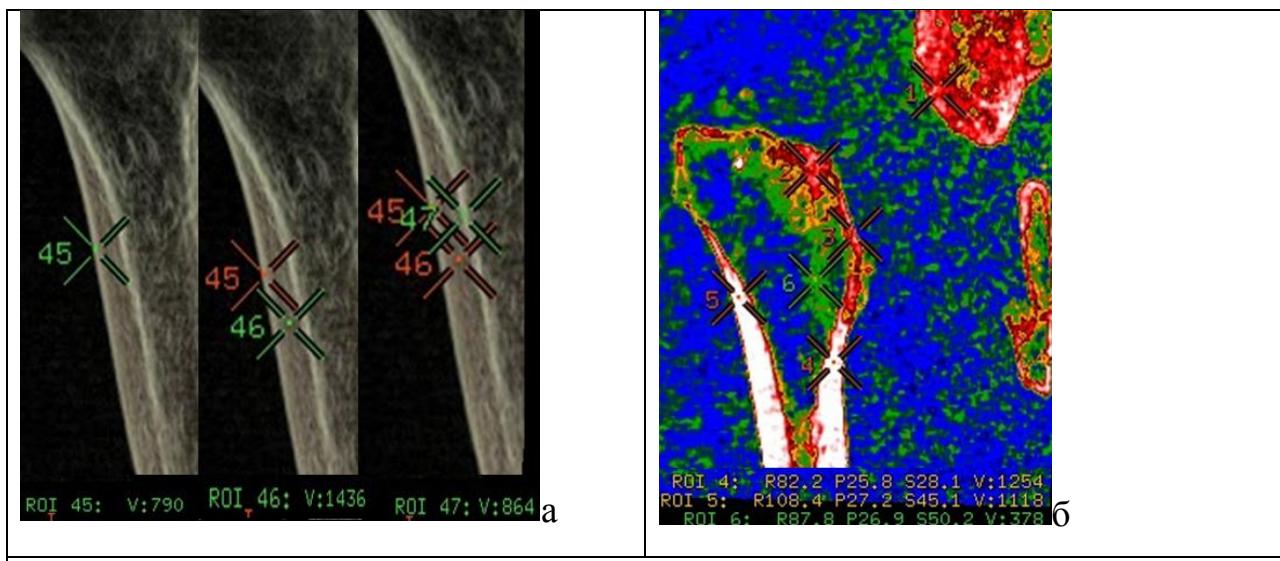


Рисунок 17. – МСКТ проксимального отдела бедренной кости больного П., 54 лет. VRT, различная плотность слоев корковой пластиинки (а); МРР, цветовая карта (ColorMap), визуализация участков проксимального отдела бедренной кости с различной плотностью (б)

### 3.1.3 Тотальное разрушение головки и шейки бедренной кости с дефектом проксимального отдела

При тотальном разрушении головки и шейки бедренной кости с распространением процесса на область вертлужной впадины формировался дефект проксимального отдела бедренной кости с сохранением только диафизарного отдела. Контуры вертлужной впадины неровные, плотность ее в области крыши не превышает 20,3НУ. Корковая пластинка с пери- и эндостальными наслоениями, плотность ее колеблется от 1150 до 1280НУ (рисунок 18).

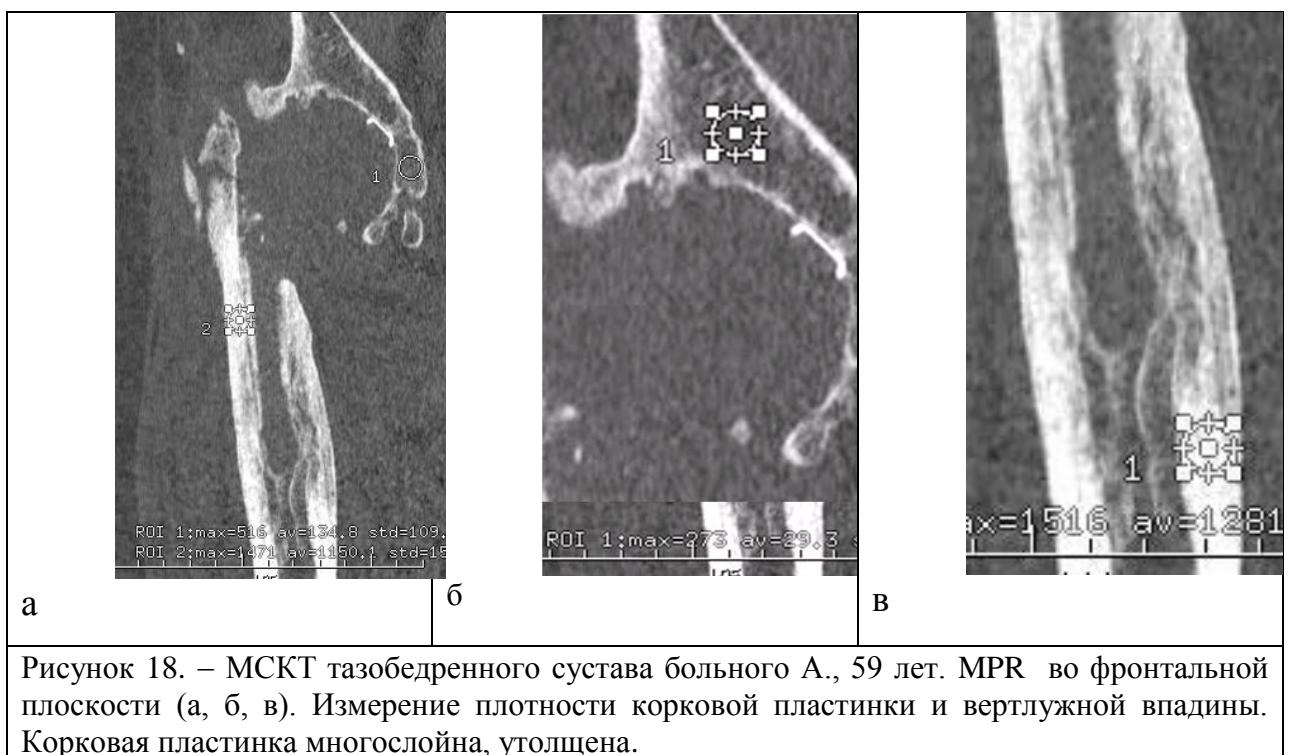


Рисунок 18. – МСКТ тазобедренного сустава больного А., 59 лет. МПР во фронтальной плоскости (а, б, в). Измерение плотности корковой пластиинки и вертлужной впадины. Корковая пластиинка многослойна, утолщена.

Корковая пластиинка в области перехода в диафиз имела неоднородное строение с зонами резорбции, плотность кости снижена особенно в области внутренних пластиинок (точка 18 на рис. 19). При обработке среза на фильтре рабочей станции хорошо визуализируются слои корковой пластиинки, нарушение их структуры, проявляющееся в расслоении наружного слоя пластиинок, изменение структуры остеонного слоя в виде зон пониженной плотности различной формы и размеров (рисунок 19).

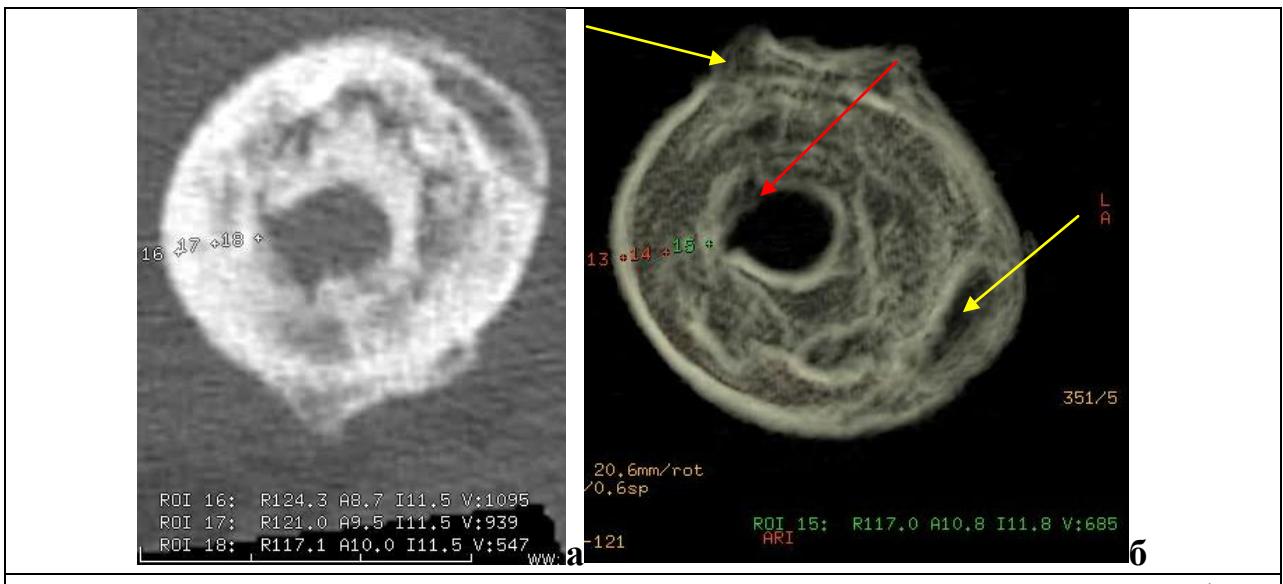


Рисунок 19. – МСКТ бедер больного А., 59 лет, аксиальный срез в зоне перехода в диафиз (а), б - после обработки на рабочей станции. Изменение структуры остеонного слоя в виде зон пониженной плотности различной формы и размеров - красные стрелки; расслоение наружного слоя пластинок - желтые стрелки

### 3.1.4 Изменения бедренной кости при локализации воспалительного процесса в проксимальной трети диафиза бедренной кости

При локализации воспалительного процесса в верхней трети диафиза бедренной кости кроме выраженных локальных изменений, заключающихся в различных анатомических изменениях (несросшийся перелом, ложный сустав, дефект) с периостальными и эндостальными наслоениями, с эбурнеацией костномозгового канала, секвестрами, изменением плотности корковой пластиинки, отмечены и значительные изменения в прилежащих участках кости. Изменена структура головки бедренной кости, межвертельной зоны, большого вертела. Контуры головки неровные, с зоной склероза в центре в форме «снежинки». В межвертельной области участки крупнопетлистого строения и резорбции. Форма большого вертела изменена, плотность его в некоторых точках составляет 139,7HU. В седалищной кости обширные зоны разрежения, что хорошо визуализируется при VRT. В программе МПР хорошо видно, что плотность головки и межвертельной зоны значительно снижены. В зоне дефекта – массивные костные разрастания (рисунок 20).

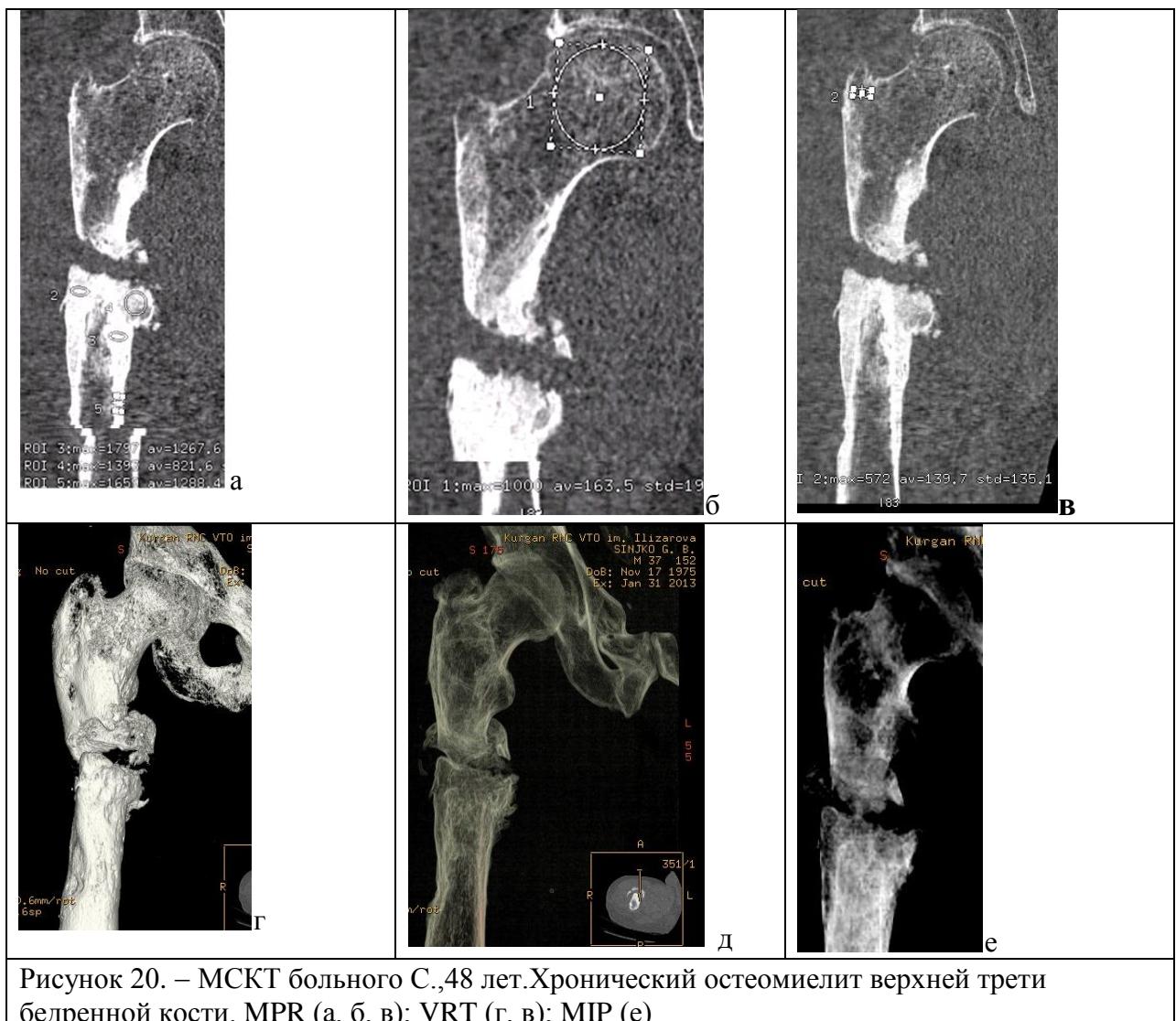


Рисунок 20. – МСКТ больного С., 48 лет. Хронический остеомиелит верхней трети бедренной кости. МРР (а, б, в); ВРТ (г, в); МИР (е)

Результаты изучения качества кости у данной группы больных представлены в таблице 5.

Таблица 5. – Показатели и критерии оценки качества кости при остеомиелите проксимального отдела бедренной кости ( n=25)

Показатели для оценки качества кости	Критерии оценки качества кости		
	K1	K2	K3
1	2	3	4
Плотность корковой пластиинки бедренной кости вне остеомиелитического очага	Умеренно снижена 1100HU	Значительно снижена 900HU	Резко снижена 800HU
Плотность корковой пластиинки бедренной кости в зоне воспаления	Умеренно выраженный склероз -1570 HU	Выраженный склероз 1850HU	Значительный склероз 2000HU, эбурнеация костномозгового канала

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4
Плотность межвертельной зоны вне остеомиелитического очага	Умеренно снижена 60-90HU	Значительно снижена 40-60HU	Резко снижена 10(-60)-40HU
Плотность межвертельной зоны вблизи остеомиелитического очага	Умеренно снижена 30-60HU, на границе с очагом воспаления участки с плотностью до 400HU	Значительно снижена -10-(+30)HU, на границе с очагом воспаления участки с плотностью до 200HU	Резко снижена -20 (-50)HU, на границе с очагом воспаления участки с плотностью до 100HU
Архитектоника межвертельной зоны вне остеомиелитического очага	Неравномерно расположенные группы костных трабекул, разделенные небольшими зонами резорбции	Неравномерно расположенные, продольно ориентированные группы костных трабекул, разделенные широкими зонами резорбции	Единичные костные трабекулы
Архитектоника межвертельной зоны вблизи остеомиелитического очага	Неравномерно расположенные, группы костных трабекул, разделенные широкими зонами резорбции	Единичные костные трабекулы	Полностью отсутствует трабекулярная структура

Примечание: К1 – умеренное нарушение качества кости – 2 больных

К2 – значительное нарушение качества кости – 3 больных

К3 – выраженное нарушение качества кости – 2 больных

### 3.3 Диафиз бедренной кости

Характер рентгеноморфологических изменений у всех больных был индивидуальным, но были и общие проявления, которые заключались в утолщении корковой пластиинки, различной выраженности периостальных и эндостальных наслоений. Корковая пластиинка имела существенные различия плотности (от 933 до 1136HU), плотность секвестра составляла 1388HU. Несмотря на то, что основной очаг располагался в области диафиза, проксимальный и дистальный отделы бедренной кости также были

значительно изменены. В области дистального эпифиза плотность кости в некоторых участках имела отрицательные значения (-98HU в точке 2) (рисунок 21).

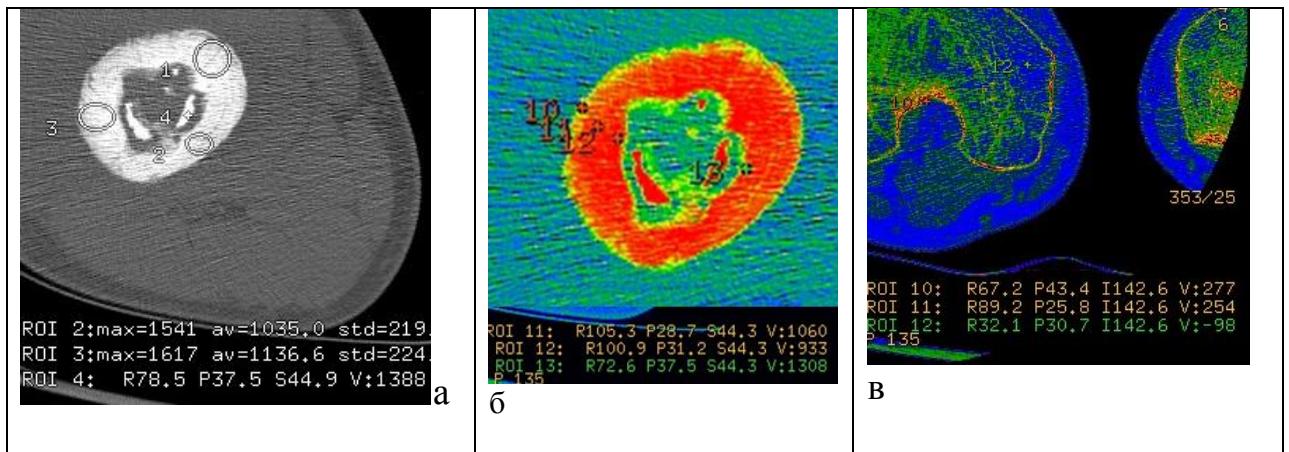


Рисунок 21. – МСКТ бедер больного Б., 18 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. Аксиальные срезы (а,б,в). Локальное измерение плотности корковой пластиинки, плотности кости в области эпифиза. ColorMap(б,в)

При исследовании в режиме MPR хорошо визуализировались изменения корковой пластиинки: неравномерное утолщение, многослойность, при измерении плотности выявлено, что она колебалась от 665 HU до 1388HU. В костномозговом канале определялись секвестры, плотность которых была выше плотности корковой пластиинки. Костномозговой канал прослеживался не на всем протяжении, эндостальные наслоения и дефекты со стороны эндостальной поверхности обусловливали его неровные контуры и неправильную форму. Корковая пластиинка в дистальной трети истончена, но на отдельных срезах в сагиттальной плоскости утолщена за счет эндостальных наслоений. Плотность кости в области дистального эпифиза бедренной кости снижена, но в субхондральной зоне составляет 134-374 HU (зоны уплотнения) (рисунок 22).

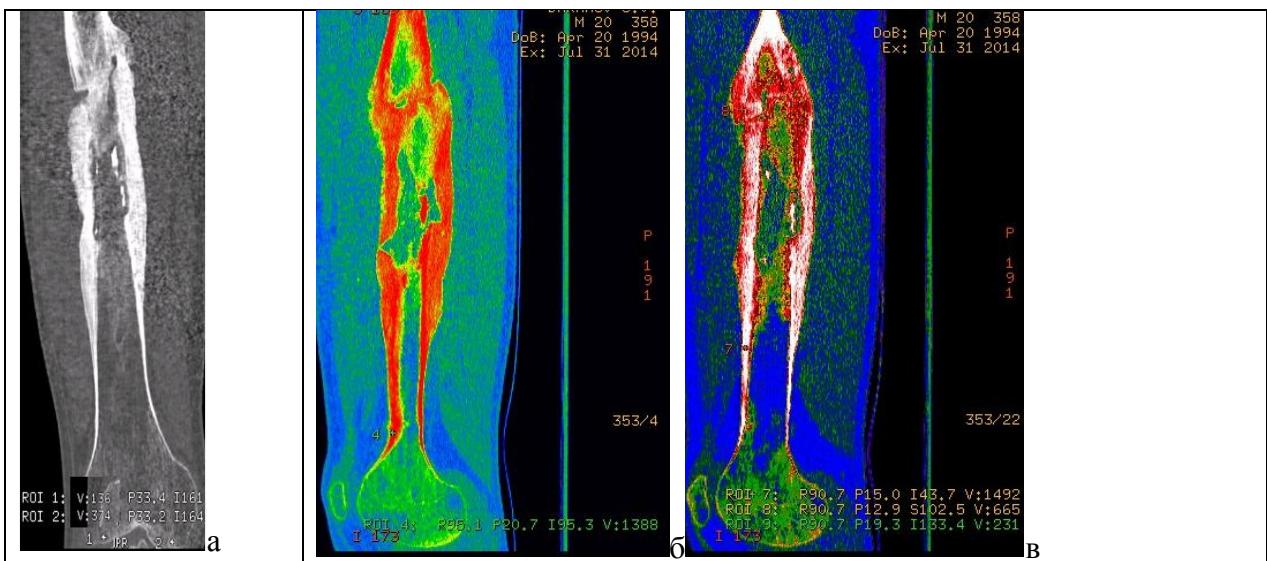


Рисунок 22. – МСКТ бедер больного Б., 18 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. МРР(а,б,в);ColorMap(б,в)

У четырех больных на фоне хронического остеомиелита сформировался дефект кости. Патологические изменения занимали весь диафиз, в этом случае была изменена структура и плотность дистального и проксимального отделов бедренной кости. Плотность головки бедренной кости была умеренно снижена, тогда как плотность большого вертела не превышала 16,5HU (рисунок 23).

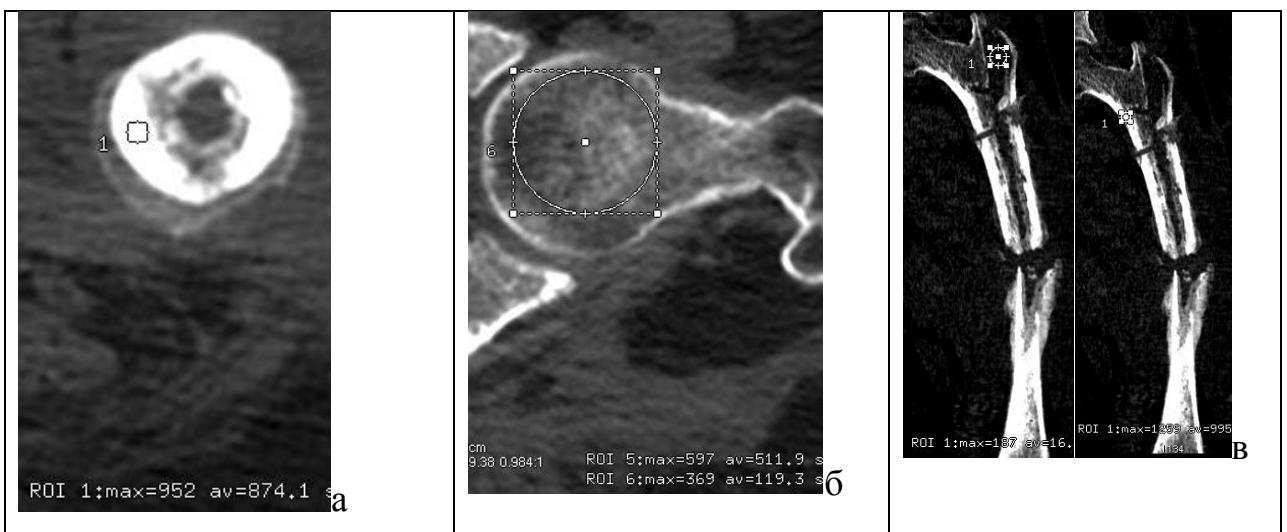


Рисунок 23. – МСКТ бедер больной Ч.,24 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. Аксиальные срезы (а,б,в)

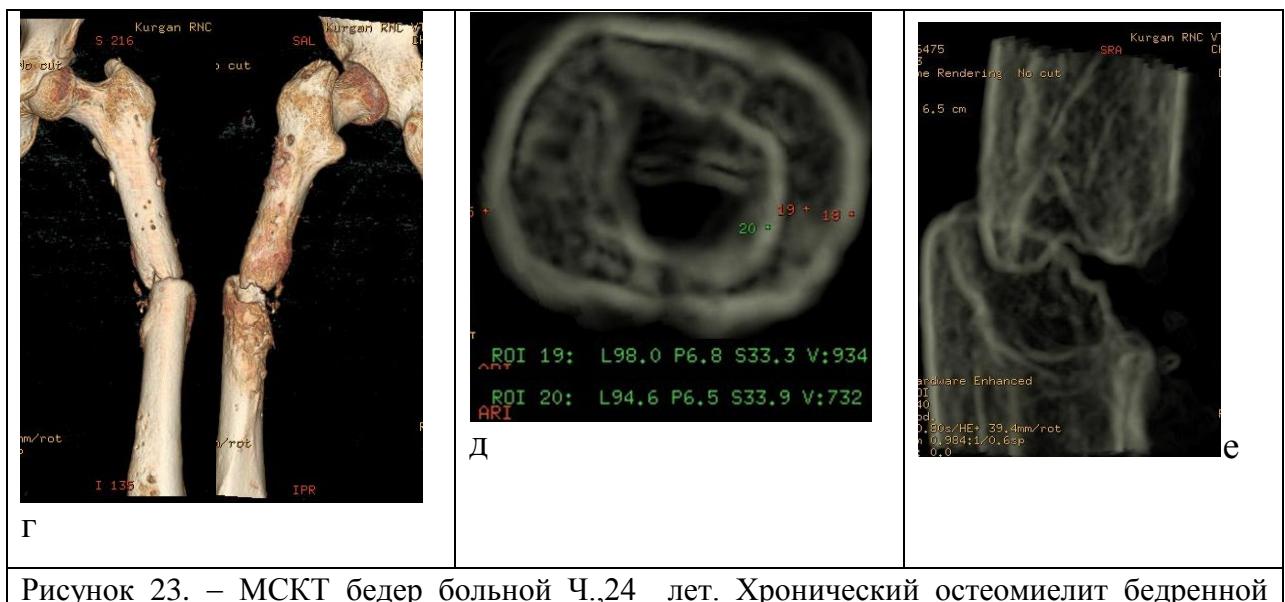


Рисунок 23. – МСКТ бедер больной Ч., 24 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. Аксиальные VRT(г,д,е)

Изучение корковой пластиинки показало, что остеонный слой имел неравномерную структуру, плотность его у больной Ч., составляла 934 HU, тогда как слой внутренних пластинок- 732. У больного А., 57 лет плотность остеонного слоя ( $1615 \pm 134$  HU), как и в норме превышала плотность наружных и внутренних пластинок( $1053 \pm 216$  HU) (рисунок 24).

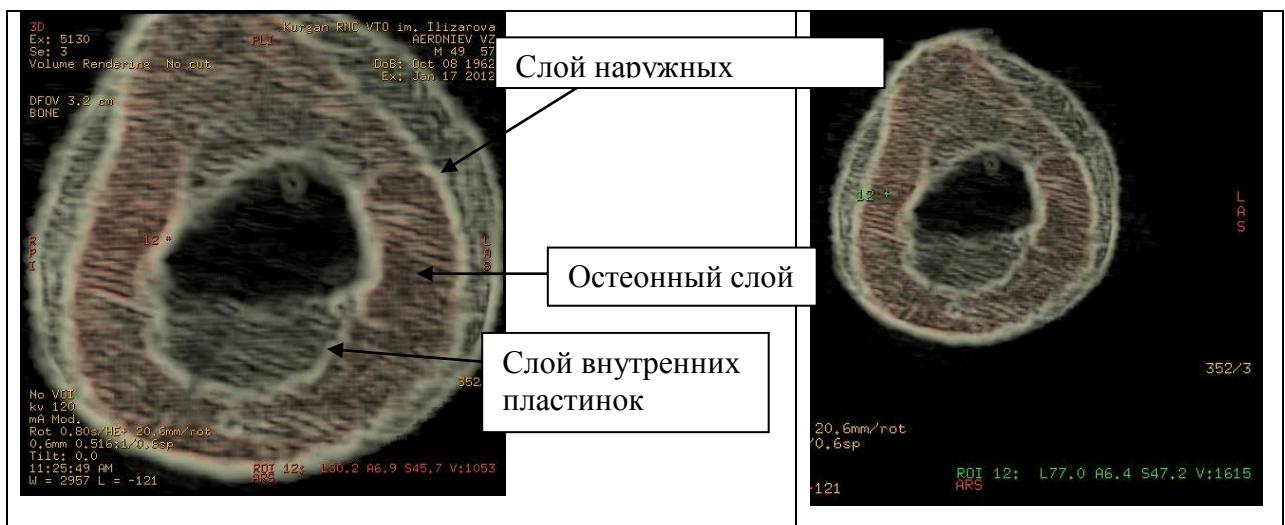


Рисунок 24. – КТ бедер больного А., 57 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. VRT

При измерении локальной плотности корковой пластиинки на МПР выявлены ее отличия в различных слоях, однако, четкой закономерности, в показателях плотности в области наружных, внутренних пластинок и остеонного слоя, характерной для здоровой кости, выявлено не на всех

уровнях. Ближе к очагу воспаления в связи с неоднородным строением корковой пластинки, наличием очагов резорбции в этих зонах плотность остеонного слоя может быть меньше (рисунок 25).

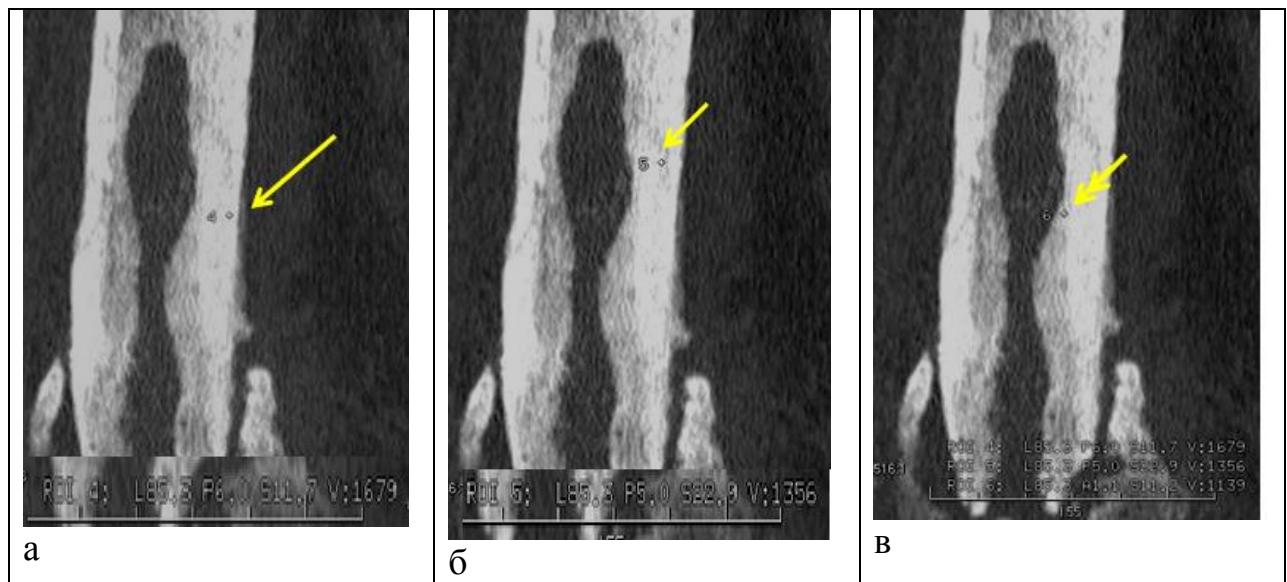


Рисунок 25. – МСКТ бедер больного А., 57 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. МРР. Локальное измерение плотности корковой пластинки: а - наружного слоя (длинная стрелка), б – остеонного(короткая стрелка), в- внутреннего(двойная стрелка)

Результаты изучения качества кости у данной группы больных представлены в таблице 6.

Таблица 6. – Показатели и критерии оценки качества кости при остеомиелите диафиза бедренной кости ( n=24)

Показатели для оценки качества кости	Критерии оценки качества кости		
	K1	K2	K3
1	2	3	4
Плотность корковой пластинки бедренной кости вблизи остеомиелитического очага	Умеренно выраженный склероз 1570 HU	Выраженный склероз 1850HU	Значительный склероз 2000HU, эбурнеация костномозгового канала на различном протяж.
Структура корковой пластинки вне остеомиелитического очага	Неравномерное утолщение, периостальные и эндостальные наслоения	Неоднородное строение многослойность, отсутствие четких границ между слоями	Неоднородное строение многослойность, зоны резорбции, склероза

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4
Плотность корковой пластиинки бедренной кости в остеомиелитическом очаге	Значительные колебания плотности от 600 до 2000НУ		
Структура корковой пластиинки в зоне воспаления	Краевые дефекты, очаги деструкции, многослойность	Локальные дефекты на всю толщину корковой пластиинки, очаги деструкции	Дефект или ложный сустав кости

Примечание: К1 – умеренное нарушение качества кости – 4

К2 – значительное нарушение качества кости – 6

К3 – выраженное нарушение качества кости – 11

### 3.4 Дистальный отдел бедренной кости

У 15 больных остеомиелитический процесс локализовался в дистальной трети бедренной кости. Максимальные изменения были характерны для зоны остеомиелитического очага, которые заключались в нарушении структуры и целостности корковой пластиинки, ее многослойности, значительных колебаний плотности (от 700 до 1404 НУ), истончении в зоне перехода в метафиз. Корковая пластиинка не имела характерного трехзонального строения. Костномозговой канал у всех больных был на протяжении 4-12 см заполнен эндостальными наслоениями, склерозирован. Имели место внутрикостные и кортикальные секвестры. (рисунок 26).

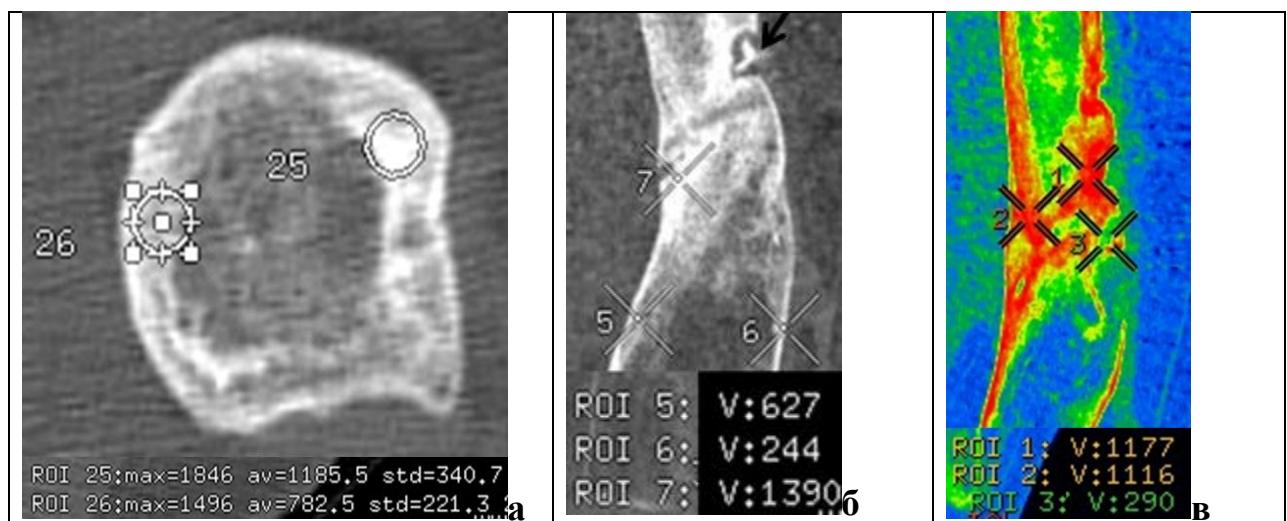


Рисунок 26. – МСКТ бедра больного П.25 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. Аксиальный срез (а); МРР, кортикальный секвестр (стрелка) (а); МРР, ColorMap (в)

Плотность дистального эпифиза была значительно снижена, в структуре его определялись обширные зоны резорбции, что при VRT проявлялось межтрабекулярными дефектами (рисунок 27).

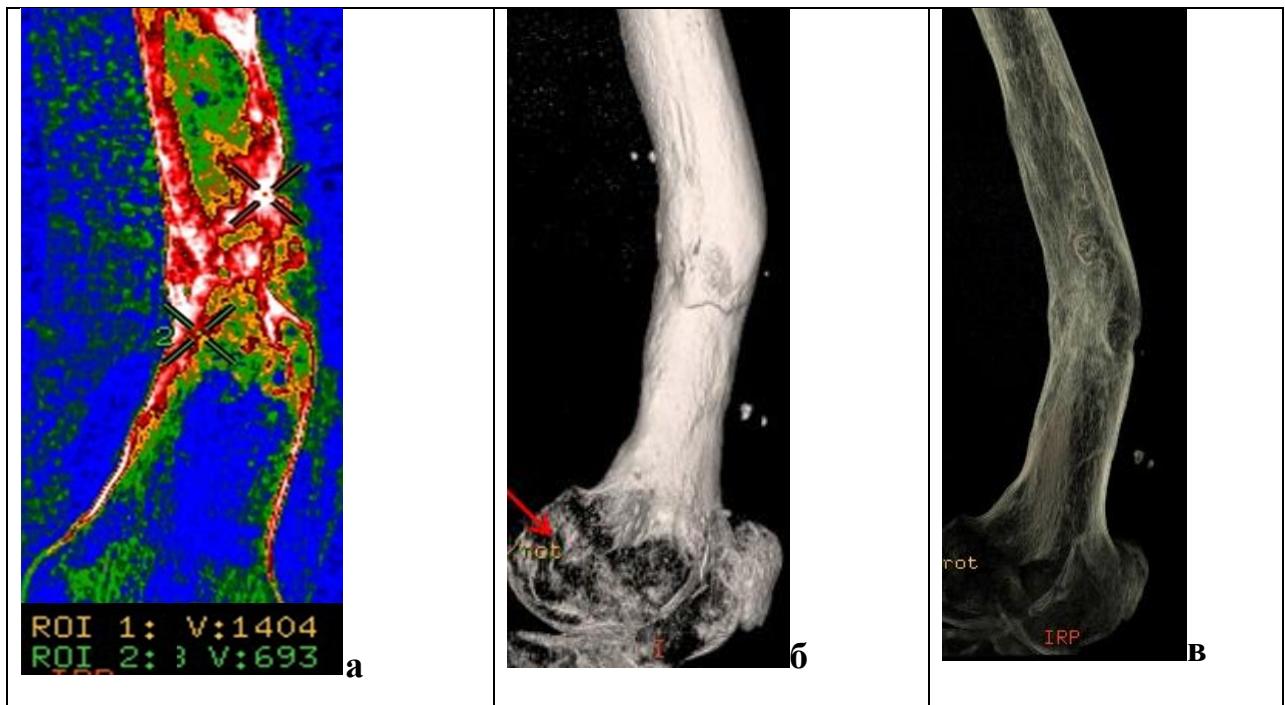


Рисунок 27. – МСКТ бедра больного П.25 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости. МПР,ColorMap (а);VRT(б- межтрабекулярные дефекты, стрелка); VRT, визуализация структуры корковой пластинки (в)

У трех больных в области остеомиелитического очага формировалась одна или две полости со свищевыми ходами и секвестрами, находящимися в интермедиарном пространстве и мягких тканях. Костномозговой канал склерозирован на значительном протяжении, максимальная плотность в некоторых участках достигала 1843 HU. Корковая пластинка проксимальнее остеомиелитического очага имела плотность от 1575 до 1718 HU с максимальной плотностью в 2080 HU. Плотность эпиметафизарного отдела была снижена в некоторых участках до 80 HU, составляя, в среднем 150,2-194,8 HU (рисунок 28).

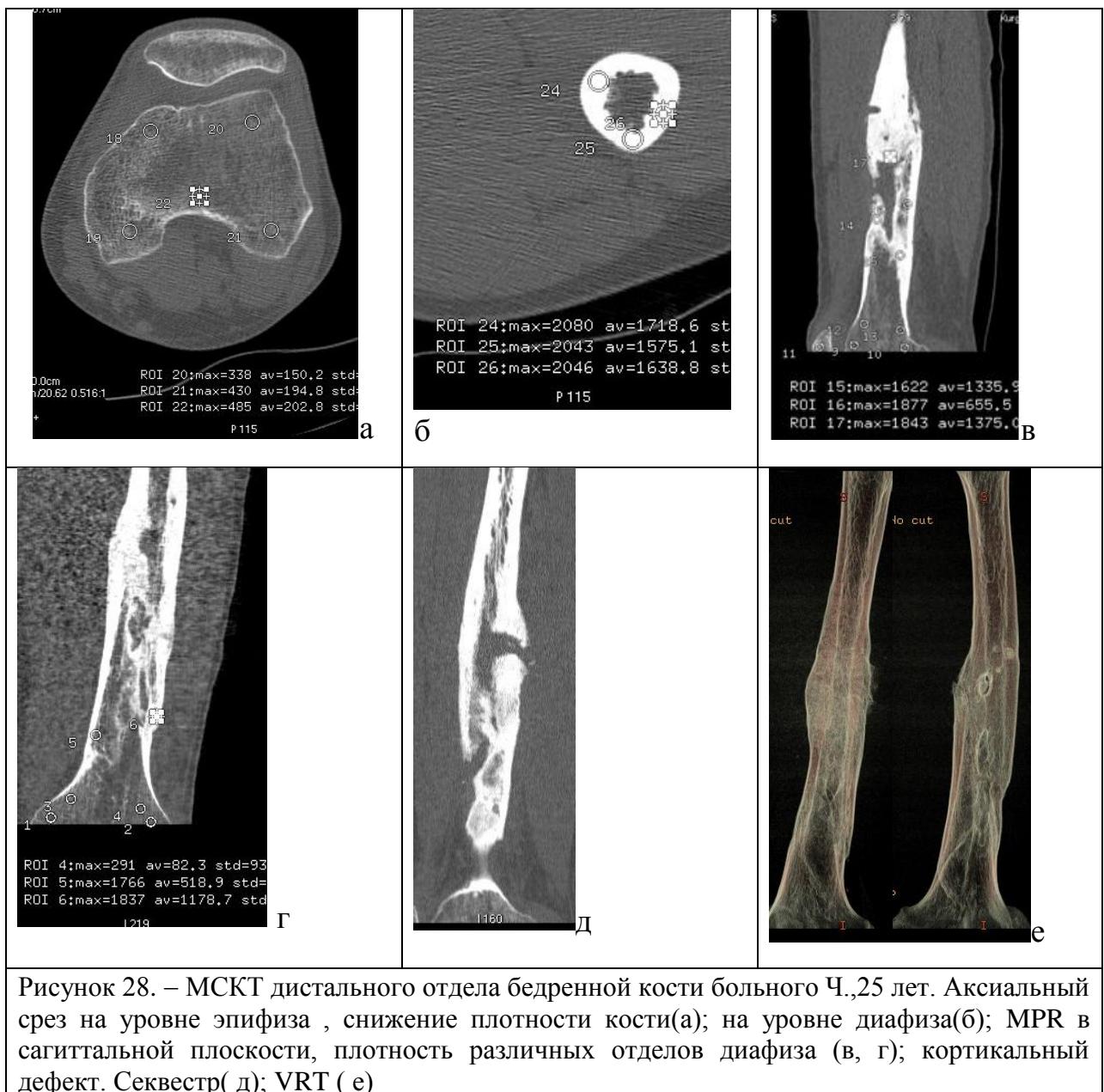


Рисунок 28. – МСКТ дистального отдела бедренной кости больного Ч., 25 лет. Аксиальный срез на уровне эпифиза, снижение плотности кости(а); на уровне диафиза(б); МПР в сагиттальной плоскости, плотность различных отделов диафиза (в, г); кортикальный дефект. Секвестр( д); VRT ( е)

Полученные данные свидетельствуют о том, что изменения бедренной кости не ограничиваются очагом воспаления, нарушения структуры и изменения плотности кости отмечаются и в прилежащих отделах, значительно снижая качество кости в тех зонах, которые, как правило, используются для проведения спиц или стержней при выполнении очередного этапа лечения больного.

Результаты изучения качества кости у данной группы больных представлены в таблице 7.

Таблица 7. – Показатели и критерии оценки качества кости при остеомиелите дистального отдела бедренной кости ( n=15)

Показатели для оценки качества кости	Критерии оценки качества кости		
	K1	K2	K3
Плотность корковой пластиинки бедренной кости вне остеомиелитического очага	Умеренно выраженный склероз -1570 HU	Выраженный склероз 1850HU	Значительный склероз 2000HU, эбурнеация костномозгового канала
Структура корковой пластиинки вне остеомиелитического очага	Отсутствие характерного трехзонального строения	Неровные, нечеткие контуры, повышение плотности	Многослойность, зоны резорбции, участки склероза
Структура корковой пластиинки в зоне воспаления	Многослойность, истончение в зоне перехода в метафиз, отсутствие характерного трехзонального строения.	Нарушение целостности корковой пластиинки, в виде дефектов со стороны эндоста	Дефекты корковой пластиинки
Плотность дистального метафиза бедренной кости вне остеомиелитического очага	Умеренно снижена 180HU	Значительно снижена 140-180 HU	Резко снижена 90-110 HU
Архитектоника эпиметафизарной зоны	Изменение трабекулярной структуры, зоны резорбции	Обширные зоны резорбции, симптом «изношенного кружева»	Полости со свищевыми ходами и секвестрами

Примечание: K1 – умеренное нарушение качества кости – 3

K2 – значительное нарушение качества кости – 4

K3 – выраженное нарушение качества кости – 7

### 3.5 Тотальное поражение бедренной кости

У пяти больных хроническим остеомиелитом имело место тотальное поражение бедренной кости. У всех больных очаг воспаления локализовался в области диафиза, был связан с воспалением, развившимся после интрамедуллярного остеосинтеза. Максимальные изменения были характерны для диафиза, но в проксимальном и дистальном отделах так же визуализировались выраженные рентгеноморфологические изменения. Форма головки бедренной кости и большого вертела изменены,

архитектоника головки имеет груботрабекулярную структуру с дегенеративными кистами. Плотность в области большого вертела находится в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда(-28HU). Плотность кости в области шейки и межвертельной зоны снижена и составляет 15-21 HU (рисунок 29).

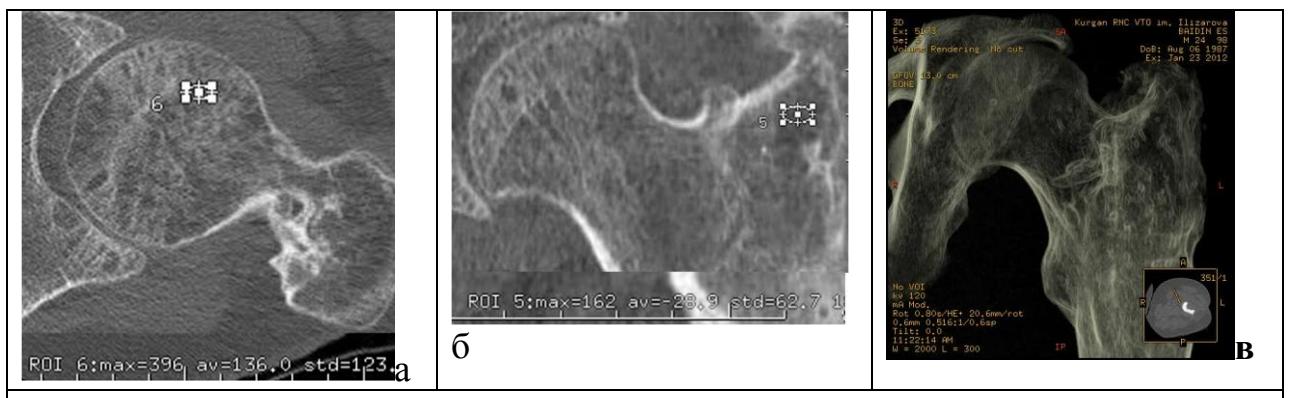


Рисунок 29. – МСКТ бедренной кости больного Б., 25 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости, тотальное поражение. Аксиальный срез на уровне головки бедренной кости (а); МПР головки и шейки бедренной кости (б); ВРТ (в)

Корковая пластинка диафиза многослойна, имеет неровные контуры, изменена на всем протяжении, с дефектом в средней трети по передней поверхности. Толщина корковой пластиинки в некоторых зонах достигает 1 см. На аксиальных срезах хорошо видны дефекты корковой пластиинки по периостальной поверхности. Плотность корковой пластиинки колеблется от 900 до 1200 HU. В проксимальном отделе диафиза плотность ее снижена, пластиинка имеет большую, чем в нижней трети толщину (рисунок 30).

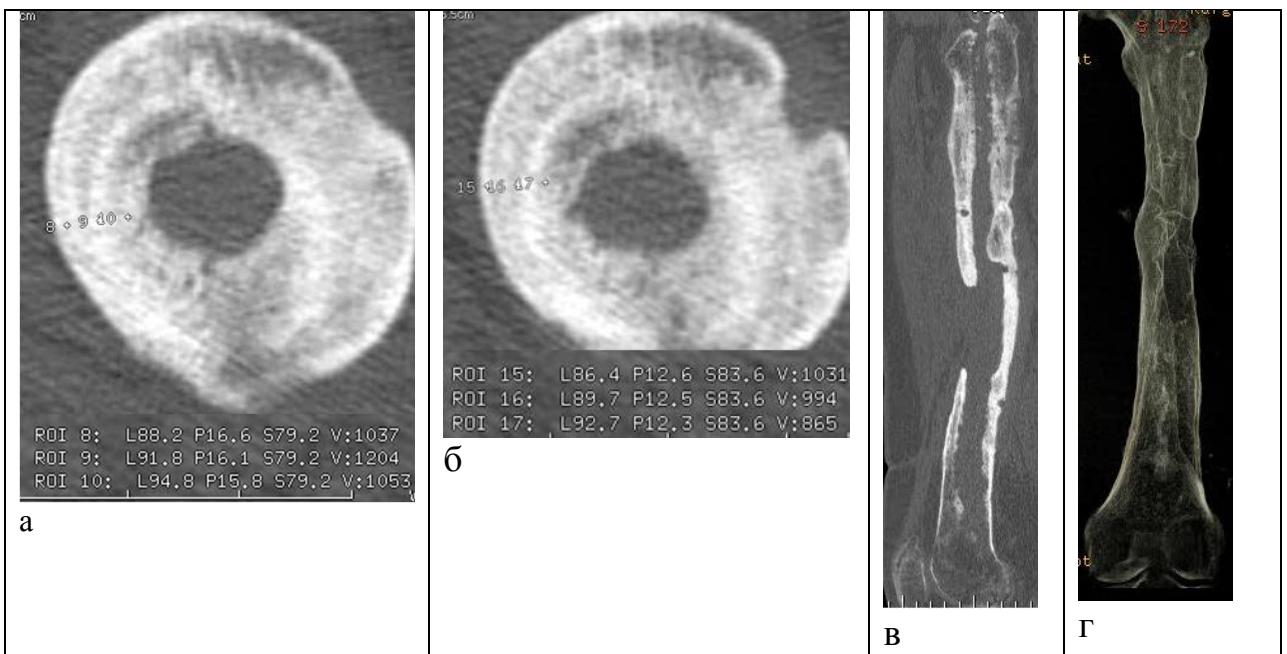


Рисунок 30. – МСКТ бедренной кости больного Б., 25 лет. Хронический остеомиелит бедренной кости, тотальное поражение. Аксиальный срез на уровне диафиза бедренной кости, утолщение и расслоение корковой пластиинки (а,б); МРР бедренной кости (в);VRT(г)

Корковая пластиинка в дистальном отделе бедренной кости утолщена за счет массивных эндостальных наслоений, с участками деструкции. Плотность ее в некоторых участках составляла 1258 HU. Структура метаэпифизарного отдела не имела характерного строения, содержала дегенеративные кисты и зоны разрежения. Плотность метафиза и эпифиза не превышала 26-35HU (рисунок 31).

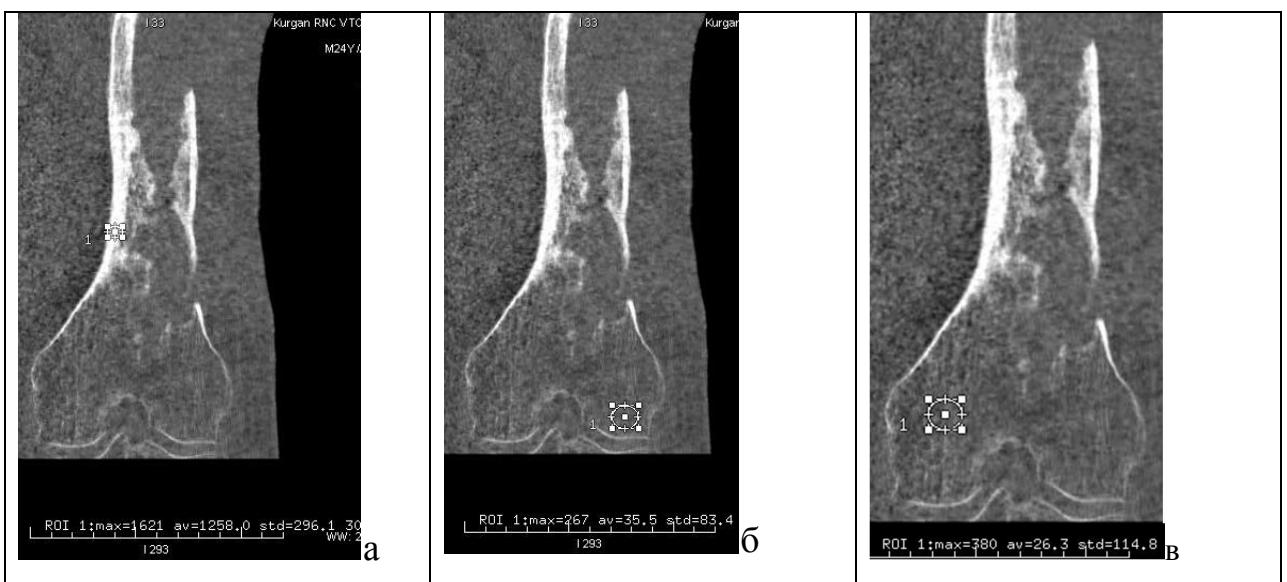


Рисунок 31. – МРР на уровне дистального отдела бедренной кости, значительное снижение плотности в области эпифиза (а, б, в)

Статистическая обработка данных выявила значительное снижение плотности в области наружного и внутреннего мыщелка бедренной кости, особенно при локализации воспалительного процесса в дистальной трети диафиза. У трех больных плотность кости в области наружного мыщелка при локализации воспаления в дистальной трети бедренной кости в некоторых участках была отрицательной, поскольку имели место обширные зоны резорбции, нарушение структуры (рисунок 32).

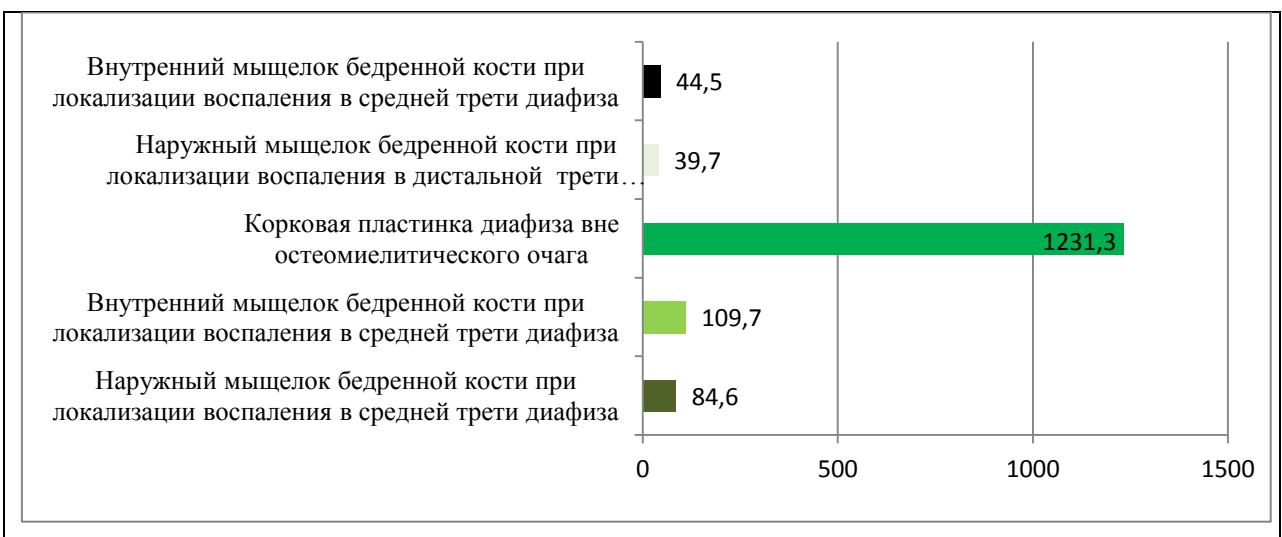


Рис. 32. Диаграмма плотности кости при различной локализации воспалительного процесса в бедренной кости.

Примечание: \* $p<0,05$ - статистическая достоверность отличия плотности наружного и внутреннего мыщелков.

### Резюме

Полученные данные свидетельствуют о выраженных изменениях в бедренной кости при различной локализации остеомиелитического процесса. Наиболее значительные изменения выявлены при тотальном поражении кости, но и ограниченное расположение очага воспаления вызывает распространенные рентгеноморфологические изменения архитектоники кости. При любой локализации страдают метаэпифизарные отделы, уменьшается плотность кости в этих участках в некоторых случаях до величин, находящихся в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилада.

## ГЛАВА 4. МУЛЬТИСРЕЗОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ СЕМИОТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА КОСТЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ КОЛЕННЫЙ СУСТАВ И ДИАФИЗА БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

### 4.1 Коленный сустав,proxимальный отдел большеберцовой кости

При локализации остеомиелитического процесса в области коленного сустава, выраженные изменения касались всех его составляющих, проявлялись распространенным остеопорозом и локальным остеосклерозом.

Изменения распространялись в ряде случаев и на диафизарный отдел большеберцовой кости, при этом корковая пластинка имела неоднородное строение с участками резорбции и снижения плотности до  $300\pm97$  HU(рисунок 33).

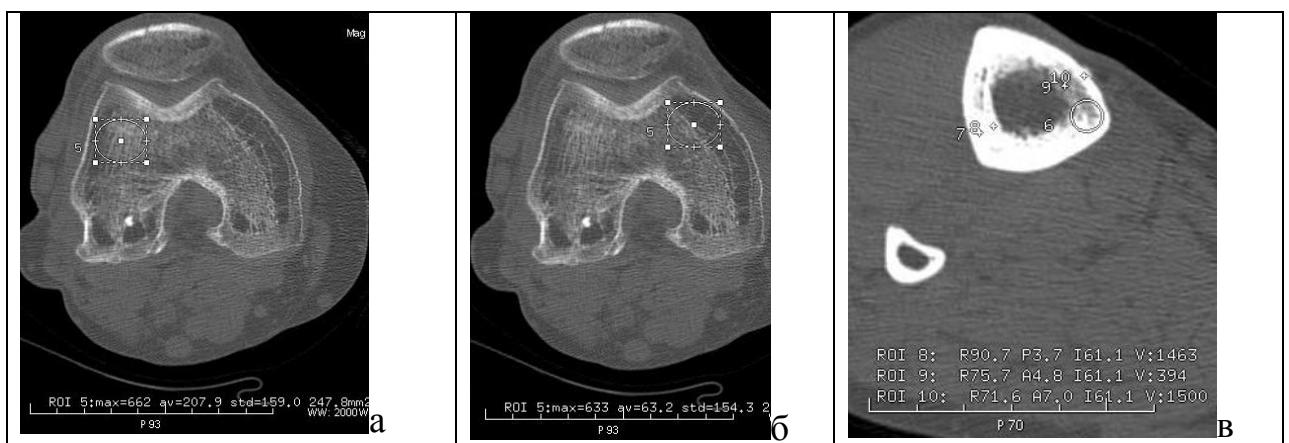


Рисунок 33. – КТ коленных суставов больного Ф., 51 года. Аксиальные срезы: а, б - на уровне эпифиза бедренной кости, в- на уровне диафиза большеберцовой. Плотность мыщелков бедренной кости снижена, обширные зоны резорбции. Различная плотность корковой пластинки

При изучении на MPR определялись значительные нарушения архитектоники обеих костей, изменение формы суставных концов, неравномерная плотность метафизарных отделов, снижение ее до 150-80 HU в некоторых участках (рисунок 34).

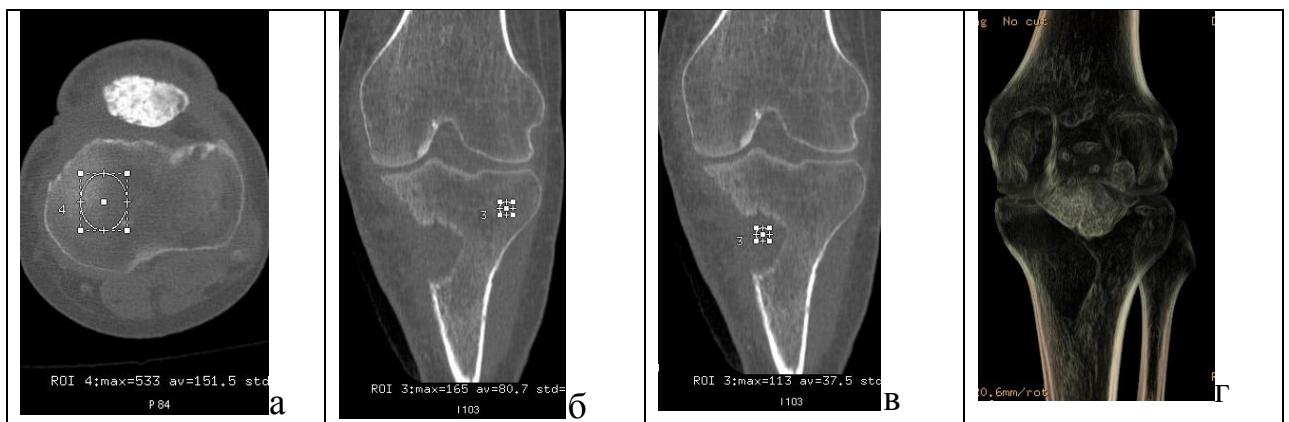


Рисунок 34. – КТ коленных суставов больной У.,21 года. Хронический остеомиелит. Остеомиелитическая полость. Аксиальный срез (а).МПР во фронтальной плоскости (б, в). Плотность мышцелков бедренной и большеберцовой костей снижена до 80-150HU.Остеомиелитическая полость VRT(г)

При анализе данных рентгенографии и КТ были выявлены основные рентгеноанатомические изменения в дистальном отделе бедренной кости и проксимальном большеберцовой в случаях локализации воспалительного процесса в костях, образующих коленный сустав. На схеме выделены основные проявления остеомиелитического процесса, однако анализ рентгеноморфологических изменений показал заинтересованность метаэпифизарного отдела бедренной кости при локализации очага в большеберцовой и, наоборот, изменения архитектоники в проксимальном метаэпифизе большеберцовой в случаях с наличием воспалительных изменений в дистальном конце бедренной кости (рисунок 35).

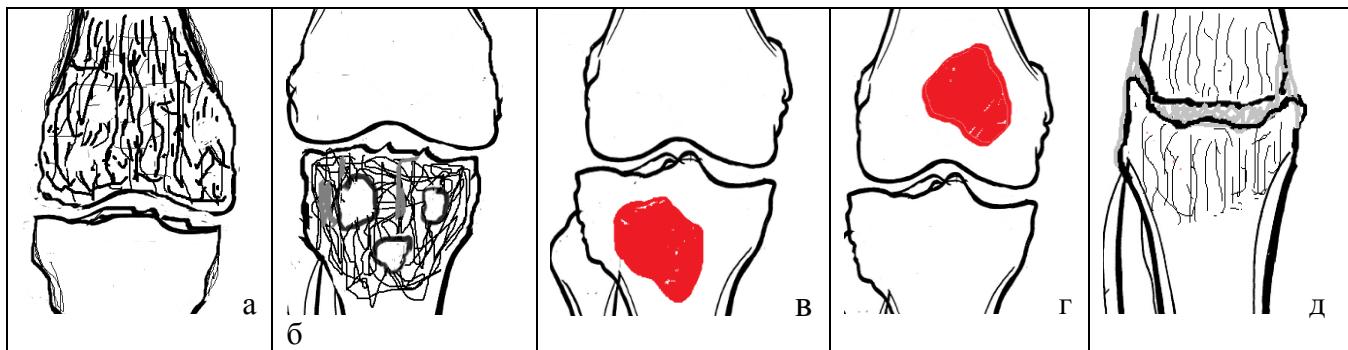


Рисунок 35. – Схема локализации остеомиелитического процесса у больных хроническим остеомиелитом коленного сустава, проксимального отдела большеберцовой кости: локализация процесса в дистальном отделе бедренной кости (а), локализация процесса в проксимальном отделе большеберцовой кости (в), дефект проксимального отдела большеберцовой кости (в), дефект дистального отдела бедренной кости (г), totalальное поражение коленного сустава (д)

У 44 больных измерена плотность кости в области внутреннего и наружного мыщелков (в эпифизарной и метафизарной зонах), диафизе большеберцовой кости вне остеомиелитического очага, в различных участках зоны остеомиелитического поражения. У четырех больных в проксимальном отделе большеберцовой кости были полости различной формы и площади (рисунок 36).

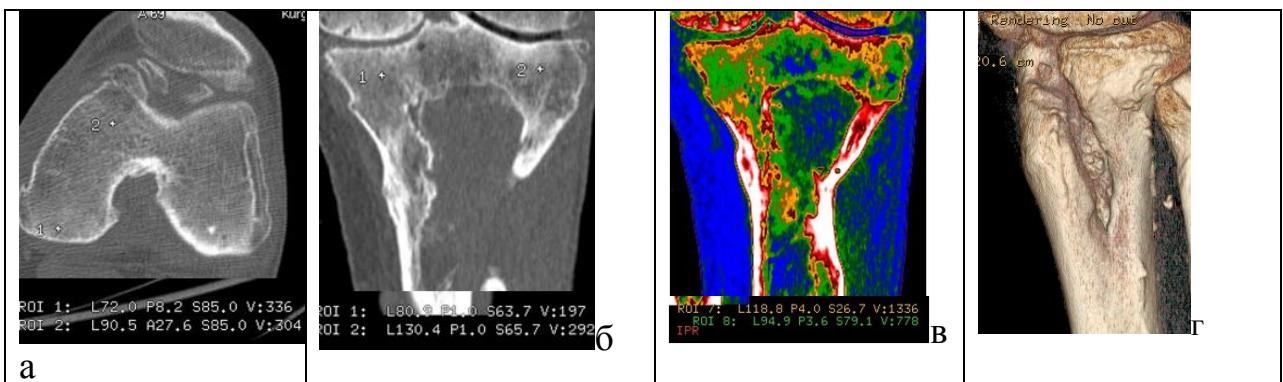
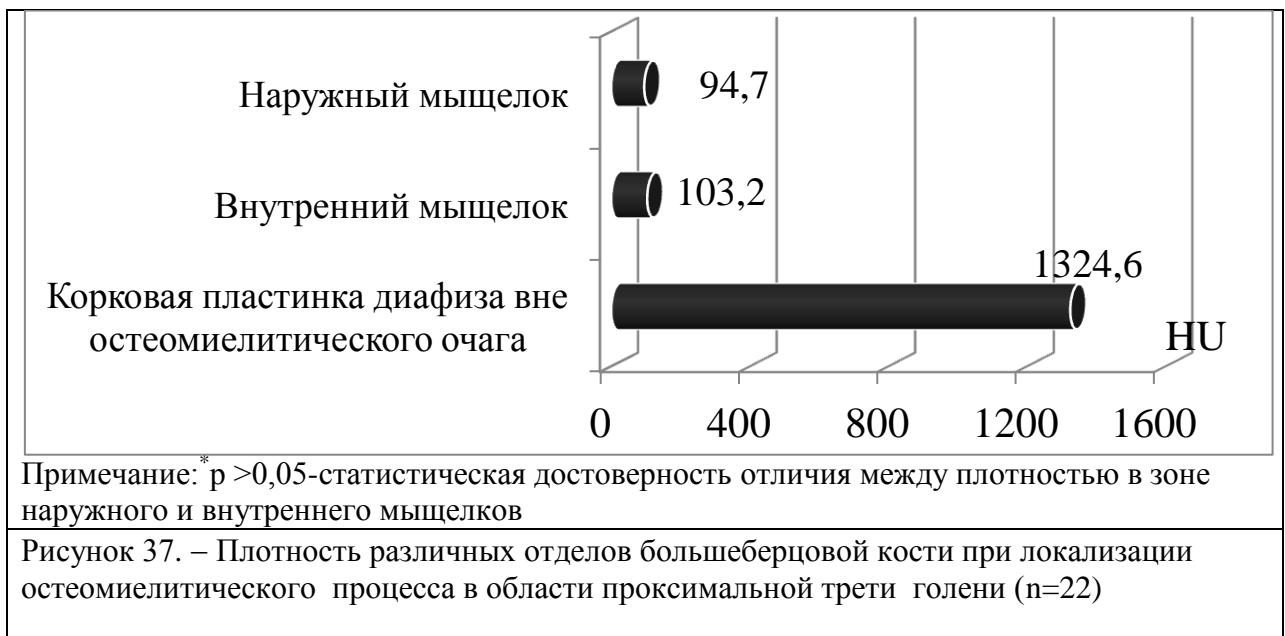


Рисунок 36. – КТ коленных суставов больного К., 57 лет. Хронический остеомиелит. Остеомиелитическая полость проксимального отдела большеберцовой кости. Аксиальный срез (а). МРР во фронтальной плоскости (б, в- ColorMap). Плотность мыщелков большеберцовой кости снижена в некоторых точках до 197 НУ. Остеомиелитическая полость ;VRT(г)

У 22 больных плотность кости измерена в зоне поражения и прилежащих участках. При локализации патологического процесса в проксимальной или дистальной третях голени плотность кости в метафизарном и эпифизарном отделах колебалась в значительных пределах (рисунок 37).

Полученные данные свидетельствовали о том, что при локализации остеомиелитического процесса в области диафиза, тем не менее, значительно снижена плотность кости в области мыщелков большеберцовой кости, особенно наружного. Плотность кости в области очага поражения отличалась крайним разнообразием: от  $1850,6 \pm 172,3$  НУ до  $745,8 \pm 64,1$  НУ.



При локализации остеомиелитического процесса в проксимальном отделе большеберцовой кости у всех больных отмечались обширные зоны резорбции с отрицательной плотностью, корковая пластина была истончена и имела плотность не более  $350 \pm 76$  HU, дистальнее имела различную толщину и плотность (от 340 до 1625 HU)(рисунок 38).



Рисунок 38. – КТ проксимального отдела голени больного В., 51 года. Хронический остеомиелит большеберцовой кости. Аксиальные срезы

На MPR определялось выраженное нарушение структуры с элементами груботрабекулярной строения, изменение формы суставных концов, снижение плотности кости с участками склероза (рисунок 39).



Рисунок 39. – КТproxимального отдела голеней больного Б., 51 года. МПР (а- в сагittalной плоскости, б - во фронтальной)

Расположение остеомиелитического очага вблизи коленного сустава приводило к выраженным изменениям эпифизарного отдела, изменению суставной поверхности, что хорошо визуализировалось при VRT. Дефект кости приводил к деформации, нарушению конгруэнтности в коленном суставе. В ряде случаев определялись секвестры (в данном случае - в мягких тканях) (рисунок 40).

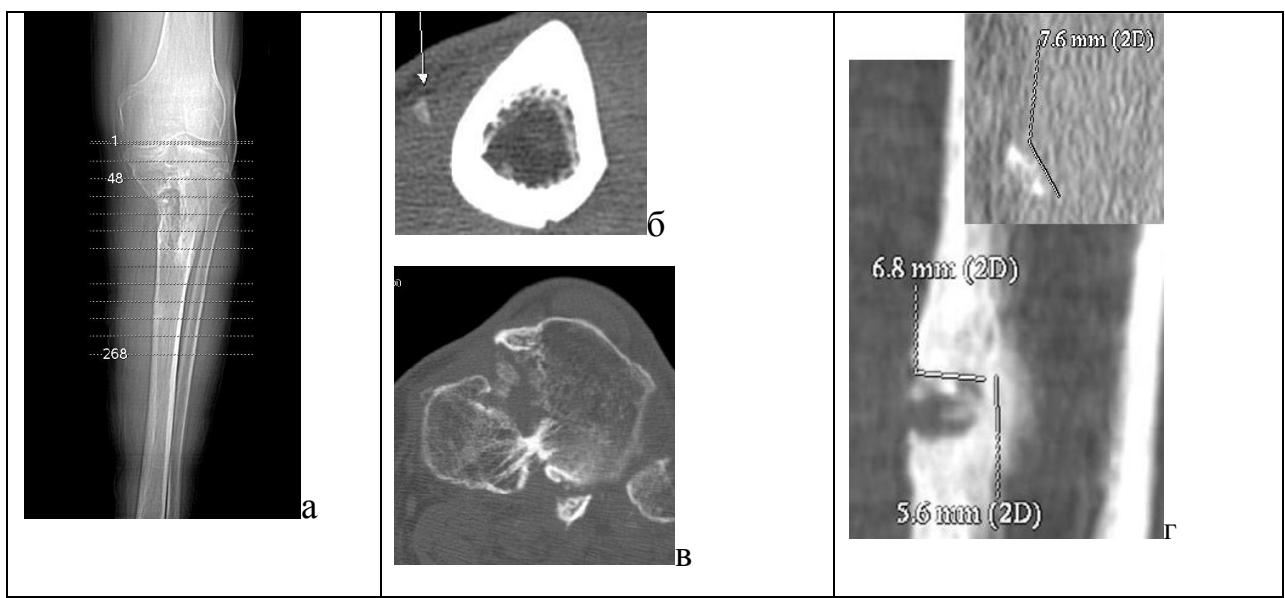


Рисунок 40. – МСКТ больного Б., 54 лет. Топограмма (а); аксиальный срез(б, в); МПР (г).

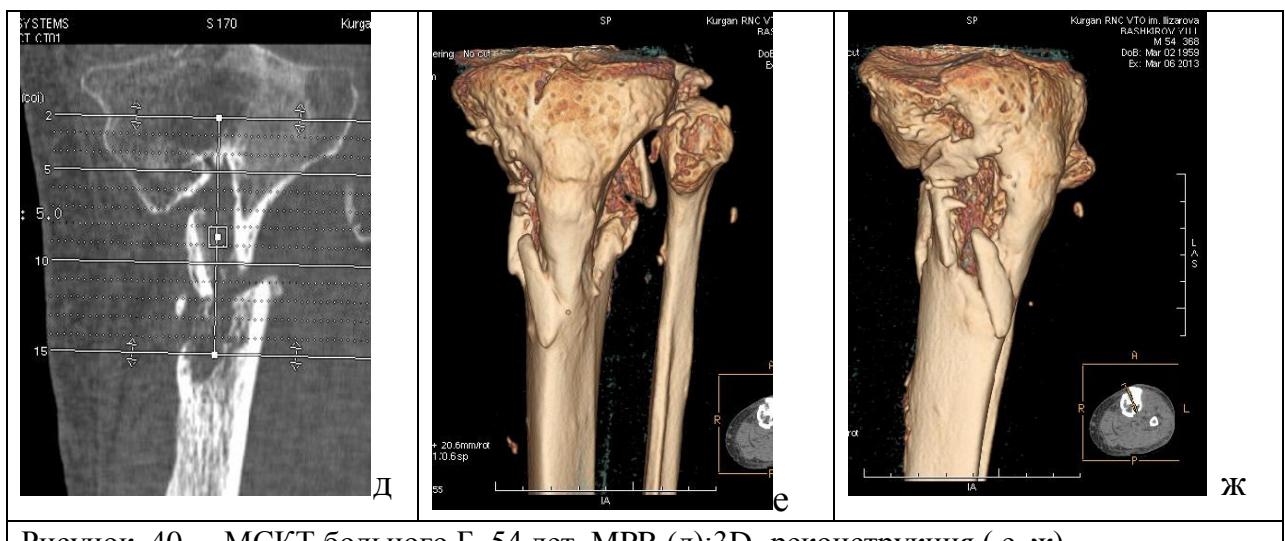


Рисунок 40. – МСКТ больного Б., 54 лет. МПР (д); 3D- реконструкция ( е, ж).

Длительное течение воспалительного процесса, неоднократные оперативные вмешательства привели у трех больных к дефекту дистального отдела бедренной и проксимального большеберцовой костей, костно-фиброзному анкилозу. Кости не имели органотипического строения, структура корковой пластинки нарушена на значительном протяжении. На аксиальных срезах плотность кости крайне неравномерна с зонами резорбции и склероза (рисунок 41).

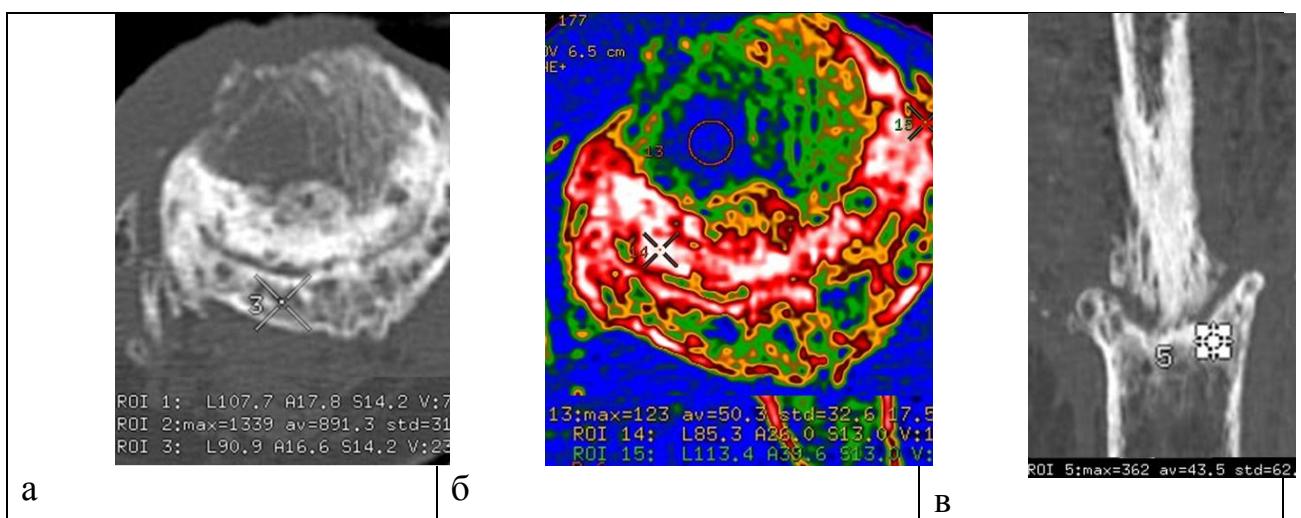


Рисунок 41. – МСКТ коленного сустава голеней больной М., 60 лет. Аксиальные срезы (а,б). МПР в сагиттальной плоскости (в).

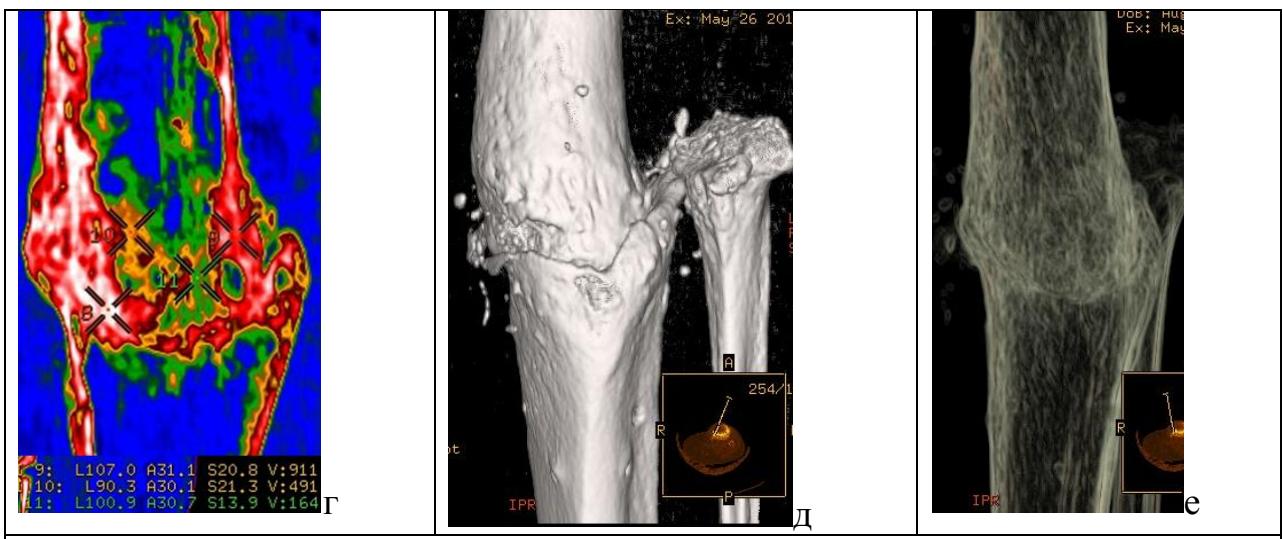


Рисунок 41. – МСКТ коленного сустава голеней больной М., 60 лет., цветовая карта (ColorMap)(г), объемная реформацияVRT(д,е)

У одного из больных после пяти хирургических вмешательств по поводу хронического остеомиелита костей, образующих коленный сустав, образовался ложный сустав с дефектом костей и костными полостями в дистальном отделе бедренной и проксимальном отделе большеберцовой. На аксиальном срезе бедренной кости в области определяется полость размером 1,4 на 1,7 см. Кость имела мелкоячеистое, крупно-петлистое строение с зонами разрежения и уплотнения (570,4HU). Корковая пластина бедренной кости до перехода в метафиз сохраняла трехзональное строение, на большеберцовой кости границы между слоями четко не определялись. В проекции МПР определялось снижение плотности кости в эпи-метафизарных зонах. (рисунок 42).



Рисунок 42. –МСКТ коленного сустава больного Б., 72 лет. Аксиальный срез (а), МПР (б, в)



Рисунок 42. –МСКТ коленного сустава больного Б., 72 лет. Аксиальный срез (а), МРР (б, в); ВРТ (в, г); проекция максимальной интенсивности (МИР) (д)

Выраженные изменения в коленном суставе отмечались у больных, когда очаг воспаления локализовался в надмыщелковой области бедренной кости. В структуре эпиметафиза бедренной кости (в области внутреннего мыщелка) сохранялось небольшое количество продольно ориентированных костных трабекул, разделенных зонами резорбции. В области наружного мыщелка органотипическое строение кости отсутствовало, большую часть занимали зоны резорбции, с плотностью, находящейся в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда (-11,9-76,5HU). В субхондральной зоне плотность составляла 120-130 HU. Изменения качества кости выявлены и для проксимального метаэпифиза большеберцовой кости, архитектоника которой представлена продольно ориентированными костными трабекулами в области внутреннего мыщелка и значительно меньшим количеством их в области наружного. Программа ColorMap достаточно наглядно показывала снижение плотности в проксимальном эпифизе большеберцовой кости, особенно в межмыщелковой зоне. Виртуальные реконструкции демонстрировали значительное нарушение структуры дистального отдела бедренной кости, пространственное расположение металлических шурупов (рисунок 43).

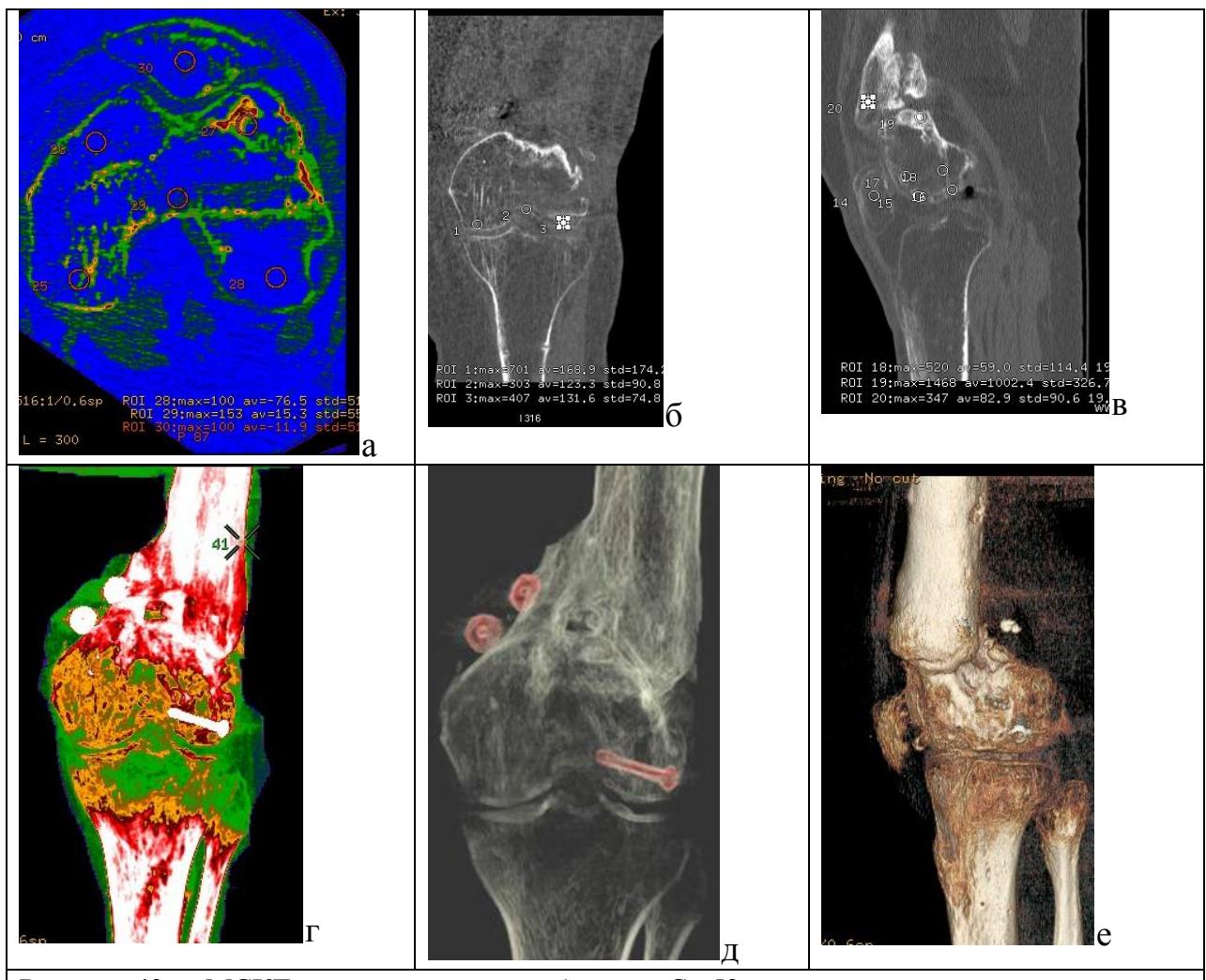


Рисунок 43. – МСКТ коленных суставов больной С., 52 лет, хронический остеомиелит, а - аксиальный срез, обширные зоны резорбции; МПР во фронтальной и сагиттальной плоскостях (б,в ), МПР, цветовая карта, (ColorMap); ВРТ ( д,е)

Анализ качественных и количественных показателей, характеризующих дистальный отдел бедренной и проксимальный отдел большеберцовой костей позволил оценить качество кости в данной области на основании предложенных показателей (таблица 8).

Таблица 8. Критерии оценки качества кости у больных хроническим остеомиелитом костей, образующих коленный сустав (n=44)

Показатели для оценки качества кости	Критерии оценки качества кости		
	K1	K2	K3
Плотность дистального метафиза бедренной кости вне остеомиелитического очага	Умеренно снижена 180HU	Значительно снижена 140-180 HU	Резко снижена 90-110 HU
Архитектоника дистального метафиза бедренной кости вне остеомиелитического очага	Груботрабекулярное строение, зоны резорбции	Груботрабекулярное строение, широкие зоны резорбции	Разрозненные группы костных трабекул, разделенные зонами резорбции
Плотность дистального метафиза бедренной кости в остеомиелитическом очаге	Колебания плотности от 10 до 700HU	Значительные колебания плотности от -10 до 900 HU	Выраженные колебания плотности от -70 до 1000HU
Архитектоника дистального метафиза бедренной кости в остеомиелитическом очаге	Разрозненные группы костных трабекул, разделенные зонами резорбции	Нарушение органотипического строения, зоны резорбции, склероза	Полости, зоны деструкции
Плотность проксимального метафиза большеберцовой кости вне остеомиелитического очага	Умеренно снижена 150 HU	Значительно снижена 100-150 HU	Резко снижена 50-100HU
Архитектоника проксимального метафиза большеберцовой кости вне остеомиелитического очага	Мелкотрабекулярное строение	Груботрабекулярное строение	Крупно-ячеистое строение
Плотность проксимального метафиза большеберцовой кости в остеомиелитическом очаге	Колебания плотности от 10 до 500HU	Значительные колебания плотности от -20 до 700 HU	Выраженные колебания плотности от -70 до 800HU
Архитектоника проксимального метафиза большеберцовой кости	Груботрабекулярное строение с зонами резорбции	Нарушение органотипического строения, зоны резорбции, склероза	Полости, зоны деструкции, очаги склероза

Примечание: К1 – умеренное нарушение качества кости – 8  
К2 – значительное нарушение качества кости – 10  
К3 – выраженное нарушение качества кости – 31

#### 4.2. Диафиз голени

Одной из частых локализаций хронического остеомиелита был остеомиелит костей голени в области средней трети диафиза. В 45% случаев он сопровождался ложными суставами и дефектами. У 38% больных имели место дефекты корковой пластиинки. Максимальные изменения при данной локализации процесса отмечены в зоне остеомиелитического очага, однако прилежащие участки кости, эпиметафизарные отделы также реагировали на наличие воспалительного процесса, нарушение функции конечности, что, несомненно, присутствовало у данной категории больных. Анатомические дефекты большеберцовой кости были индивидуальными у каждого больного: неправильно сросшийся перелом, ложный сустав, дефект различной протяженности, дефекты корковой пластиинки, деформации. Рентгеноморфологические проявления различались по степени выраженности, но у всех имело место нарушение строения корковой пластиинки, различной протяженности периостальные и эндостальные наслоения вплоть до полного склерозирования костномозгового канала на различном протяжении. При наличии дефекта в области концов костных отломков выражены явления склероза, увеличение плотности кости до 1504 HU. В области метаэпифизов плотность кости была снижена до 70-90 HU при наличии зон с отрицательной плотностью (рисунок 44).

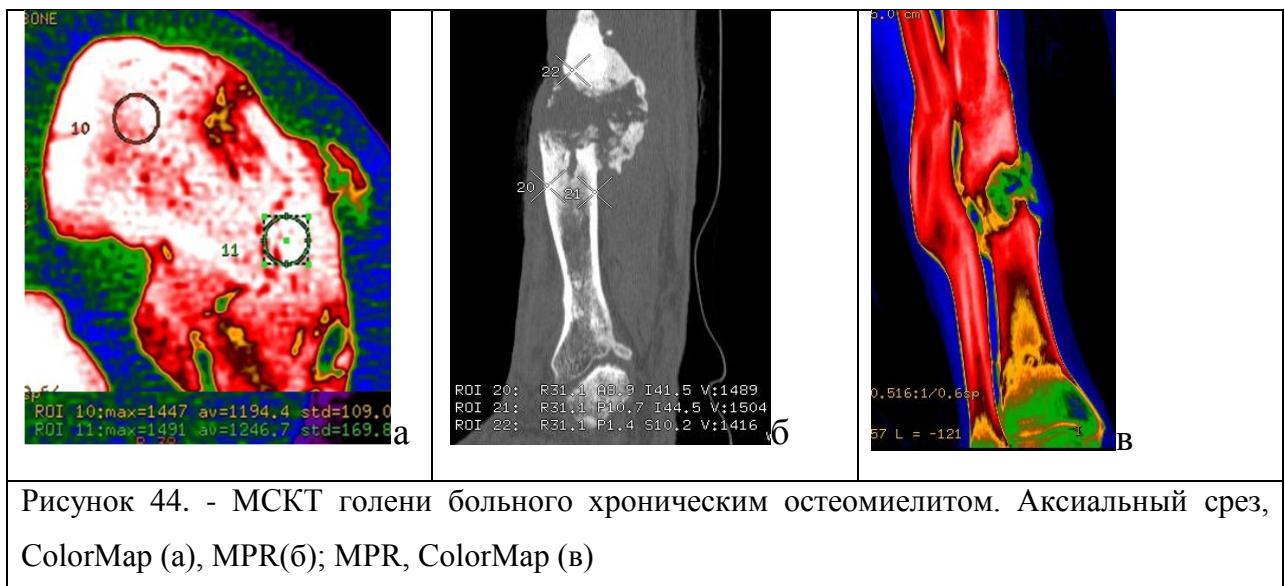


Рисунок 44. - МСКТ голени больного хроническим остеомиелитом. Аксиальный срез, ColorMap (а), МПР(б); МПР, ColorMap (в)

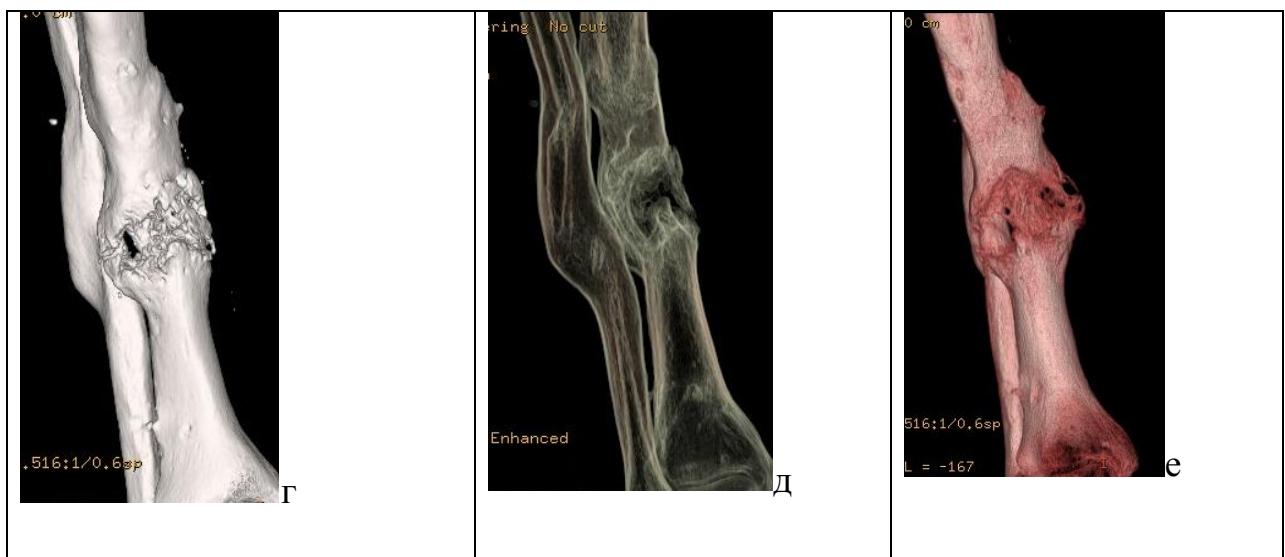


Рисунок 44. - МСКТ голени больного хроническим остеомиелитом. VRT (г, д, е)

При наличии ложного сустава без выраженной деформации кости сохранялось трехзональное строение корковой пластиинки, плотность ее в прилежащих участках кости была увеличена и составляла в некоторых зонах 2028,1 HU, остеонный слой утолщен, концы фрагментов были склерозированы (1883,0 HU) (рисунок 45).



Рисунок 45. - МСКТ голени больного Ч. 56 лет. Хронический остеомиелит, ложный сустав костей голени. Аксиальный срез (а); МРР (б); ВРТ (в)

При тотальном поражении диафиза голени изменения заключались в утолщении и дефектах корковой пластиинки, склерозировании костномозгового канала, отсутствии на значительном протяжении органотипического строения кости. Периостальные наслоения на некоторых участках превышали толщину корковой пластиинки, имели значительную плотность (1126,3 HU). Плотность мышцелков была ниже, чем в норме, составляя для внутреннего 93,2, для наружного 92,2 HU. Плотность дистального метаэпифиза не превышала 54- 70 HU (рисунок 46).





Рисунок 46. – МСКТ голеней больного М., 38 лет. Аксиальный срез (а, б); МРР (в, г); ВРТ (д, е)

Как показали данные, показатели плотности проксимального отдела большеберцовой кости при локализации остеомиелитического процесса в области диафиза отличались от нормальных. Наименьшие показатели плотности выявлены для наружного мыщелка. Плотность внутреннего мыщелка также снижена, но показатели почти вдвое превышают значения, определенные для наружного мыщелка.(таблица 9).

Таблица 9. – Плотность проксимального отдела большеберцовой кости при локализации остеомиелитического процесса в области диафиза( $n=18$ )

Зона интереса	$M$	$m$	$\sigma$	$Me$
Наружный мыщелок, метафиз	46,9 <sup>1</sup>	7,9	27,5	51,1
Внутренний мыщелок, метафиз	118,4	10,8	37,4	117,3
Наружный мыщелок, эпифиз	86,4	21,5	74,5	69,5
Внутренний мыщелок, эпифиз	140,1	28,2	97,7	119

Изучение структуры и плотности большеберцовой кости в области диафиза показало, что при ограниченном распространении остеомиелитического процесса ( преимущественно в средней трети диафиза), изменения касались и прилежащих отделов ( таблица 10).

Таблица 10. – Показатели и критерии оценки качества кости при остеомиелите диафиза большеберцовой кости<sup>1</sup>( n= 27)

Показатели для оценки качества кости	Критерии оценки качества кости		
	K1	K2	K3
Плотность корковой пластиинки б/большеберц.кости вне остеомиелитич. очага	Умеренно снижена 1100HU	Значительно снижена 900HU	Резко снижена 800HU
Плотность корковой пластиинки большеберцовой кости в зоне воспаления	Умеренно выраженный склероз -1500 HU	Выраженный склероз 1700HU	Значительный склероз 190-2000-HU, эбурнеация kostно-мозгового кан.
Структура корковой пластиинки вне остеомиелитического очага	Неравномерное утолщение, периостальные и эндостальные наслоения	Неоднородное строение многослойность, отсутствие четких границ между слоями	Неоднородное строение многослойность, зоны резорбции, склероза
Структура корковой пластиинки в зоне воспаления	Краевые дефекты, очаги деструкции, многослойность	Локальные дефекты на всю толщину корковой пластиинки, очаги деструкции, утолщение.многослойность	Дефект или ложный сустав

В таблице 10: К1- умеренное нарушение качества кости -6 больных; К2-значительное нарушение качества кости -9 больных; К3-выраженное нарушение качества кости -12 больных. Не включены больные с тотальным поражением большеберцовой кости.

Приводим клинический пример дооперационного обследования методом рентгенографии и МСКТ, оперативного лечения, основанного на сберегательном отношении и реконструкции, больного хроническим остеомиелитом голени, которому после окончания лечения, для оценки его результатов, также применена МСКТ.

Пациент К., 54 года, диагноз: хронический послеоперационный остеомиелит правой большеберцовой кости, свищевая форма. За 10 лет до поступления, в результате удара бревном, получил закрытый перелом правой большеберцовой кости в средней трети диафиза. По месту жительства выполнен остеосинтез правой большеберцовой кости пластиной, операция

осложнилась нагноением раны, хроническим остеомиелитом, сформировался свищ. Многократно безуспешно оперирован по поводу остеомиелита по месту жительства (рисунок 47, а - в).

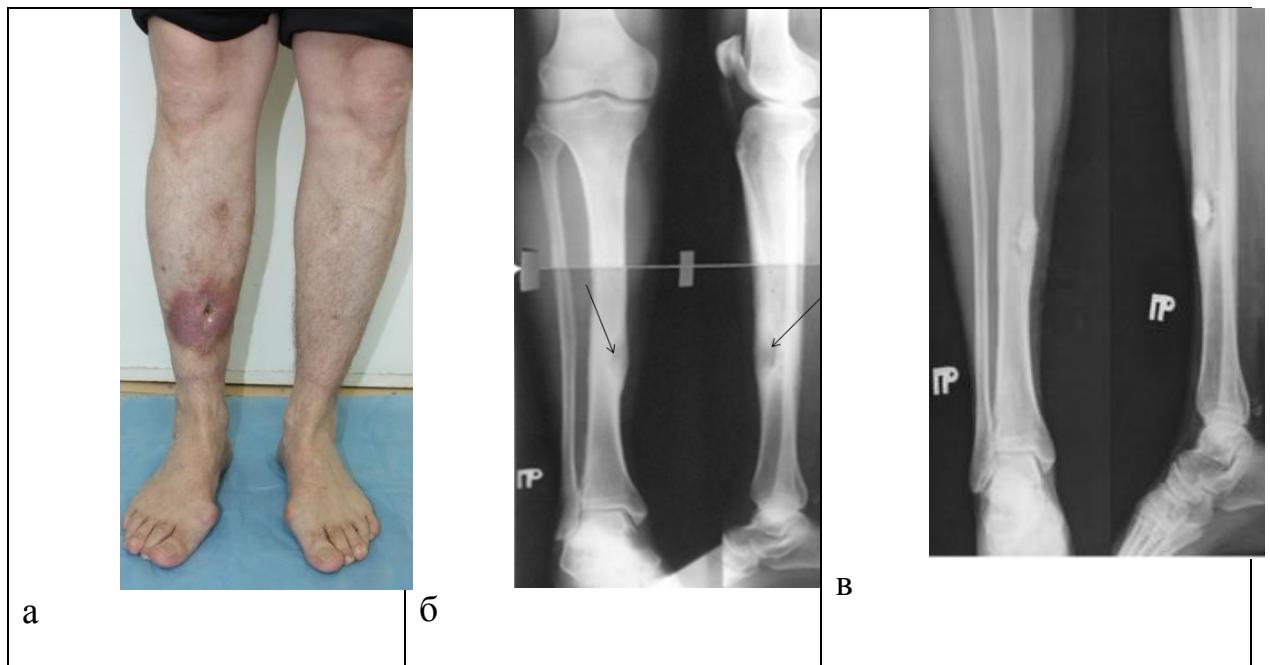
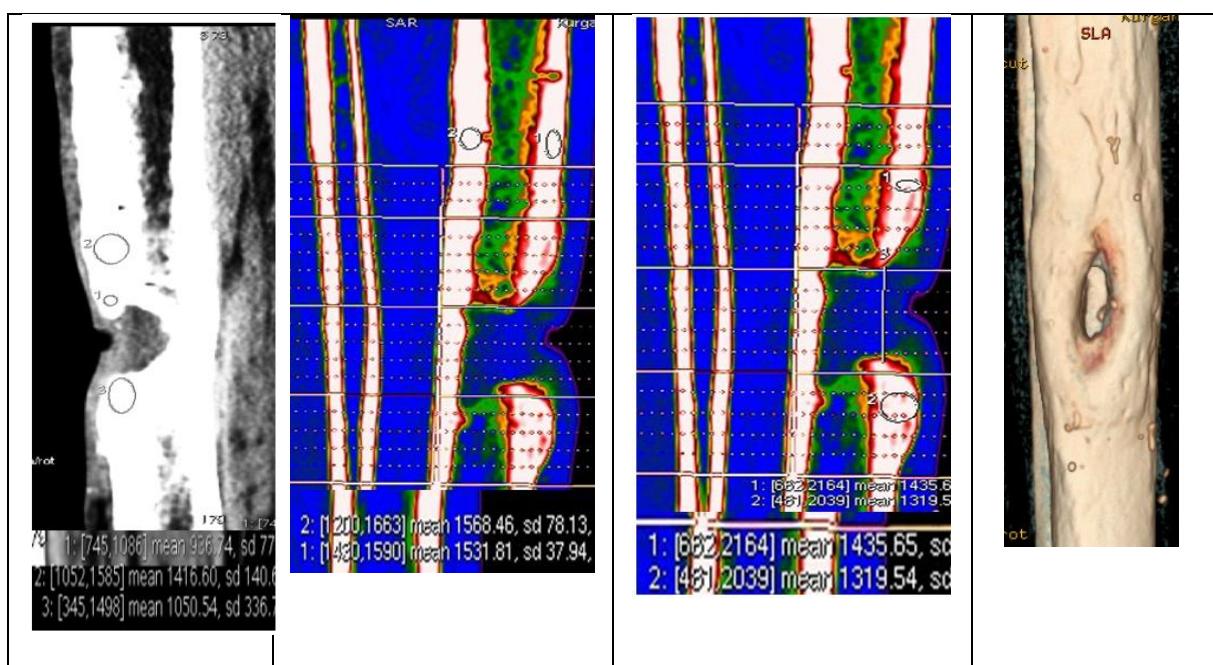
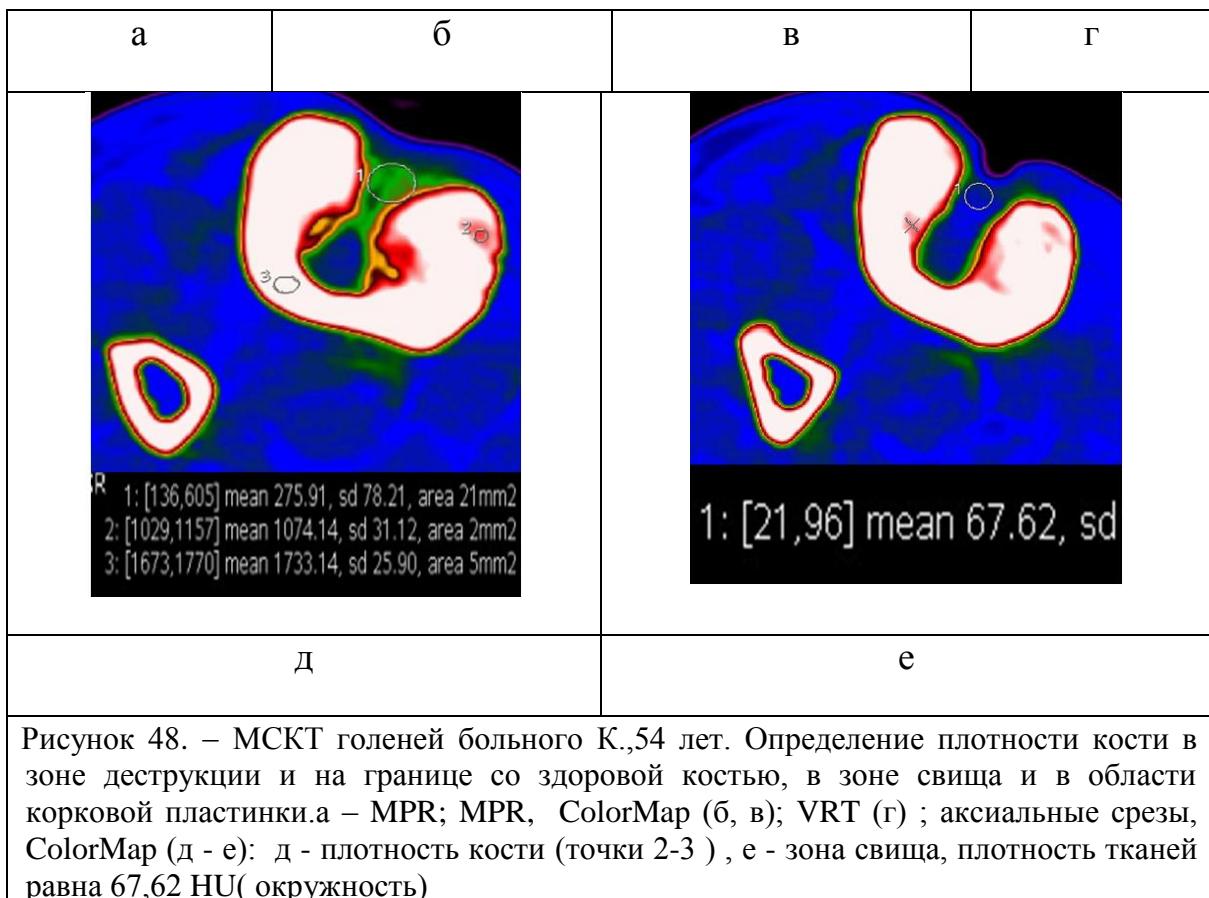


Рисунок 47. – Фотография (а), рентгенограммы голени в двух проекциях (б), фистулограммы голени больного К., 53 лет до лечения(в). Участок деструкции на границе средней и нижней третей диафиза большеберцовой кости (стрелка)

Для решения вопроса об уровне и протяженности патологического процесса выполнена МСКТ голеней. Определена зона патологически измененной кости, граница ее со здоровой частью (рисунок 48, а - е).





На основании данных комплексного клинико-рентгенологического обследования было решено выполнить секвестрнекрэктомию и сберегательную костно-пластиическую операцию с целью замещения дефекта отщепом большеберцовой кости с поперечным ее перемещением. Качество кости проксимальнее и дистальнее зоны воспаления было удовлетворительным. Проведена операция: секвестрнекрэктомия правой большеберцовой кости, формирование отщепа средней трети правой большеберцовой кости. Остеосинтез правой голени аппаратом Илизарова (рисунок 49).

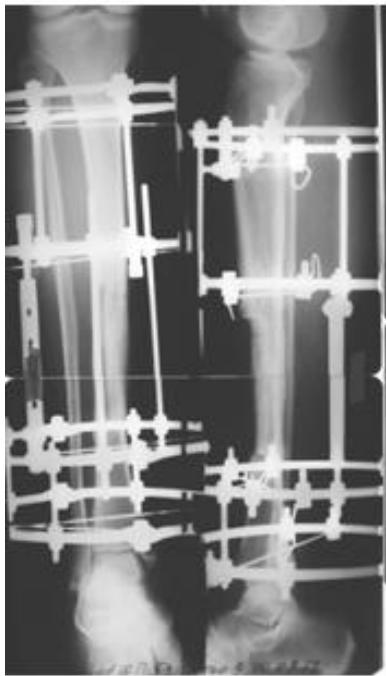


Рисунок 49. – Рентгенограмма голени в прямой и боковой проекциях больного К., 54 лет после операции. Секвестрэктомия правой большеберцовой кости, формирование отщепа средней трети правой большеберцовой кости. Остеосинтез правой голени аппаратом Илизарова

В послеоперационном периоде проводили дозированное перемещение отщепленного участка кости по 1 мм в сутки для замещения резецированного участка большеберцовой кости. После замещения дефекта большеберцовой кости, спицы, проходящие через отщепленный участок кости удалены. Через 2 месяца после операции, после достижения консолидации отщепа с большеберцовой костью аппарат снят. Достигнуто восстановление анатомо-функциональной целостности правой большеберцовой кости (рисунок.50, а - в).



Рисунок 50. – Фотография голени больного К., 54 лет (а); рентгенограммы голени в двух проекциях после замещения дефекта(б);фото б-го после окончания лечения (в)

Для изучения результатов лечения с целью оценки качества кости после замещения дефекта большеберцовой кости выполнена МСКТ голеней. В области контакта перемещенного фрагмента с материнской костью достигнуто сращение, плотность кости составляет 1078 – 1251 HU. На аксиальных срезах в зоне контакта на проксимальном уровне плотность кости составляет 1271 HU, плотность материнской кости – 1764 HU. На дистальном уровне плотность кости в зоне сращения составляет  $1164,45 \pm 423,70$  HU. Корковая пластинка имеет однородную структуру без зон резорбции (рисунок 51, а - е).

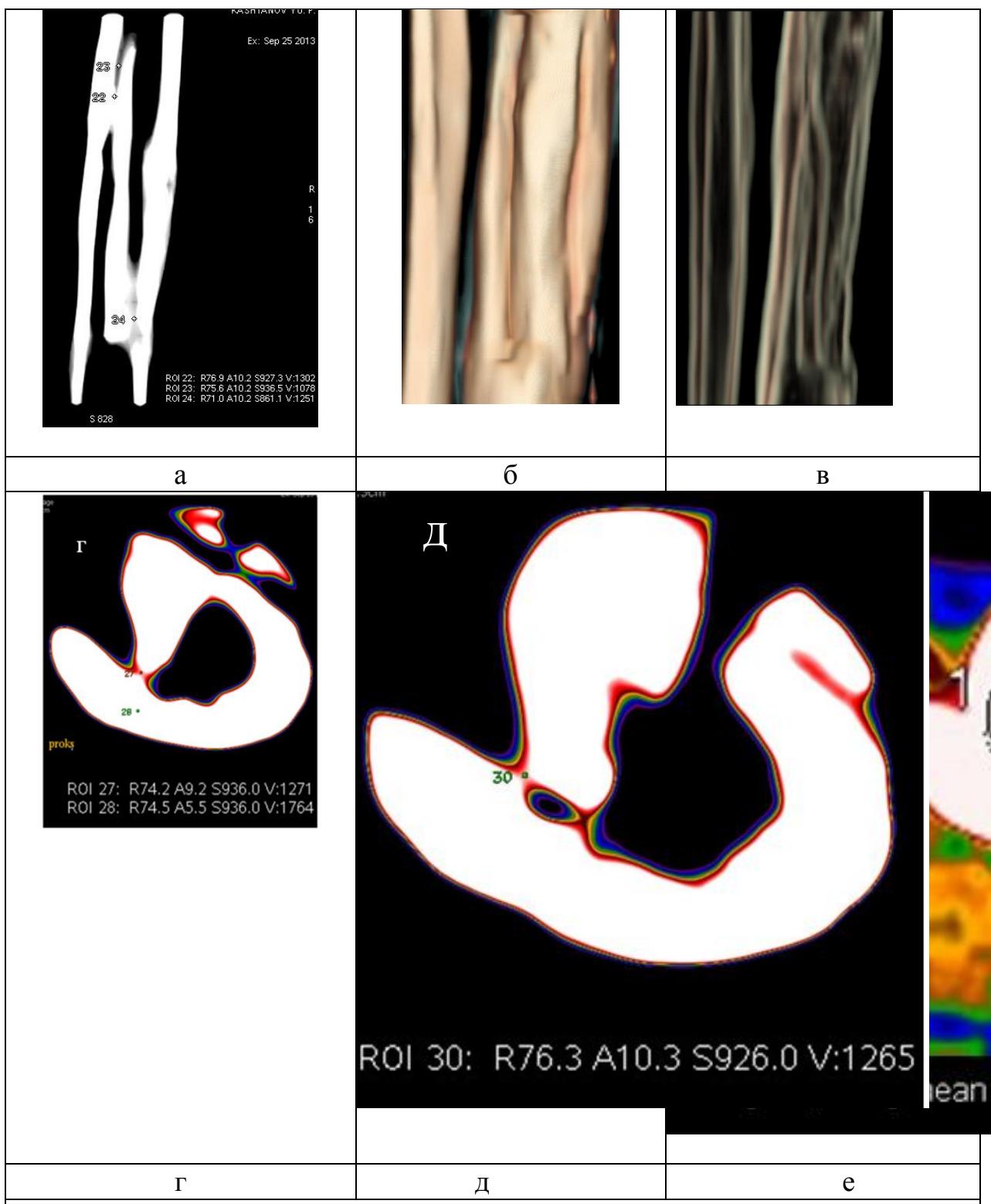


Рисунок 51. – МСКТ голеней больного К., 54 лет. МПР (а) ,VRT (б, в) ; аксиальные срезы (ColorMap): г, д - определение плотности кости в зонах сращения (точки 27, 30 ) , г – определение плотности корковой пластиинки (точка 28);е - плотности кости (зона 1)

### Резюме

Полученная методом МСКТ в предоперационном периоде у больных хроническим остеомиелитом информация дает отчетливое представление о локализации гнойно-некротического очага, характере деструкции, распространенности и границах поражения костной ткани. Важными являются данные о структуре костной ткани в различных ее участках, состояния суставов – все это позволяет получить более высокий качественный уровень дооперационной диагностики, что обеспечивает возможность выбора наиболее оптимального хирургического вмешательства и добиваться более эффективных результатов восстановительного лечения с меньшими осложнениями и в более короткие сроки. Изучение структуры кости и ее плотности не только в зоне остеомиелитического очага, но и на протяжении ее, позволяет определить зоны, наиболее благоприятные для проведения спиц. Исследование кости после окончания лечения позволяет получить данные о состоянии качества кости, отсутствия зон воспаления и резорбции, определить плотность и использовать эти данные, наряду с перечисленными выше, как критерии, позволяющие регламентировать реабилитационные мероприятия, судить об эффективности проведенного лечения.

## ГЛАВА 5. МУЛЬТИСРЕЗОВАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ. СЕМИОТИКА ХРОНИЧЕСКОГО ОСТЕОМИЕЛИТА КОСТЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХ ГОЛЕНОСТОПНЫЙ СУСТАВ И СТОПУ

### 5.1 Голеностопный сустав

Хронический остеомиелит относится к заболеваниям, при которых рентгеноанатомические изменения костей индивидуальны для каждого больного, тогда как некоторые рентгеноморфологические проявления, выявляемые методом МСКТ, патогномоничны для определенной локализации остеомиелитического процесса в кости (диафиз, метаэпифизарные отделы), и определяются объемом деструкции, давностью заболевания, характером и количеством проведенных оперативных вмешательств (Г.В.Дьячкова и др., 2013). Кроме того, следует отметить, что при любой ограниченной локализации воспаления, изменения возникали в прилежащих отделах кости, а в большинстве случаев, затрагивали всю кость и смежный сустав. В полной мере это относилось и к голеностопному суставу, когда при локализации остеомиелитического очага в дистальной трети большеберцовой кости в процесс вовлекались таранная, пятчная кости, а также кости среднего отдела стопы. В том случае, если очаг воспаления первично локализовался в костях стопы, патологические изменения выявлялись и в большеберцовой кости. Протяженность их и степень повреждения зависели от многих причин, которые указаны выше (рисунок 52)

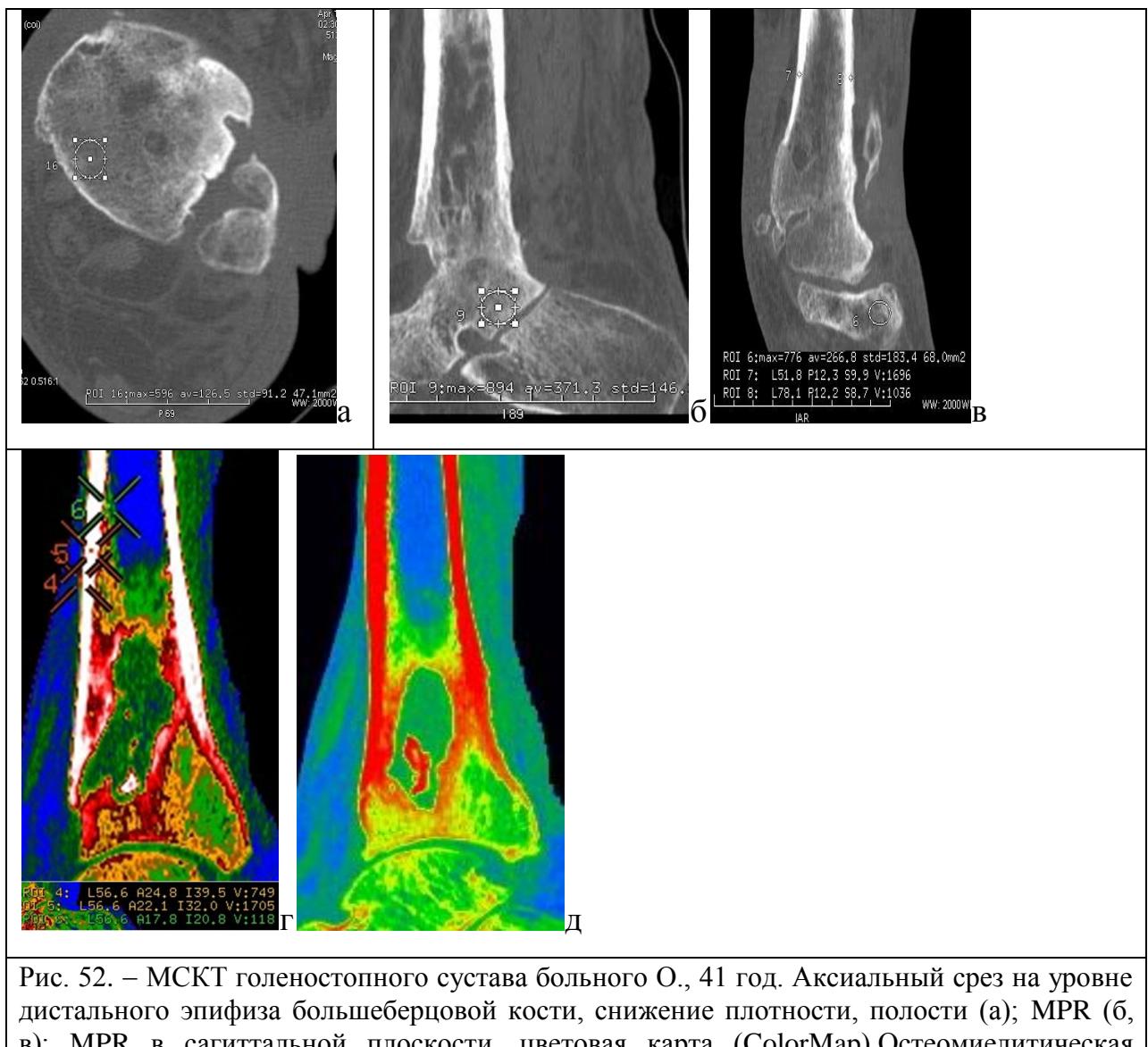


Рис. 52. – МСКТ голеностопного сустава больного О., 41 год. Аксиальный срез на уровне дистального эпифиза большеберцовой кости, снижение плотности, полости (а); МПР (б, в); МПР в сагиттальной плоскости, цветовая карта (ColorMap). Остеомиелитическая полость с секвестрами (г,д)

Остеомиелитический процесс в дистальной трети большеберцовой кости, учитывая ее участие в формировании голеностопного сустава, имел особенности, связанные с достаточно частым распространением воспаления на кости стопы, прежде всего, таранную и пятую.

В случаях, когда воспаление занимало дистальную треть голени или локализовалось на границе средней и дистальной третей, плотность кости в субхондральном отделе достигала  $227,4 \pm 63,2$  HU, а проксимальнее – на 1-1,5 см была значительно ниже, но показатели колебались в большом диапазоне ( $40,9 \pm 19,2$  HU) (таблица 11, рисунок 53).

Таблица 11.– Плотность дистального эпифиза большеберцовой кости при локализации остеомиелитического процесса в дистальной трети голени (n=24)

Зона интереса	M	m	$\sigma$	Me
Субхондральный отдел дистального эпифиза	227,4 <sup>1</sup>	12,2	63,2	234
На 1-1,5 см проксимальнее субхондральной зоны эпифиза	40,9	3,5	19,2	39,5
Внутренняя лодыжка	100,3	11,0	44,0	103,5
Корковая пластина диафиза вне остеомиелитического очага	1194,2	127,8	241,6	1260,3

Примечание: <sup>1</sup> p<0,05- статистическая достоверность отличия плотности кости в субхондральной зоне и на 1-1,5 см проксимальнее субхондральной зоны эпифиза

Наиболее выраженные изменения наступали в метафизарной зоне, где плотность кости снижалась до 40-70HU. В субхондральной области плотность была всегда выше, если там не было зон резорбции. Корковая пластина на границе очага воспаления имела неровные контуры, плотность ее значительно отличалась в различных отделах (от 895 до 1063HU). В области неправильно сросшегося перелома с очагом воспаления корковая пластина была многократно утолщена, костномозговой канал на некоторых участках склерозирован (рисунок 53).

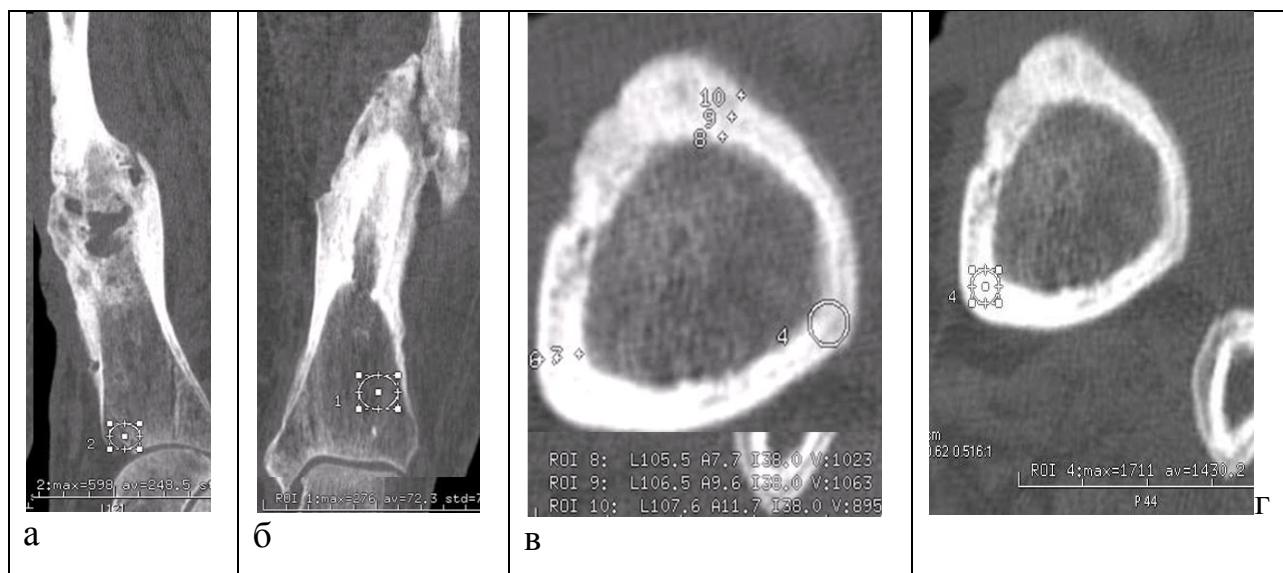


Рисунок 53. – МСКТ нижней трети костей голени больного В., 55 лет. Хронический остеомиелит. МРР в сагиттальной и фронтальной плоскостях, снижение плотности кости в области метафиза до  $70,8 \pm 7,6$  HU (а, б); Аксиальный срез, неоднородная структура корковой пластиинки (в, г)

При длительном течении хронического остеомиелита плотность кости в области метафиза уменьшалась до минимальных значений (23HU), достигая, в ряде случаев отрицательных величин (рисунок 54)

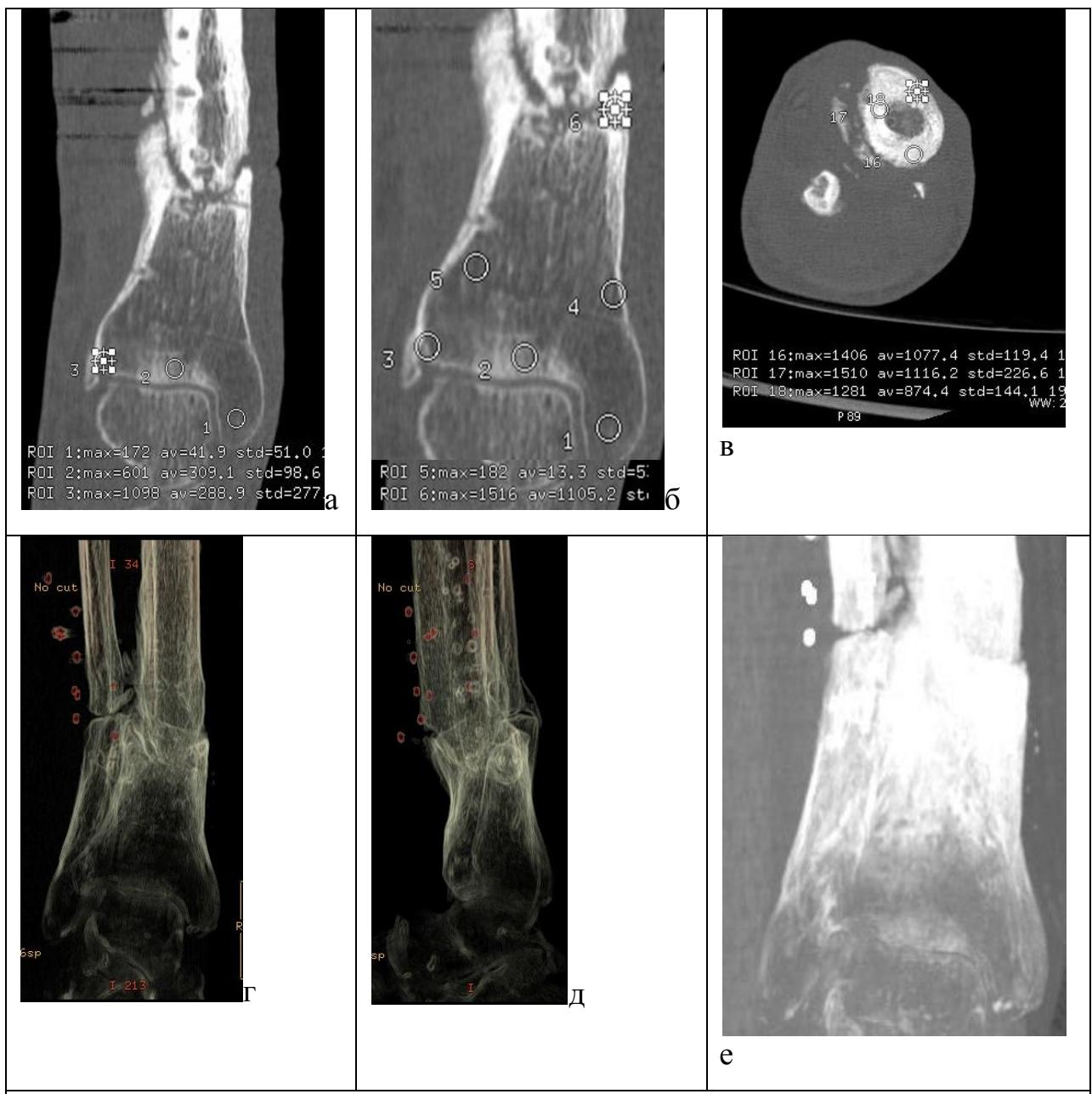


Рисунок 54. – МСКТ костей голени нижней трети больного Ч., 40 лет. МПР во фронтальной плоскости, изменение структуры метафиза большеберцовой кости, снижение плотности до  $18,9 \pm 2,6$  HU (а, б); Аксиальный срез на уровне диафиза, неоднородная структура корковой пластиинки (в); ВРТ (г, д); проекция максимальной интенсивности (МИР) (е)

Результаты исследования показали, что хронический воспалительный процесс в дистальном отделе большеберцовой кости сопровождался

несросшимися, неправильно сросшимися переломами, ложными суставами, остеомиелитическими полостями (рисунок 55).

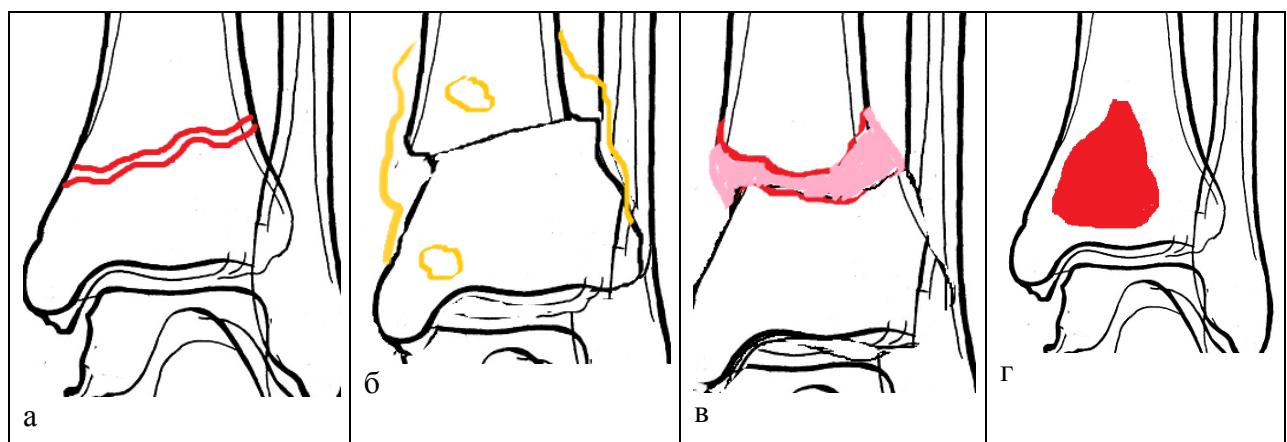


Рисунок 55. – Схема изменения кости при локализации воспалительного процесса в дистальном отделе большеберцовой кости (а- несросшийся перелом, б-неправильно сросшийся перелом, в-ложный сустав, г-остеомиелитическая полость)

Анализ данных по изучению качественных и количественных изменений кости при локализации остеомиелитического процесса в дистальной трети большеберцовой кости позволил определить основные показатели, характерные для различной степени тяжести поражения кости, которые представлены в таблице 12.

Таблица 12. – Критерии оценки качества кости у больных хроническим остеомиелитом костей голени при локализации воспалительного процесса в дистальной трети

1	2	3	4
Плотность дистального эпифиза большеберцовой кости при локализации остеомиелитического процесса в дистальной трети голени	150-200HU Снижена	Значительно снижена 100-150HU	Резко снижена 50-100HU

## Продолжение таблицы 12

1	2	3	4
Архитектоника дистального эпифиза большеберцовой кости при локализации остеомиелитического процесса в дистальной трети голени	Груботрабекулярное строение с зонами повышенной плотности и резорбции	Утолщенные, продольно расположенные группы костных трабекул, разделенные зонами резорбции	Груботрабекулярное, крупнопетлистое строение с обширными зонами резорбции, полостями различной формы и размеров, участками уплотнения
Плотность дистального эпифиза большеберцовой кости при локализации остеомиелитического процесса в дистальной трети голени	Снижена 150-200HU	Значительно снижена 100-150HU	Резко снижена 50-100HU
Плотность таранной кости при локализации остеомиелитического процесса в дистальном отделе большеберцовой кости	Нормальная или умеренно снижена 250-350 HU	Значительно снижена 180-250 HU	Резко снижена 100-180HU
Архитектоника таранной кости при локализации остеомиелитического процесса в дистальном отделе большеберцовой кости	Мелкотрабекулярное строение с отдельными зонами повышенной плотности	Мелкотрабекулярное строение с участками груботрабекулярного, распространенными зонами повышенной плотности и участками резорбции	Груботрабекулярное строение с зонами повышенной плотности и резорбции

Примечание: К1 – умеренное нарушение качества кости – 4 больных

К2 – значительное нарушение качества кости – 8 больных

К3 – выраженное нарушение качества кости – 13 больных

Остеомиелит большеберцовой кости в дистальной трети у пяти больных сопровождался несросшимися, неправильно сросшимися переломами и ложными суставами (рисунок 56).



Рисунок 56. – МСКТ голеностопного сустава больного Ж., 33 лет. Аксиальный срез (а), МПР (б, в), 3D с обработкой на фильтре (г). Неправильно сросшийся перелом костей голени в нижней трети, хронический остеомиелит нижней трети правой голени

У 5 больных в дистальном отделе большеберцовой кости формировались полости, размеры которых варьировали от 2 см на 0,7 до 6,4 см на 1,8 см. У всех больных полость сообщалась с мягкими тканями, корковая пластина имела различной протяженности дефекты, многослойное строение, плотность ее была снижена. У данного больного – до  $885,9 \pm 231,3$  HU. Субхондральный слой содержал участки более плотной структуры и плотность кости в данной области достигала 225-400 HU (рисунок 57).



Рисунок 57. – МСКТ костей голени нижней трети больного хроническим остеомиелитом. Аксиальный срез (а); МПР во фронтальной и сагиттальной плоскостях, остеомиелитическая полость с дефектом корковой пластиинки (б, в)

При длительном течении остеомиелитического процесса в прилежащих отделах прогрессировали склеротические изменения, плотность в дистальном отделе большеберцовой кости составляла 500-900HU. Зоны склероза чередовались с участками резорбции, что приводило к значительным рентгеноморфологическим изменениям в костях, образующих голеностопный сустав. Конгруэнтность сустава нарушена, таранная кость имеет груботрабекулярное строение (рисунок 58).

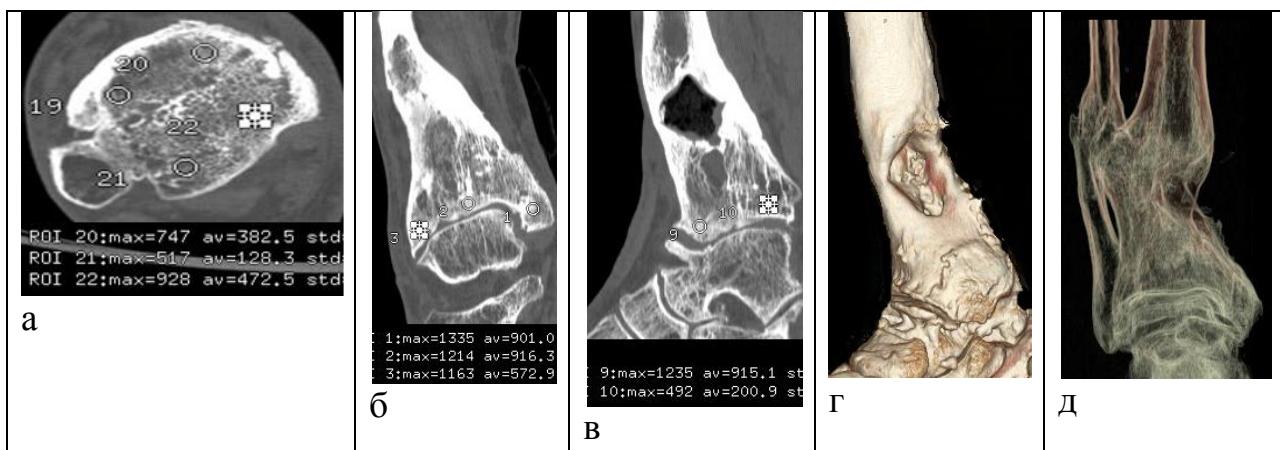


Рисунок 58. – МСКТ голеностопного сустава больного В., 60 лет. Аксиальный срез, участки уплотнения кости и зоны резорбции (а), МРР, выраженное нарушение структуры дистального отдела большеберцовой кости: остеомиелитическая полость. Нарушение органотипического строения таранной кости (б, в), объемная реформация (г, д). Хронический посттравматический остеомиелит правой большеберцовой кости в нижней трети. Остеомиелитическая полость. Остеоартроз голеностопного сустава

Размер полости в дистальном отделе большеберцовой кости у больного В., 43 лет при измерении ее на аксиальном срезе достигал 3,6x 2,0 см, на МРР во фронтальной плоскости до 4,0 см. Выраженная периостальная реакция и зоны склероза и резорбции вокруг полости (рисунок 59).



Рисунок 59. – МСКТ голеностопного сустава больного В., 43 лет. Аксиальные срезы, остеомиелитическая полость (15,3 мм-36,5мм) (а), МРР (б, в), 3D с реконструкцией (г). Хронический посттравматический остеомиелит левой большеберцовой кости в нижней трети. Остеомиелитическая полость- 4,2 см (стрелка)

Фиксация перелома дистального отдела большеберцовой кости накостными пластинами, приведшая к остеомиелиту, сопровождалась выраженным изменениями большеберцовой кости, а также костей стопы. Плотность дистального отдела большеберцовой кости снижена до  $112,3 \pm 6,4$  HU, а плотность таранной кости в одном из участков составляла 31,2 HU, структура представлена груботрабекулярным рисунком костных трабекул с зонами резорбции. Это один из всех случаев, когда плотность таранной кости была снижена до  $29,8 \pm 4,7$  HU на довольно большом участке. Перелом дистального метаэпифиза привел к дисконгруэнтности в голеностопном суставе, дефектам субхондрального слоя таранной кости и изменению ее архитектоники со значительным снижением плотности (рисунок 60).

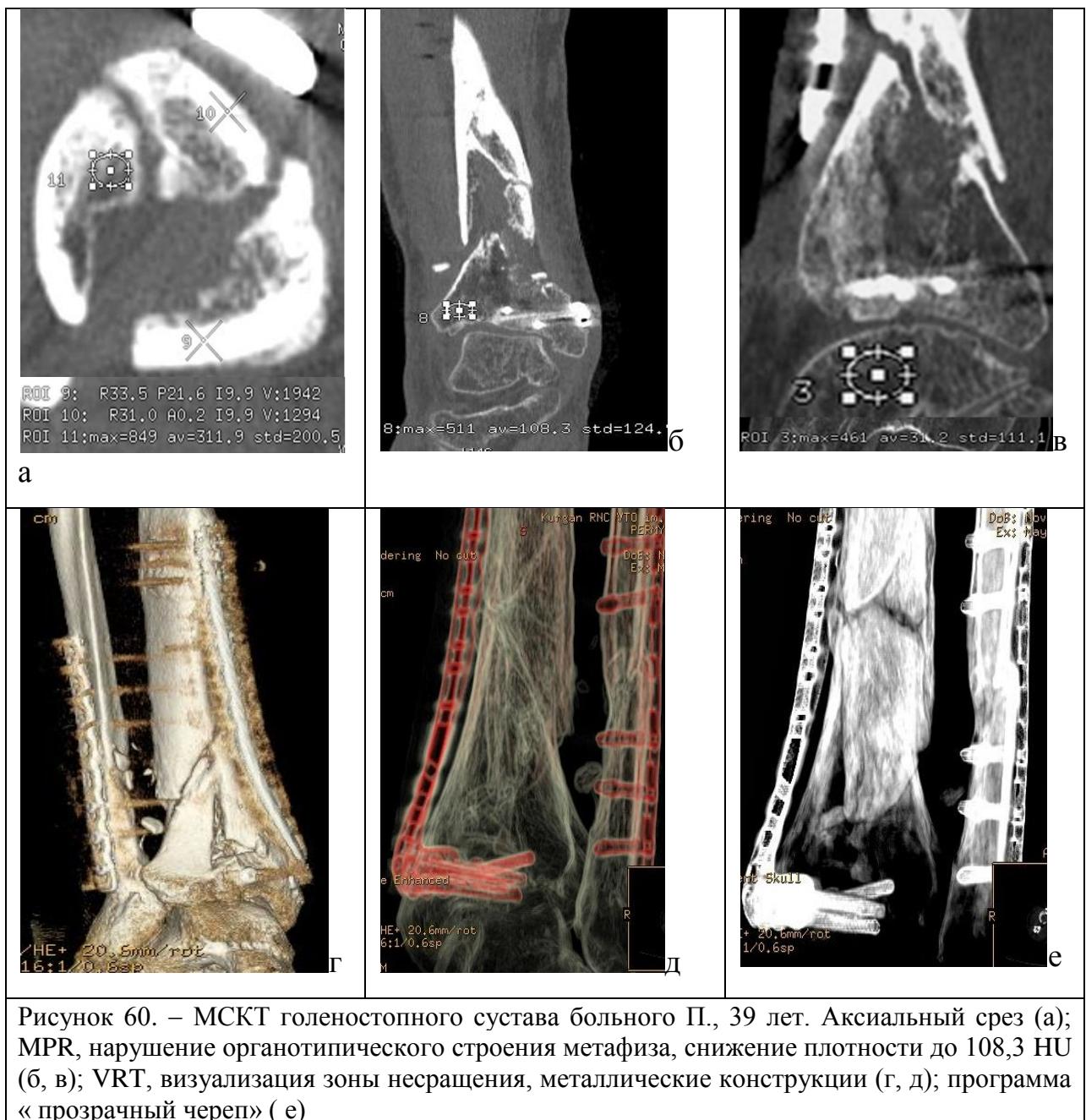


Рисунок 60. – МСКТ голеностопного сустава больного П., 39 лет. Аксиальный срез (а); МПР, нарушение органотипического строения метафиза, снижение плотности до 108,3 НИ (б, в); VRT, визуализация зоны несращения, металлические конструкции (г, д); программа «прозрачный череп» ( е)

Таблица 13. – Плотность дистального эпифиза большеберцовой кости при локализации остеомиелитического процесса в дистальной трети голени (n=24)

Зона интереса	M	m	$\sigma$	Me
Субхондральный отдел	227,4	12,2	63,2	234
На 1-1,5 см выше субхондральной зоны	40,9	3,5	19,2	39,5
Внутренняя лодыжка	100,3	11,0	44,0	103,5
Корковая пластинка диафиза вне остеомиелитического очага	1194,2	127,8	241,6	1260,3

У четырех больных воспалительный процесс локализовался в непосредственной близости с голеностопным суставом, результате чего сустав был разрушен. Корковая пластина имела слоистое строение, зональность ее была нарушена, плотность в участках, где не было зон резорбции, достигала 1500-1600HU (рисунок 61).

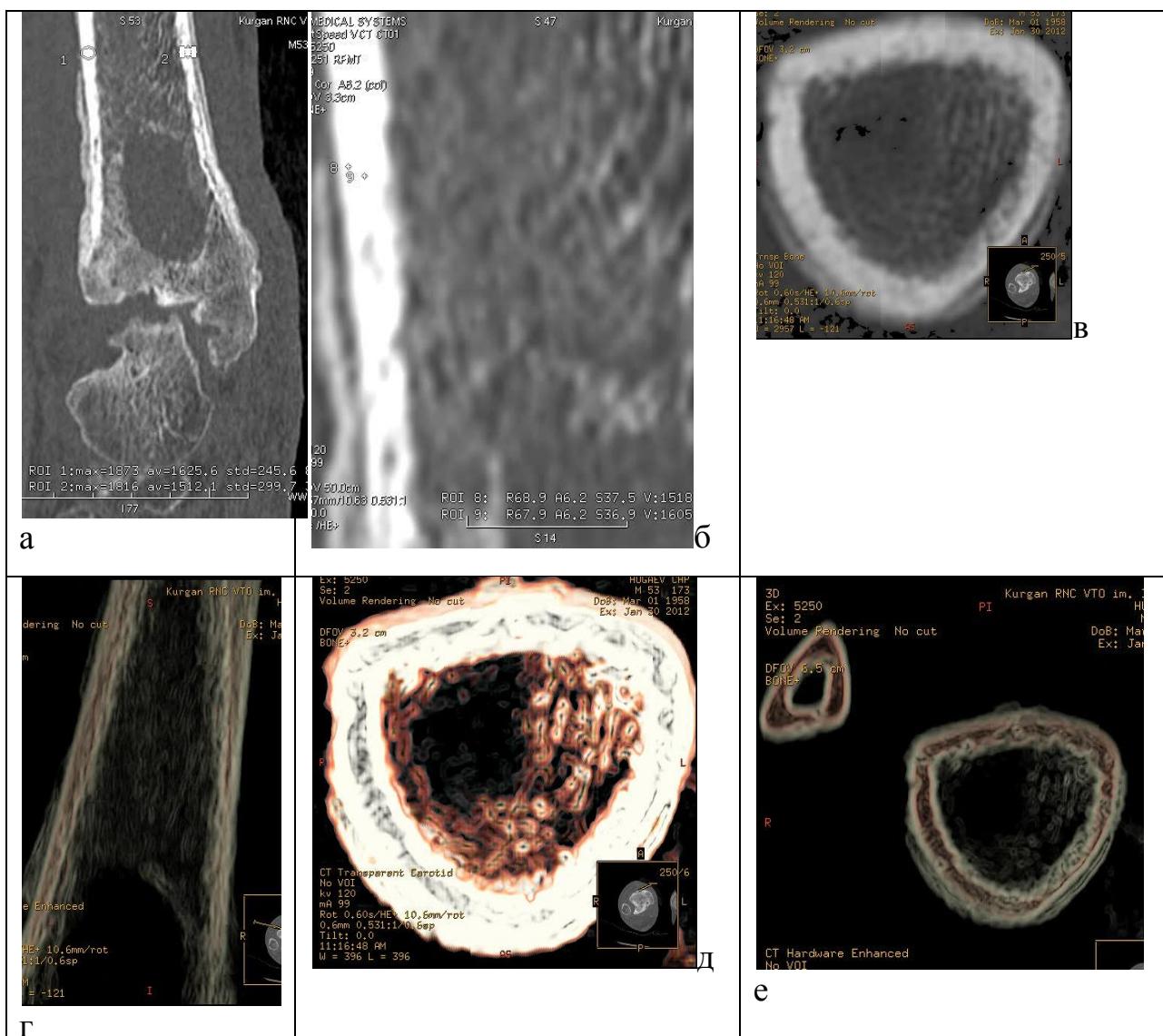


Рисунок 61. – МСКТ нижней трети костей голени больного Х., 57 лет. МПР (а, б); аксиальный срез (в);VRT (г, д, е) - визуализация различных слоев корковой пластиинки

Разрушение голеностопного сустава у двух больных проявлялось расширением суставной щели, неровными, «изъеденными» контурами суставных поверхностей, зонами резорбции, уменьшением плотности кости.

У двух больных хронический остеомиелит привел к дефекту дистального отдела большеберцовой и таранной костей, у одного - к анкилозу голеностопного и подтаранного суставов. В этих случаях изменения рентгеноанатомических и рентгеноморфологических параметров были максимальными, характеризовались полным нарушением анатомии голеностопного сустава, дефектами костей, выраженными резорбтивными процессами, уменьшением плотности костей, массивной периостальной реакцией, утолщением и нарушением структуры корковой пластиинки (рисунок 62).



Рисунок 62. – МСКТ голеностопного сустава больной С., 42 лет. Аксиальный срез (а), МРР (б), 3D(в), 3D с обработкой на фильтре (г). Хронический посттравматический остеомиелит левой большеберцовой кости в нижней трети. Межберцовое синостозирование. Псевдоартроз между пятонной и большеберцовой костью

Наличие остеопороза в таранной кости имело место у 16 больных с локализацией остеомиелитического очага в дистальной трети большеберцовой кости. В норме рентгеновская плотность таранной кости, которая имеет выраженное мелкочаечистое строение с плотно расположенными трабекулами, составляет 400-410 HU, тогда как у 22 больных она колебалась от 130 до 280 HU с уменьшением ее в зонах

резорбции до отрицательных значений. Средние значения составили  $208 \pm 76$  HU (n=24). (рисунок 63).



Рисунок 63. – МСКТ голеностопного сустава больного А., 16 лет. МРР (а, б- снижение плотности таранной кости до 106,4HU; проекция максимальной интенсивности (МIP) (в); ВРТ (г)

Плотность пятонной кости была значительно ниже, составляя  $105 \pm 69$  HU, достоверно отличаясь от плотности таранной ( $p < 0.05$ ). У 4 больных голеностопный сустав был разрушен, у двух из них - с дефектом дистального отдела большеберцовой и таранной костей. Плотность таранной кости у трех больных была выше нормальных показателей, особенно в субхондральном отделе, однако и у данных больных имелись различные по площади зоны резорбции. Конкремценция таранной и пятонной костей отмечена у трех больных. Изменения в структуре пятонной кости имели место у всех больных, однако степень их крайне отличалась: от появления небольших по протяженности зон груботрабекулярного строения в области пятонного бугра до полного исчезновения типичной архитектоники (аркад) на фоне крайне выраженных анатомических изменений таранной и пятонной костей (рисунок 64).

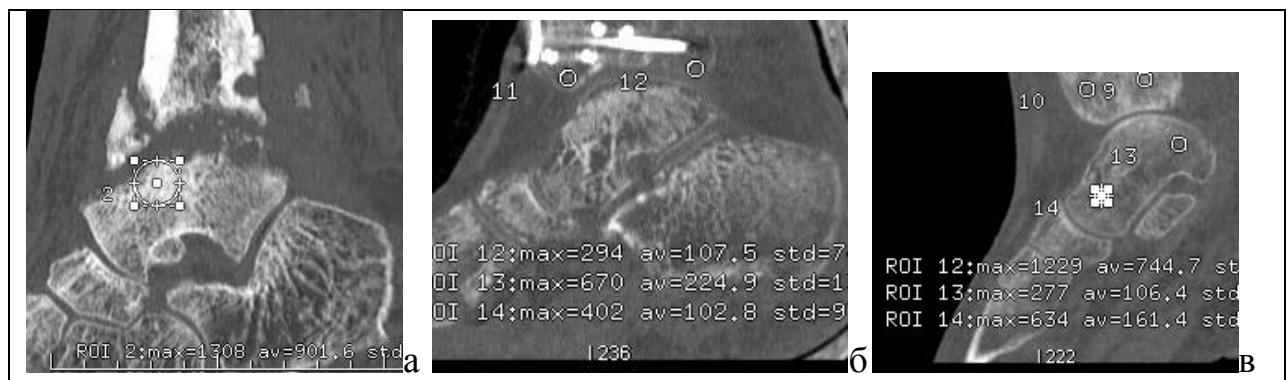


Рисунок 64. – МСКТ голеностопного сустава больного К., 54 лет; больного Щ. 58 лет; больного А., 16 лет. Хронический остеомиелит дистального отдела большеберцовой кости и стопы. МПР в сагиттальной плоскости, нарушение структуры таранной и пятонной костей, участок склероза в таранной кости- 901,6НУ ( зона измерения плотности 2)

На рисунке 65. Приведены данные о плотности таранной и пятонной костей у больных хроническим остеомиелитом дистального отдела большеберцовой кости.

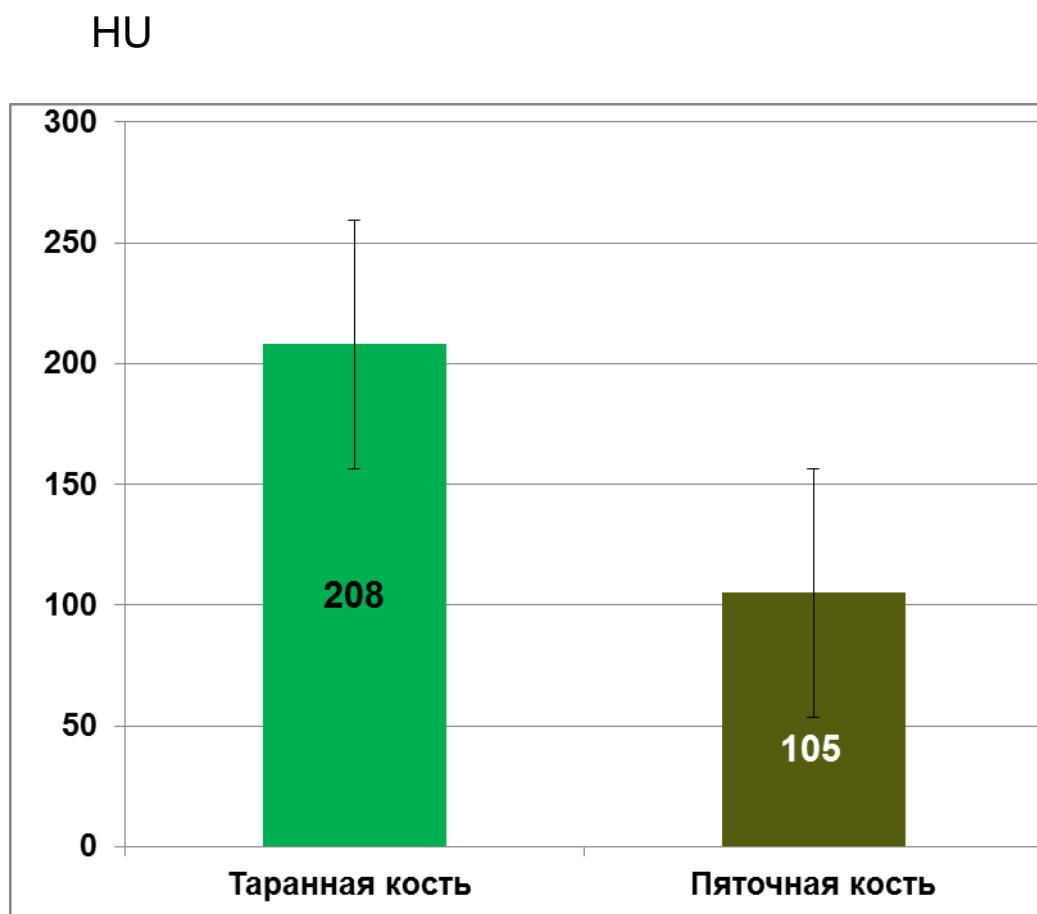


Рисунок 65. – Плотность таранной и пятонной костей у больных хроническим остеомиелитом дистального отдела большеберцовой кости

## 5.2 Кости стопы

Из 23 больных хроническим остеомиелитом костей стопы у 22 имел место остеомиелит таранной и пятонной костей. Основные варианты анатомических изменений таранной и пятонной костей представлены на рисунке 66.



Рисунок 66. - а- перелом, посттравматический остеонекроз таранной кости в сочетании с резко выраженной остеопенией пятонной кости при условии сохранения ее целостности; б- обширный дефект тела и бугра пятонной кости в результате остеомиелитической деструкции в сочетании с реактивным остеосклерозом переднего отдела пятонной кости и остеопенией таранной кости; в- остеомиелитический дефект тела таранной кости в сочетании с анкилозом эпифиза большеберцовой кости и блока таранной кости; г- дефект пятонного бугра, костный анкилоз таранной и пятонной костей

Поскольку хронический остеомиелит таранной и пятонной костей, имеющих строение губчатой кости, отличается длительным течением, с многократными рецидивами, рентгеноморфологические изменения в них отличаются выраженным полиморфизмом, но всегда происходят сочетанно и сопровождаются нарушениями органотипического строения (дефектами, деформациями, анкилозами), а также изменением средних значений плотности таранной и пятонной костей (остеосклерозом или остеопенией). Изменения распространяются и на дистальный отдел большеберцовой кости, где выявляется снижение плотности в эпиметафизарном отделе до 24-166HU, корковой пластинки до 900-930HU(рисунок 67).

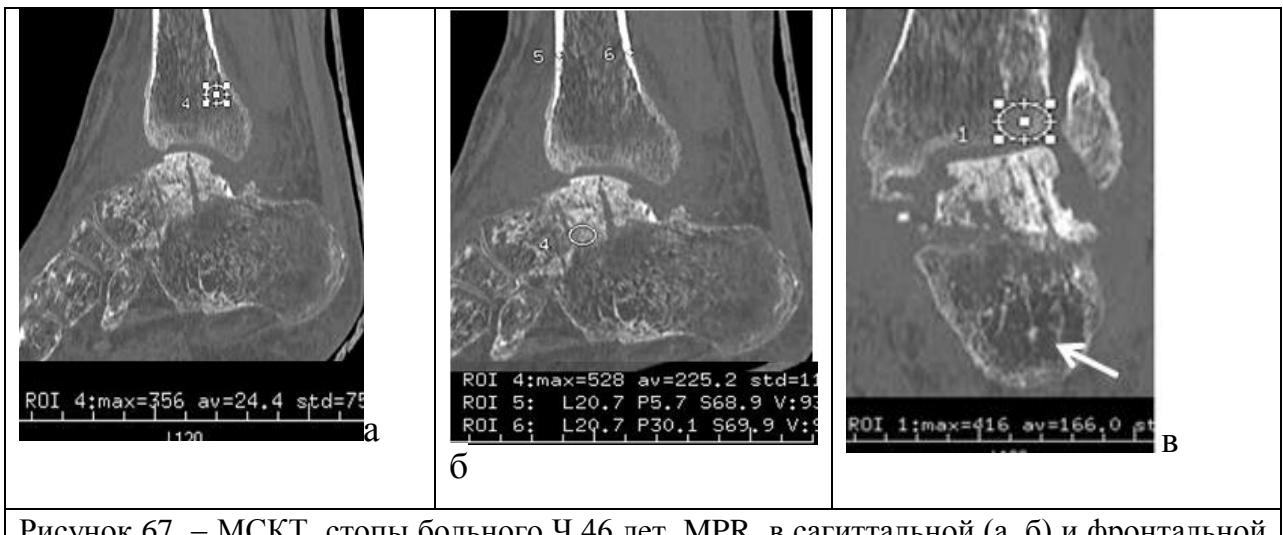


Рисунок 67. – МСКТ стопы больного Ч, 46 лет. МПР в сагиттальной (а, б) и фронтальной плоскости (в). Полное отсутствие органотипического строения таранной и пятонной костей, обширные зоны резорбции в области пятонной кости (стрелка)

Анализ плотности таранной и пятонной костей у больных хроническим остеомиелитом костей стопы показал, что максимальные изменения плотности характерны для пятонной кости, тогда как плотность таранной не уменьшалась до величин менее 230HU, что мы связываем с особенностями строения таранной кости и ее исходной плотностью, которая составляет не менее 400HU (таблица 14)

Таблица 14. – Плотность таранной и пятонной костей у больных хроническим остеомиелитом, HU

Зона интереса	M	m	$\sigma$	Me
Таранная кость	228,36	14,7	65,32	210
Пяточная кость-в области тела <sup>*</sup>	105,28	11,2	69,47	110
-в области пятонного бугра	28,17	9,3	10,21	-

Примечание: <sup>\*</sup> у пяти больных в области тела пятонной кости (в области, прилежащей к подтаранному суставу) плотность составляла 250-300HU, поскольку в этой зоне располагались утолщенные костные трабекулы из системы проксимальной аркады)

При возникновении хронического остеомиелита костей стопы, который в анализируемой группе больных локализовался или в таранной или в пятонной костях, рентгеноморфологические, а, в ряде случаев, и

рентгеноанатомические изменения распространялись на остальные кости стопы или дистальный отдел большеберцовой. Так, у больного Б., 49 лет в результате остеомиелита таранной кости сформировался анкилоз голеностопного сустава. Кроме таранной, деструкция отмечена в ладьевидной кости, изменения архитектоники отмечены во всех костях стопы. В пятонной кости практически отсутствуют аркады, расположенные под опорой таранной кости и отходящие от подошвенной поверхности тела пятонной кости к пятонному бугру. Поскольку таранная кость относится к коротким губчатым костям, несет наибольшую нагрузку при опоре на стопу, строение ее отличается от других костей. Прежде всего, она имеет мелкотрабекулярное строение с наименьшим размером ячеек, плотно расположеными костными трабекулами, а плотность ее в норме составляет 400-410 HU. При возникновении в таранной кости остеомиелита плотность ее не уменьшается ниже 190-200 HU, кроме того, в структуре таранной кости определяются очаги уплотнения с плотностью в 280-280 HU, тогда как в дистальном метафизе большеберцовой кости плотность уменьшается до 20-30 HU, снижаясь в ряде случаев до отрицательных величин (рисунок 68).

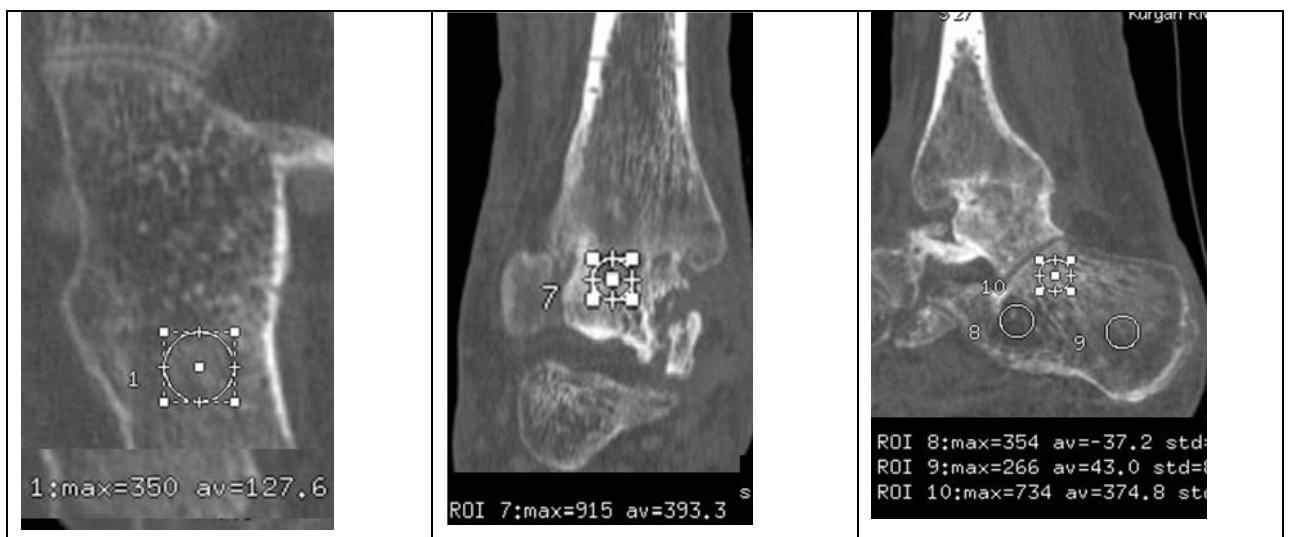


Рисунок 68. – МСКТ стопы больного Б., 49 лет. Хронический остеомиелит. Аксиальный срез (а); МПР во фронтальной (б) и сагittalной плоскостях (в,г). Участок склероза в пятонной кости – зона измерения 10, снижение плотности в области пятонного бугра (в);

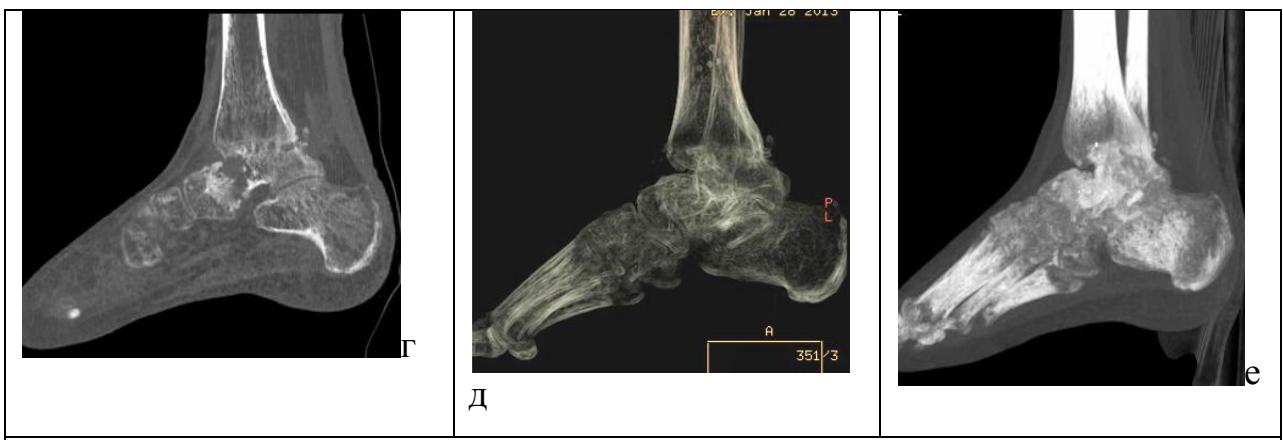


Рисунок 68. – МСКТ стопы больного Б., 49 лет. Хронический остеомиелит. МПР (г), ВРТ (д), проекция максимальной интенсивности (МИР) (е)

Поскольку архитектоника пятонной кости отличалась от таранной, содержала участки низкой плотности, широкие межаркадные промежутки, почти у всех больных хроническим остеомиелитом возникали ее дефекты, в основном тела и пятонного бугра. Архитектоника и плотность таранной кости в этих случаях изменялась, но до критических показателей не уменьшалась, составляя 160-260HU (рисунок 69).

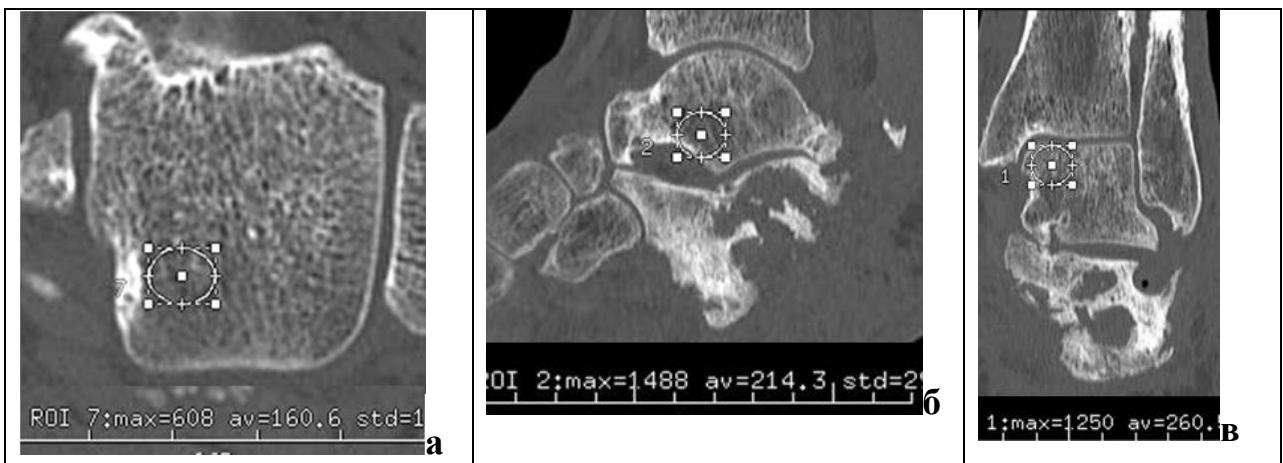


Рисунок 69. – МСКТ стопы больного С., 49 лет. Аксиальный срез (а); МПР в сагиттальной и фронтальной плоскостях (б, в). Плотность таранной кости снижена до 214,3- 260,5 HU. Дефект и полости в пятонной кости

При длительном течении остеомиелитического процесса формировались дефекты пятонной кости, конкресценция ее с таранной костью, как у больного К., 46 лет: архитектоника костей нарушена, крупно-ячеистое

строение чередовалось с бесструктурными зонами, зонами склероза, участками разрежения и резорбции (рисунок 70).

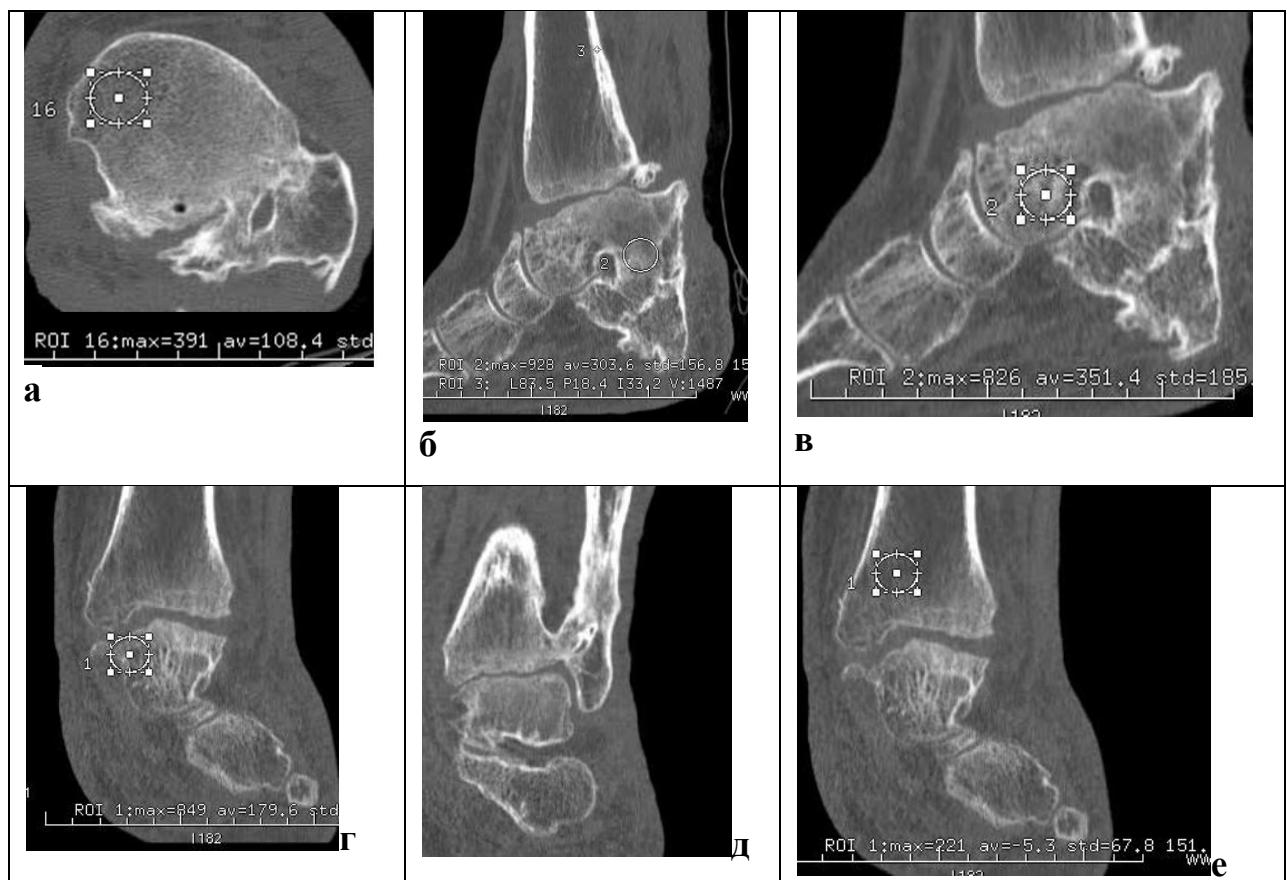


Рисунок 70. – МСКТ стопы больного К.. 46 лет. Хронический остеомиелит костей голени и стопы. Аксиальный срез (а); МПР (а, б, в, г, д, е.)

В ряде случаев наряду с выраженными изменениями формы пятонной кости полностью отсутствовала органотипическая трабекулярная структура, весь объем пятонной кости был представлен относительно гомогенным (матовым) склерозированным костным веществом. Таранная кость в этих случаях также подвергалась значительным структурным изменениям, однако, как указывалось выше, плотность ее уменьшалась не более чем до 200НУ (рисунок 71).

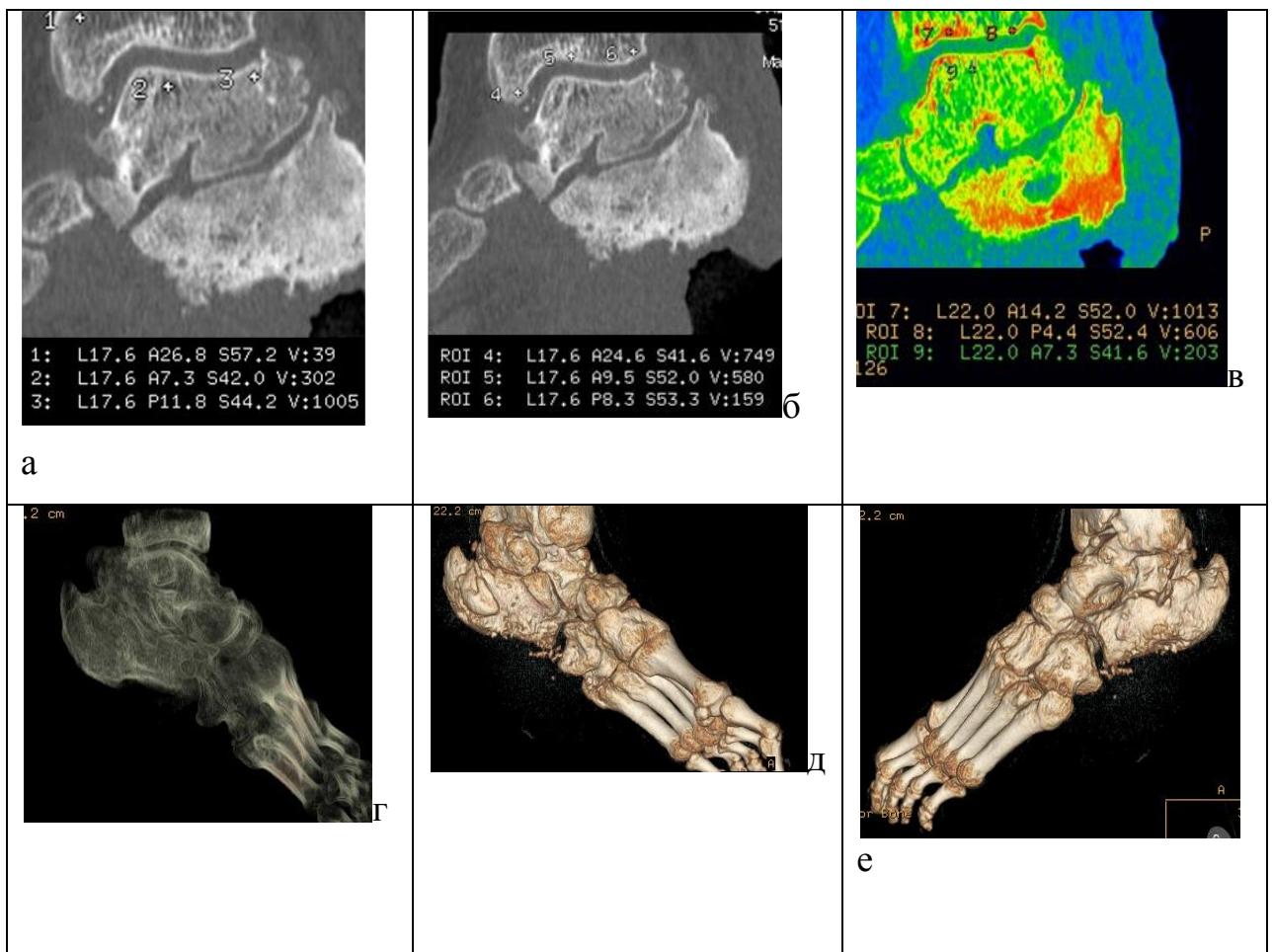


Рисунок 71. – МСКТ стопы больного Е., 25 лет. МПР, участки склероза и зоны резорбции в таранной кости, дефект и склерозирование пятонной кости (а, б); МПР, ColorMap (в); объемная реформацияVRT (г, д, е)

У двух больных было выявлено распространение остеомиелитического процесса с пятонной и таранной костей на кости среднего отдела стопы (ладьевидную, кубовидную, клиновидные), с разрушением их смежных отделов и значительными анатомическими деформациями. В данных случаях была полностью нарушена архитектоника костей, зоны уплотнения чередовались с зонами разрежения костного вещества, в таранной кости плотность в отдельных участках достигала 640-780HU, в некоторых была снижена до 140 HU. Как и в предыдущих случаях в таранной кости не было выявлено выраженных явлений остеопороза, тогда как в дистальном отделе большеберцовой кости плотность была снижена до отрицательных значений (-48HU) (рисунок 72).

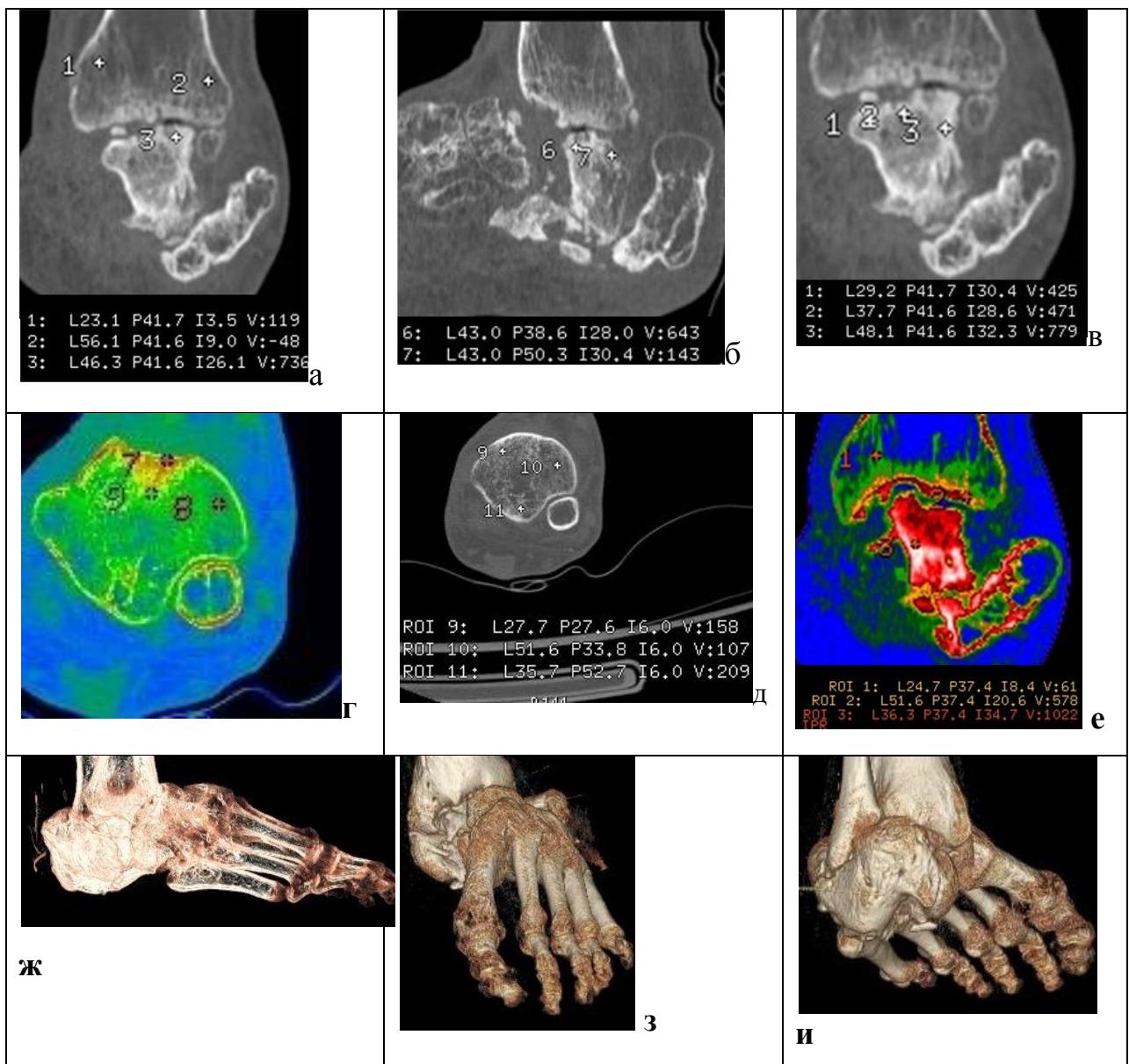


Рисунок 72. – МСКТ костей стопы больного К., 39 лет. Хронический остеомиелит. МPR, изменение структуры таранной и большеберцовой кости, снижение плотности (а, б, в); аксиальные срезы на уровне метафиза большеберцовой кости (г, д, ColorMap-г); МPR, ColorMap (е); VRT (ж, з, и)

Обобщение данных о плотности таранной и пятонной костях и их архитектонике позволило предложить критерии оценки качества костей стопы при локализации в них остеомиелитического процесса (таблица 15).

Таблица 15. – Критерии оценки качества кости у больных хроническим остеомиелитом костей стопы

Показатели для оценки качества кости	Критерии оценки качества кости		
	K1	K2	K3
Плотность таранной кости при локализации остеомиелитического процесса в костях стопы	Умеренно снижена 230-300 HU	Значительно снижена 170-220 HU	Резко снижена 100-170 HU
Архитектоника таранной кости при локализации остеомиелитического процесса в костях стопы	Мелкотрабекулярное с зонами резорбции и склероза	Мелкотрабекулярное строение с распространенными зонами повышенной плотности и участками резорбции	Мелко и грубо трабекулярное, крупнопетлистое строение с участками уплотнения
Плотность пятонной кости при локализации остеомиелитического процесса в костях стопы	Снижена Тело – 160-240 HU Пяточный бугор 30- 40 HU	Значительно снижена Тело – 110-160 HU Пяточный бугор 10-30 HU	Резко снижена Тело 100-110 HU Пяточный бугор - 20-(-60 HU)
Архитектоника пятонной кости при локализации остеомиелитического процесса в костях стопы	Частичное сохранение аркад, разделенных неширокими зонами резорбции	Отсутствие передней и дистальной аркад	Полное нарушение органотипического строения

Примечание: K1 – умеренное нарушение качества кости – 3 больных

K2 – значительное нарушение качества кости – 5 больных

K3 – выраженное нарушение качества кости – 17 больных

### Резюме

Хронический остеомиелит костей, образующих голеностопный сустав и стопу, выявлен у 25 больных, обследованных методом мультирезовой компьютерной томографии. Рентгеноморфологические проявления хронического остеомиелита заключались в снижении плотности кости, нарушении органотипической структуры, выраженной периостальной реакции, наличиями зон склероза и резорбции. При наличии ложного сустава имелись его характерные признаки - замыкательные пластиинки, склерозирование концов костных фрагментов. Неправильно сросшиеся переломы приводили к выраженной деформации и массивной периостальной реакции. Одним из самых тяжелых осложнений хронического остеомиелита дистальной трети большеберцовой кости было распространение воспаления на голеностопный сустав, что имело место у практически всех больных с данной локализацией остеомиелита, однако характер изменений сустава имел значительные отличия. В наиболее тяжелых случаях (пять больных) отмечался дефект большеберцовой и таранной костей, анкилоз сустава, ложный сустав. В остальных случаях заинтересованность таранной и пятитной костей проявлялась выраженным остеопорозом, изменением структуры от появления небольших по протяженности зон груботрабекулярного строения в области пятитного бугра до полного исчезновения типичной архитектоники (аркад) на фоне крайне выраженных анатомических изменений таранной и пятитной костей. У трех больных имела место конкремценция таранной и пятитной костей. Наличие остеопороза в таранной кости имело место у 22 больных с локализацией остеомиелитического очага в дистальной трети большеберцовой кости. В норме рентгеновская плотность таранной кости, имеющей выраженное мелкоячеистое строение с плотно расположенными трабекулами, составляла 400-410 HU, тогда как у 22 больных она колебалась от 130 до 280HU с уменьшением ее в зонах резорбции до отрицательных значений. Средние значения составили  $208 \pm 76$  HU (n=29). Только у одного больного плотность

таранной кости была снижена до 30 HU в связи с выраженным изменениями в голеностопном суставе. У четырех больных остеомиелитический процесс в дистальной трети большеберцовой кости сопровождался образованием остеомиелитической полости, что приводило к значительным рентгеноанатомическим и рентгеноморфологическим изменениям в голеностопном суставе. Хронический остеомиелит таранной и пятонной костей, имеющих строение губчатой кости, отличался длительным течением, многоократными рецидивами, а рентгеноморфологические изменения в них характеризовались выраженным полиморфизмом, сопровождались снижением плотности таранной и пятонной костей, отсутствием органотипического строения в них. Изменения распространялись и на дистальный отдел большеберцовой кости, где выявлялось снижение плотности в эпиметафизарном отделе до 24-166HU, корковой пластинки до 900-930HU. В ряде случаев органотипическое строение пятонной кости полностью отсутствовало наряду с выраженным анатомическими изменениями (дефект). Таранная кость в этих случаях также подвергалась значительным изменениям, однако, как указывалось выше, плотность ее не уменьшалась более чем до 200HU.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на постоянное совершенствование методов диагностики и лечения, хронический остеомиелит остается одним из самых распространенных и тяжелых заболеваний опорно-двигательного аппарата человека (Борисов И.В., 2007; Бабовников А.В. с соавт., 2009; Е.А. Буллыгина Е.А., 2010; Клюшин Н.М., 2015; Perron A.D. et. al., 2003; Lazzarini L. et al., 2004; Betlejewski S.J., 2007; Calhoun H. et al., 2009) Длительно существующий хронический гнойно-некротический процесс, сопровождающийся чередованием обострений и ремиссии, нарушение опороспособности и функции конечности приводят к патологическим изменениям практически во всех анатомических и структурных образованиях сегмента и конечности в целом (Гостищев В.К., Малышев Е.С. и соавт., 2001; Кармазановский Г.Г., 2013; Клюшин Н.М., 2015; Girschick H. J. et. al., 2007). Практический опыт показывает, что при проведении хирургического вмешательства на остеомиелитическом очаге нередко сложно определить четкую границу между пораженной и здоровой костью (Клюшин Н.М., с соавт., 2011; Клюшин Н. М. с соавт., 2015). Необходимое соблюдение одного из ключевых принципов гнойной остеологии: радикальность в отношении некротической ткани и сберегательное в отношении к непораженной костной ткани, в настоящее время должно быть обеспечено не только опытом хирурга, но и с обязательным использованием современных технологий визуализации жизнеспособности тканей (Завадовская В.Д. с соавт., 2004; Gotthardt R.F., 2010; Wang G.L. et al., 2010; Hiasa K. et al., 2011; Capozza M. et al., 2013). Длительное течение заболевания, многочисленные хирургические вмешательства, ограничение функциональной нагрузки на конечность, приводят к многочисленным изменениям не только в зоне воспалительного очага, но и в окружающих тканях. В связи с этим возникает необходимость оценки качества кости, тех областей сегмента конечности, которые будут участвовать в избранной методике лечения (Гостищев В.К. с соавт., 2009, 2010; Boskey A.L. et al., 2011). Термин "качество кости" используется в

литературе более 15 лет, однако, его значение четко не сформулировано (Wallach S., et al., 1992; Watts N.B., 2002; Tommasini S.M. et al., 2005; Compston J., 2006; Guo X.E., 2008). Что касается ортопедии и, в частности, хронического остеомиелита, то изучение многих параметров кости (ее плотности, архитектоники, анатомических особенностей, оценка качества) современными методами диагностики подробно не проводилось (Вовк Е.А., 2010; Ikpeme I.A., et al., 2010; Van der Bruggen W. et al., 2010; Palestro C.J. et al., 2012).

Основанием для выполнения диссертации служат исследования отечественных и зарубежных авторов в области совершенствования лучевой диагностики хронического остеомиелита и качества кости (Вовк Е.А., 2010; Дьячкова Г.В. с соавт., 2011; 2013; Кармазановский Г.Г., Косова И.А., 2013; Balanika A.P. et al., 2009; Van der Bruggen W. et al., 2010; Wang G.L. et al., 2011; Gotthardt M., et al., 2013; Bires A.M. et al., 2015)

Мультирезовая компьютерная томография (МСКТ) в настоящее время широко применяется для исследования патологических изменений в опорно-двигательной системе, в том числе и при хроническом остеомиелите (Rubin G.D., 2014). Однако возможности МСКТ в изучении качества кости и его оценки использованы не в полной мере (Naitoh M., et al., 2010; Bires A.M. et al., 2015).

Результаты исследований методом МСКТ больных хроническим остеомиелитом позволили получить новые данные о рентгеноморфологических особенностях длинных костей нижних конечностей в зависимости от локализации воспалительного процесса, его протяженности, предложены параметры для изучения качества кости и критерии оценки качества кости.

#### Цель исследования:

По данным МСКТ разработать оценочный комплекс параметров изменений длинных костей нижних конечностей у больных хроническим

остеомиелитом для определения качества кости и оптимизации выбора способа лечения.

Задачи исследования:

1. Разработать комплекс параметров для оценки состояния длинных костей нижних конечностей костей методом МСКТ при различной локализации остеомиелитического процесса.

2. Изучить по данным рентгенографии и МСКТ количественные и качественные характеристики проявлений хронического остеомиелита бедренной и большеберцовой костей.

3. Изучить по данным рентгенографии и МСКТ количественные и качественные характеристики костей, образующих коленный и голеностопный суставы, костей стопы при хроническом остеомиелите.

4. Разработать критерии оценки качества кости у больных хроническим остеомиелитом на основании данных МСКТ и классификацию степени изменения качества кости у больных хроническим остеомиелитом.

Анализ данных 165 больных хроническим остеомиелитом длинных костей нижних конечностей, обследованных до лечения методом мультирезовой компьютерной томографии (МСКТ), показал, что среди пациентов преобладали лица мужского пола (81,6%), мужчин было почти в 2,5 раза больше, чем женщин, причем наибольшее количество пациентов находилось в возрастных группах 51-60; 41-50; 31-40 и 20-30 лет. Наибольшее количество случаев возникновения хронического остеомиелита отмечено после травм, имел место также послеоперационный остеомиелит и небольшое количество последствий гематогенного остеомиелита. Хронический остеомиелит у многих больных имел многолетнюю историю, неоднократно рецидивировал, больные много раз были оперированы, некоторые лечились от 5 до 16 лет. Бедренная и большеберцовая кости были поражены примерно в одинаковом количестве случаев. Все больные были обследованы методом рентгенографии, у 11 больных была выполнена фистулография. Всем больным произведена МСКТ с использованием

современных методов постпроцессорной обработки, изучены особенности строения кости в очаге воспаления, а также в прилежащих участках кости и смежных суставах, получены количественные показатели плотности кости в единицах Хаунсфилда (HU).

Изменения структуры кости у больных хроническим остеомиелитом в области проксимального конца бедренной кости были наиболее катастрофическими, отличались крайне выраженным полиморфизмом, в анатомической составляющей практически не повторялись, однако нами выделен 6 основных вариантов рентгеноанатомических изменений бедренной кости при хроническом остеомиелите, в которые укладывались, с некоторыми вариантами, проанализированные клинические случаи (частичное; полное разрушение головки при локализации воспалительного процесса в проксимальном отделе бедренной кости; тотальное разрушение головки и шейки бедренной кости с дефектом проксимального отдела; изменения бедренной кости при локализации воспалительного процесса в проксимальной трети диафиза; изменения бедренной кости при локализации воспалительного процесса в дистальной трети диафиза; тотальное поражение). Анализ данных по изучению качества кости у больных при остеомиелите проксимального отдела бедренной кости показал, что умеренное нарушение качества кости имело место у 2 больных (К1), значительное нарушение качества кости у 3 больных (К2); выраженное нарушение качества кости выявлено у 12 больных (К3). При локализации остеомиелитического процесса в диафизе бедренной кости умеренное нарушение качества кости выявлено у 4 больных (К1), значительное нарушение качества кости у 6 больных (К2); выраженное нарушение качества кости - у 11 больных (К3). Локализация остеомиелитического процесса в дистальном отделе бедренной кости привела к умеренному нарушению качества кости у 3 больных (К1), значительному нарушению качества кости у 4 больных (К2); выраженное нарушение качества кости выявлено у 7 больных (К3). Полученные данные

свидетельствуют о выраженных изменениях в бедренной кости при различной локализации остеомиелитического процесса. Наиболее значительные изменения выявлены при тотальном поражении кости, но и ограниченное расположение очага воспаления вызывает распространенные рентгеноморфологические изменения архитектоники кости. При любой локализации страдают метаэпифизарные отделы, уменьшается плотность кости в этих участках в некоторых случаях до величин, находящихся в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилада.

Анализ данных состояния большеберцовой кости при хроническом остеомиелите показал, что при любой локализации остеомиелитического процесса, особенно у больных с рецидивирующим процессом и неоднократными хирургическими вмешательствами, изменения возникают во всех отделах кости. У больных с локализацией очага воспаления в области диафиза, тем не менее, значительно снижена плотность кости в области мыщелков большеберцовой кости, особенно наружного. Плотность кости в области очага поражения отличалась крайним разнообразием: от  $1850,6 \pm 172,3$  HU до уменьшения в пределах  $745,8 \pm 64,1$  HU.

При локализации остеомиелитического процесса в проксимальном отделе большеберцовой кости у всех больных отмечались обширные зоны резорбции с отрицательной плотностью, корковая пластинка была источена и имела плотность не более  $350 \pm 76$  HU, дистальнее имела различную толщину и плотность (от 340 до 1625 HU). Расположение остеомиелитического очага вблизи коленного сустава приводило к выраженным изменениям эпифизарного отдела, изменению суставной поверхности, что хорошо визуализировалось при VRT. Дефект кости приводил к деформации, нарушению конгруэнтности в коленном суставе. В ряде случаев определялись секвестры (в 2% - в мягких тканях). Длительное течение воспалительного процесса, неоднократные оперативные вмешательства привели у трех больных к дефекту дистального отдела бедренной и проксимального большеберцовой костей, костно-фиброзному

анкилозу. Кости не имели органотипического строения, структура корковой пластиинки нарушена на значительном протяжении. На аксиальных срезах плотность кости крайне неравномерна с зонами резорбции и склероза.

Одной из частых локализаций хронического остеомиелита был остеомиелит костей голени в области средней трети диафиза. В 45% случаев он сопровождался ложными суставами и дефектами. У 38% больных имели место дефекты корковой пластиинки. Максимальные изменения при данной локализации процесса отмечены в зоне остеомиелитического очага, однако прилежащие участки кости, эпиметафизарные отделы также реагировали на наличие воспалительного процесса, нарушение функции конечности, что, несомненно, присутствовало у данной категории больных. Анатомические дефекты большеберцовой кости были индивидуальными у каждого больного: неправильно сросшийся перелом, ложный сустав, дефект различной протяженности, дефекты корковой пластиинки, деформации. Рентгеноморфологические проявления различались по степени выраженности, но у всех имело место нарушение строения корковой пластиинки, различной протяженности периостальные и эндостальные наслоения вплоть до полного склерозирования костномозгового канала на различном протяжении. При наличии дефекта в области концов костных отломков выражены явления склероза, увеличение плотности кости до 1504 HU. В области метаэпифизов плотность кости была снижена до 70-90HU при наличии зон с отрицательной плотностью. Как показали данные, показатели плотности проксимального отдела большеберцовой кости при локализации остеомиелитического процесса в области диафиза отличались от нормальных. Наименьшие показатели плотности выявлены для наружного мыщелка. Плотность внутреннего мыщелка также снижена, но показатели почти вдвое превышают значения, определенные для наружного мыщелка. При тотальном поражении диафиза голени изменения заключались в утолщении и дефектах корковой пластиинки, склерозировании костномозгового канала, отсутствии на значительном протяжении

органотипического строения кости. Периостальные наслоения на некоторых участках превышали толщину корковой пластиинки, имели значительную плотность (1126,3 НУ). Плотность мыщелков была ниже, чем в норме, составляя для внутреннего 93,2, для наружного 92,2НУ. Плотность дистального метаэпифиза не превышала 54- 70 НУ. Анализ данных о структуре и плотности большеберцовой кости у больных хроническим остеомиелитом проксимального отдела большеберцовой кости показал, что „умеренное нарушение качества кости (К1) имело место у 8 больных значительное нарушение качества кости (К2) – у 10, выраженное нарушение качества кости (К3) – у 13 больных. Умеренное нарушение качества кости (К1) имело место у 6 больных хроническим остеомиелитом диафиза большеберцовой кости, значительное нарушение качества кости (К2) – у 9, выраженное нарушение качества кости (К3) – у 12 больных.

Изучение локальной плотности кости, как одного из важных и наиболее объективных показателей качества кости без определенной схемы, охватывающей все основные структурные компоненты кости (корковая пластиинка и ее слои, субхондральная кость, метафизарный отдел, эпифиз) и различных видов реконструкций и обработки фильтрами рабочей станции, не позволяет получить полное представление об архитектонике кости и ее плотностных характеристиках на протяжении кости, особенностях строения, которые выявляются только при особой обработке. Полученные данные показали, что качество кости у больных хроническим остеомиелитом как с точки зрения изменения ее плотности, так и архитектоники, имеет значительные отклонения от нормальных показателей, которые проявляются в снижении плотности кости в метафизарном отделе, вне зависимости от локализации процесса, крайне вариабельными показателями плотности корковой пластиинки в результате утолщения или истончения ее, наличии участков резорбции или склероза. У больных хроническим остеомиелитом не всегда удается четко выявить характерные для корковой пластиинки слои

(внутренний, остеонный и наружный), и присущие этим слоям плотностные показатели, которые в норме всегда выше для остеонного слоя. В анализируемой выборке указанная закономерность найдена только для 18 % больных с локализацией остеомиелитического процесса на ограниченном участке проксимального отдела большеберцовой или бедренной кости, а также тогда, когда процесс ограничен дистальным эпифизом большеберцовой кости. Однако и в этих случаях показатели плотности отличаются от нормальных, сохраняя лишь правильное соотношение плотности для слоя внутренних, наружных пластинок и остеонного слоя.

Полученная методом МСКТ в предоперационном периоде у больных хроническим остеомиелитом информация дает отчетливое представление о локализации гнойно-некротического очага, характере деструкции, распространенности и границах поражения костной ткани. Важными являются данные о структуре костной ткани в различных ее участках, состояния суставов – все это позволяет получить более высокий качественный уровень дооперационной диагностики, что обеспечивает возможность выбора наиболее оптимального хирургического вмешательства и добиваться более эффективных результатов восстановительного лечения с меньшими осложнениями и в более короткие сроки. Изучение структуры кости и ее плотности не только в зоне остеомиелитического очага, но и на протяжении ее позволяет определить зоны, наиболее благоприятные для проведения спиц. Исследование кости после окончания лечения позволяет получить данные о состоянии качества кости, отсутствия зон воспаления и резорбции, определить плотность и использовать эти данные, наряду с перечисленными выше, как критерии, позволяющие регламентировать реабилитационные мероприятия, судить об эффективности проведенного лечения.

Наиболее тяжелые деструктивные процессы отмечались при локализации воспалительного процесса в метаэпифизарных отделах, особенно когда заинтересованным оказывается смежный сустав. Анализ использованных в настоящей работе данных МСКТ о состоянии костей,

образующих голеностопный сустав, при хроническом остеомиелите дистального отдела большеберцовой кости показал, что изменение в различной степени таранной и пятонной костей имело место у всех больных. Выраженность патологической перестройки была определена длительностью заболевания, локализацией воспалительного очага, его протяженностью, характером и количеством хирургических вмешательств. Полученные данные свидетельствовали о полилокальности и выраженности рентгеноморфологических изменений при хроническом остеомиелите дистального отдела большеберцовой кости, что обусловливало необходимость их тщательного анализа методом МСКТ для обоснованного выбора метода лечения.

Хронический остеомиелит костей, образующих голеностопный сустав и стопу, выявлен у 47 больных, обследованных методом мультирезовой компьютерной томографии. Остеомиелитический процесс в дистальной трети большеберцовой кости, учитывая ее участие в формировании голеностопного сустава, имел особенности, связанные с достаточно частым распространением воспаления на кости стопы, прежде всего, таранную и пятонную. Наличие остеопороза в таранной кости имело место у 22 больных с локализацией остеомиелитического очага в дистальной трети большеберцовой кости. В норме рентгеновская плотность таранной кости, которая имеет выраженное мелкоячеистое строение с плотно расположенными трабекулами, составляет 400-410 HU, тогда как у 22 больных она колебалась от 130 до 280HU с уменьшением ее в зонах резорбции до отрицательных значений. Средние значения составили  $208 \pm 76$  HU( $n=29$ ). Только у одного больного плотность таранной кости была снижена до 30 HU в связи с выраженным изменениями в голеностопном суставе. У четырех больных остеомиелитический процесс в дистальной трети большеберцовой кости сопровождался формированием остеомиелитической полости, что приводило к значительным рентгеноанатомическим и рентгеноморфологическим изменениям в голеностопном суставе. Умеренное

нарушение качества кости (К1) имело место у 4 больных хроническим остеомиелитом дистального отдела большеберцовой кости, значительное нарушение качества кости (К2) – у 8, – выраженное нарушение качества кости (К3) – у 13 больных.

Хронический остеомиелит таранной и пятонной костей, имеющих строение губчатой кости, отличался длительным течением, многократными рецидивами, а рентгеноморфологические изменения в них характеризовались выраженным полиморфизмом, сопровождались снижением плотности таранной и пятонной костей, отсутствием органотипического строения в них. Изменения распространялись и на дистальный отдел большеберцовой кости, где выявлялось снижение плотности в эпиметафизарном отделе до 24-166НU, корковой пластинки до 900-930НU. В ряде случаев органотипическое строение пятонной кости полностью отсутствовало наряду с выраженными анатомическими изменениями (дефект). Таранная кость в этих случаях также подвергалась значительным изменениям, однако, как указывалось выше, плотность ее не уменьшалась более чем до 200НU. Умеренное нарушение качества кости (К1) имело место у 3 больных хроническим остеомиелитом костей стопы, значительное нарушение качества кости (К2) – у 5, – выраженное нарушение качества кости (К3) – у 17 больных.

В результате анализа полученного материала нами предложены критерии оценки качества кости как с количественной точки зрения, так и качественного исследования архитектоники кости. Показатели для оценки качества кости включали данные о плотности соответствующей области кости и ее архитектонике, поскольку в работах последних лет, касающихся качества кости однозначно указано на необходимость изучать два этих показателя, которые влияют на качество кости и ее прочность. Указанные показатели изучались для различных отделов бедренной и большеберцовой костей, таранной и пятонной костей. В зависимости от степени уменьшения плотности кости и изменения ее архитектоники качество кости оценивали

как К1 (умеренное нарушение качества кости), К2 (значительное нарушение качества кости), К3 (выраженное нарушение качества кости). Данные показатели могут быть использованы для решения тактических вопросов при определении метода лечения, возможности его реализации на данный промежуток времени.

## ВЫВОДЫ

1. Мультирезовая компьютерная томография является наиболее объективным методом определения локализации гнойно-некротического очага, характера деструкции, распространенности и границ поражения кости, при этом постпроцессорная обработка данных МСКТ с использованием современных программ рабочих станций играет важную роль в диагностическом алгоритме.

2. На основании данных МСКТ разработан комплекс параметров для оценки качественных и количественных характеристик костей нижних конечностей у больных хроническим остеомиелитом при различной локализации остеомиелитического процесса.

3. Изучение структуры бедренной и большеберцовой кости при хроническом остеомиелите позволило установить, что вне зависимости от уровня локализации остеомиелитического процесса, изменения качества кости выявлялись во всех ее отделах.

4. Анализ данных МСКТ при хроническом остеомиелите костей стопы показал, что наибольшим деструктивным изменениям подвергается пятчная кость, меньше изменяется таранная, в которой явления остеопороза и резорбции выражены меньше.

5. На основании данных МСКТ разработаны критерии оценки качества кости, в зависимости от степени изменения ее плотности и архитектоники, которые, позволяют дифференцировано, на более высоком качественном уровне, проводить дооперационную диагностику, обеспечивают возможность выбора наиболее оптимального хирургического вмешательства.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для визуализации трехзонального строения корковой пластиинки, с целью измерения ее локальной костной плотности, необходима постпроцессорная обработка данных мультирезовой компьютерной томографии с помощью фильтра Hardware Enhancend.

Для изучения плотности проксимального отдела бедренной кости необходимо проводить измерение в области головки, большого вертела, треугольника Варда; при дефекте головки бедренной кости измерение костной плотности проводится в области шейки; в зоне перехода шейки в диафиз, по внутренней поверхности; при дефекте шейки бедренной кости необходимо проводить измерение костной плотности в межвертельной зоне; при сохранности большого вертела – в области большого вертела.

Для изучения плотности костей, образующих коленный сустав, измеряют плотность бедренной кости в субхондральном слое; в области наружного и внутреннего мыщелков; измерение костной плотности большеберцовой кости в проксимальном отделе проводится в субхондральном слое; в области наружного и внутреннего мыщелка; межмыщелковом пространстве.

В области голеностопного сустава измерение плотности необходимо проводить в двух точках субхондральной зоны большеберцовой кости; на 1,5 см проксимальнее; а также в области внутренней лодыжки.

Измерение костной плотности таранной кости необходимо проводить, как минимум, в двух точках блока; плотность пятонной кости измеряют в области пятонного бугра; тела пятонной кости (область передних аркад); на 1,5 см дистальнее подтаранного сустава.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апагуни А. Э. Ошибки и осложнения оперативного лечения диафизарных переломов бедренной кости // Травматология и ортопедия России. 2005. № 1 (34). С. 38-39.
2. Амирасланов Ю. А. Современные принципы хирургического лечения хронического остеомиелита / Ю. А. Амирасланов, А. М. Светухин, И. В. Борисов // Инфекции в хирургии. – 2004. - Т. 2, № 1. - С. 8-13.
3. Амирасланов Ю. А. Способ хирургического лечения хронического остеомиелита бедренной и большеберцовой костей. Новая медицинская технология : пособие для врачей / Ю. А. Амирасланов, А. М. Светухин, И. В. Борисов. - М., 2006. - С. 1-15.
4. Амирасланов Ю. А. Хронический остеомиелит стандарты обследования и лечения / Ю. А. Амирасланов И. В. Борисов // Стандарты диагностики и лечения в гнойной хирургии : тез. науч.-практ. конф. - М., 2001. - С. 58-62.
5. Антисептики и биодеградирующие имплантаты в лечении хронического послеоперационного остеомиелита / Н. А. Кузнецов, В. Г. Никитин, Е. Б. Телешова, А. А. Мильчаков // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. - 2009. - № 5. - С. 31-35.
6. Современное состояние проблемы лечения посттравматического остеомиелита / А. В. Бабовников, Л. Н. Рубекина, А. И. Шаповал, Е. Д. Склянчук // Вестн. Всерос. гильдии протезистов-ортопедов. - 2009. - № 3(37). Спец. вып. : Человек и его здоровье : материалы XIV Российского национального конгресса. - С. 9.
7. Барский А. В. Причины возникновения хронического остеомиелита длинных трубчатых костей / А. В. Барский, Н. П. Семенов, В. Н. Рогачев // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. - 1989. - № 8. - С. 7-9.

8. Батаков Е. А. Современные аспекты комплексного лечения хронического остеомиелита / Е. А. Батаков, И. В. Ишутов // Казан.мед. журн. - 2008. - Т. 89, № 1. - С. 41-43.
9. Батаков Е. А. Современные аспекты диагностики и лечения хронического остеомиелита : учеб.пособие / Е. А. Батаков, Д. Г. Алексеев, В. Е. Батаков. - Самара, 2008. - 117 с.
10. Беневоленская Л. И. Руководство по остеопорозу / Л. И. Беневоленская, З. Э. Беневоленская ; под ред. Л. И. Беневоленской. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. - 2003. - 524 с.
11. Буланова И. М. Малодозовая микрофокусная рентгенография в характеристике костной ткани (клинико-экспериментальное исследование) / И. М. Буланова, В. А. Смирнова, Д. В. Бойчак // Радиология – практика. - 2011. - № 4. - С. 13–20.
12. Булыгина Е. А. Исследование частоты встречаемости повторных операций при остеомиелите / Е. А. Булыгина, И. С. Зленко // Вестн. Рос.гос. мед. ун-та. - 2010. - № 2. Спец. вып. - С. 161.
13. Васильев А. Ю. Конусно-лучевая компьютерная томография – новая технология исследования в травматологии / А. Ю. Васильев, Н. Н. Блинов (мл.), Е. А. Егорова // Мед.визуализация. - 2012. - № 4. - С. 65–69.
14. Васильев А. Ю. Лучевая диагностика повреждений лучезапястного сустава и кисти : [рук.для врачей] / А. Ю. Васильев, Ю. В. Буковская. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – С. 5-6.
15. Оценка регенерации костной ткани в эксперименте с помощью цифровой микрофокусной рентгенографии и компьютерной томографии / А. Ю. Васильев, И. М. Буланова, Н. Н. Мальгинов, Е. В. Киселева, С. Е. Черняев, О. М. Никулина, А. И. Воложин, Н. С. Серова // Мед.радиология и радиационная безопасность. - 2010. - Т. 55, № 1. - С. 31-35.

16. Микрофокусная рентгенография - от прошлого к будущему / А. Ю. Васильев, Н. С. Серова, И. М. Буланова, Н. Н. Потрахов, А. Ю. Грязнов // Петерб. журн. электроники. – 2008. – № 2-3. – С. 19-25.
17. Особенности изображения, полученного из микрофокусного источника (экспериментальное исследование) / А. Ю. Васильев, В. В. Петровская, В. Г. Алпатова, Н. Н. Потрахов, А. Ю. Грязнов // Сибир. мед. журн. - 2010. - Т. 25, № 3-2. - С. 7-10.
18. Васильев Н. А. Компьютерно-томографическая диагностика хронического остеомиелита длинных трубчатых костей нижней конечности : материалы 6 Всерос. конгр. рентгенологов и радиологов / Н. А. Васильев, Г. Г. Кармазановский // Вестн. рентгенологии и радиологии. - 1992. - № 1. - С. 47–48.
19. Возможности КТ в диагностике хронического остеомиелита бедренной кости / Г. В. Дьячкова, Ю. Л. Митина, Н. М. Клюшин, М. А. Корабельников // Гений ортопедии. - 2003. - № 2. - С. 72 –76.
20. Выбор хирургической тактики при лечении больных остеомиелитом длинных костей в зависимости от характера поражения / Ю. А. Амирасланов, А. М. Светухин, И. В. Борисов, А. А. Ушаков // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. - 2008. - № 9. - С. 46-50.
21. Вовк Е. А. Роль комплекса лучевых методов в диагностике хронического остеомиелита / Е. А. Вовк, В. В. Гребенников // Врач-аспирант. - 2012. - № 1.2 (50). - С. 267-273.
22. Гайдуль К. В. Внутрибольничные инфекции. Некоторые аспекты эпидемиологии, диагностики, лечения и профилактики : краткое информ. пособие для практ. врачей /К. В. Гайдуль, А. А. Муконин. - М., 2005. - 36 с.
23. Гайдышев И. П. Анализ и обработка данных : спец. справочник. - СПб. : Питер, 2001. – 371 с.

24. Гаркавенко Ю. Е. Морфологическая оценка последствий гематогенного остеомиелита длинных костей у детей / Ю. Е. Гаркавенко, И. Н. Красногорский // Травматология и ортопедия России. - 2012. - № 3. - С. 27-34.

25. Гостищев В. К. Прогнозирование изменений прочности длинных трубчатых костей в хирургии хронического остеомиелита / В. К. Гостищев, К. В. Липатов, Л. В. Писаренко, М. П. Рубин, Е. А. Стан, Е. В. Маракуза // Хирургия. Журн. им. Н. И. Пирогова. - 2010. - № 2. - С. 4-6.

26. Особенности течения, диагностики и лечения остеомиелита таза / В. К. Гостищев, К. В. Липатов, Л. П. Шалчкова, Е. А. Комарова // Хирургия. Журн. им. Н. И. Пирогова. - 2011. - № 5. - С. 4-9.

27. Диагностика гнойного воспаления мягких тканей в процессе лечения травматологических больных аппаратом Илизарова [Текст] : мед.технология / ФГУ "РНЦ "ВТО" им. акад. Г. А. Илизарова" Минздравсоцразвития РФ ; авт.: И. И. Мартель, Т. И. Долганова. - Курган : [б. и.], 2010. - 11 с.

28. Дьяченко В. А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. - М. : Медгиз, 1958. - 263 с.

29. Дьячкова Г. В. Компьютерная томография в диагностике изменений мягких тканей у больных хроническим остеомиелитом бедренной кости [Текст] / Г. В. Дьячкова, Ю. Л. Митина // Вестн. рентгенол. и радиологии. - 2006. - № 1. - С. 44-48.

30. Дьяченко В. А. Рентгеноостеология (Норма и варианты костной системы в рентгеновском изображении : пособие для изучающих рентгенологию / В. А. Дьяченко. - М. : Медгиз, 1954. - С. 35-36.

31. Дьячкова Г.В., Митина Ю.Л. Роль комплексной лучевой диагностики в решении проблемы рецидивов хронического посттравматического остеомиелита длинных трубчатых костей // Травма. - 2003. - Т. 4, № 3. - С. 281-285.

32. Дьячкова Г. В. Компьютерно-томографическая семиотика остеонекроза и секвестрации при хроническом гематогенном остеомиелите [Текст] / Г. В. Дьячкова, Ю. Л. Митина // Вестн. хирургии им. И. И. Грекова. - 2007. - Т. 166, № 4. - С. 25-29.

33. Дьячкова Г. В. Компьютерно-томографическая семиотика костной деструкции при хроническом остеомиелите, развившемся после гематогенного / Г. В. Дьячкова, Ю. Л. Митина // Мед.визуализация. - 2008. - № 5. - С. 104-110.

34. Оценка качества кости методом мультирезовой компьютерной томографии у больных хроническим остеомиелитом / Г. В. Дьячкова, К. А. Дьячков, С. М. Александров, Т. А. Ларионова, Н. М. Клюшин // Травматология и ортопедия России. - 2013. - № 3. - С. 88-95.

35. Дьячкова Г. В. КТ-семиотика пролиферативных изменений в бедренной кости при хроническом остеомиелите, развившемся после острого гематогенного остеомиелита / Г. В. Дьячкова, Ю. Л. Митина // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. - 2011. - № 4. - С. 60-64.

36. Житницкий Р. Е. Хронический травматический остеомиелит длинных костей : вопросы патогенеза, клиника, диагностика, лечение [Текст] / Р. Е. Житницкий, В. Г. Виноградов, Д. Г. Шапурма. - Иркутск : Изд-во Иркут.ун-та, 1989. - 108 с.

37. Завадовская В. Д. Лучевые методы исследования в оценке жизнеспособности костной ткани при отморожении // Медицинские и экологические проблемы Северных районов Сибири. - Томск, 1998. - С. 37-39.

38. Завадовская В. Д. Туморотропный РФП  $^{67}\text{Ga}$ -цитрат в диагностике воспалительных заболеваний скелета / В. Д. Завадовская, Т. Б. Перова, О. Ю. Килина // Проблемы современной онкологии : материалы юбил. конф. НИИ онкологии ТНЦ СО РАМН. - Томск, 1999. - С. 125-126.

39. Завадовская В. Д. Методы исследования, рентгеноанатомия и патологические синдромы заболеваний опорно-двигательного аппарата : учеб.пособие / В. Д.Завадовская ; Сибир. мед. ун-т. - Томск : [Б. и.], 2004. - 28 с.

40. Зорина И. С. Мультиспиральная компьютерная томография в диагностике травматического остеомиелита челюстно-лицевой области / И. С. Зорина, Е. А. Егорова // Радиология – практика. - 2011. – № 4. - С. 76-77.

41. Использование чрескостного остеосинтеза в лечении хронического остеомиелита у детей / А. В. Губин, Н. М. Клюшин, А. А. Коркин, А. Н. Коюшков // Илизаровские чтения. Актуальные вопросы травматологии и ортопедии детского возраста: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием : материалы. - Курган, 2013. - С. 54-55.

42. Инфекционные осложнения послеоперационной раны при металлоостеосинтезе закрытых переломов длинных трубчатых костей / В. В. Писарев, С. Е. Львов, Ю. Ошурков, В. В. Калуцков, В. Н. Кулыгин, А. С. Львов // Травматология и ортопедия России. - 2008. - № 2 (48). - С. 14-19.

43. Календер В. Компьютерная томография. Основы, техника, качество изображений и области клинического использования : пер. с англ. / В. Календер . – М. : Техносфера, 2006 . – С. 257–265.

44. Кармазановский Г. Г. Дооперационная диагностика зоны поражения мягких и острой хирургической инфекции по данным компьютерной томографии / Г. Г. Кармазановский, С. Е. Кулешов, Ф. И. Тодуа // Компьютерная томография и другие современные методы диагностики (возможности и перспективы) : материалы междунар. симп. - М., 1989. – С. 1625– 1627.

45. Кармазановский Г. Г. Лучевая диагностика хронического остеомиелита длинных костей // Мед.визуализация. - 1997. - № 3. - С. 54-58.

46. Кармазановский Г. Г. Магнитно-резонансно-томографическая диагностика остеомиелита / Г. Г. Кармазановский, А. Б. Шуракова. - М. : Видар-М, 2011. - 72 с. - (Магнитно-резонансная томография: методология исследований).

47. Кармазановский Г. Г. Рентгенологическая семиотика хронического остеомиелита длинных костей / Г. Г. Кармазановский, И. А. Косова. - М. : ВИДАР, 2013. - 200 с.

48. Роль компьютерной томографии в комплексной лучевой диагностике при лечении хронического остеомиелита нижней конечности и таза / Г. Г. Кармазановский, Н. А. Васильев, Ю. А. Амираланов, В.А. Митиш, Л. П. Шалчкова // Вестн. РАМН. - 1994. - N 6.- С. 45-48.

49. Васильев Н. А. Компьютерно-томографическая диагностика хронического остеомиелита длинных трубчатых костей нижней конечности : материалы VI Всерос. конгр. рентгенологов и радиологов / Н. А. Васильев, Г. Г. Кармазановский // Вестн. рентгенологии и радиологии. - 1992. - N 1.-С. 47-48.

50. Оценка и прогнозирование эффективности лечения больных хроническим остеомиелитом / Н. М. Клюшин, А. И. Лапынин, М. А. Ковинька, В. Е. Дегтярев // Гений ортопедии. - 2002. - № 1. - С. 27-30.

51. Клюшин Н. М. Применение билокального дистракционно-компрессионного остеосинтеза при тотальном интрамедуллярном поражении остеомиелитом диафиза большеберцовой кости / Н. М. Клюшин, С. И. Бурнашов, А. В. Злобин // Илизаровские чтения : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. - Курган, 2012. - С. 139-140.

52. Клюшин Н. М. Чрескостный остеосинтез по Илизарову у больных хроническим остеомиелитом костей предплечья / Н. М. Клюшин, П. А. Степаненко, Д. С. Прокопьев // Чаклинские чтения: материалы науч.-практ. конф. травматологов-ортопедов с междунар. участием. - Екатеринбург, 2011. - С. 49-50.

53. Ковалинин В. В. Лучевая диагностика остеомиелита / В. В. Ковалинин, К. Ю. Клещевникова, Б. А. Джанчатова // Рос.электрон. журн. лучевой диагностики. REJR. - 2014. - Т. 4, № 3. - С. 66-76. – Режим доступа: <http://www.rejr.ru/volume/15/kovalinin.pdf>

54. Диагностическое значение остеосцинтиграфии при несращениях костей, осложненных остеомиелитом / Г. П. Котельников, Е. А. Столяров, А. Г. Сонис, А. В. Капишников // Травматология и ортопедия России. - 2009. - № 2 (52). - С. 26-32.

55. Котляров П. М. Ультразвуковая диагностика хронического остеомиелита / П. М. Котляров, А. Н. Сенча, Д. В. Беляев // Ультразвук.и функц. диагностика. - 2008. - № 5. - С. 110-119.

56. Котягина С. Е. Магнитно-резонансная томография в диагностическом алгоритме хронического остеомиелита / С. Е. Котягина, В. Ю. Колесов // Аспирант и соискатель. - 2013. - № 6 (78). - С. 128-131.

57. Котягина С. Е. Роль магнитно-резонансной томографии в диагностике хронического посттравматического остеомиелита / С. Е. Котягина, В. Ю. Колесов // Актуал. проблемы соврем.науки. - 2013. - № 1(69). - С. 140-142.

58. Котягина С.Е. МР-томография в оценке активности и определении фазы течения хронического остеомиелита // Соврем.проблемы науки и образования. - 2014. - № 3. - С. 456. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/download/40202462.pdf>.

59. Котягина С. Е. О тактике лучевого исследования при хроническом остеомиелите : материалы VI Всерос. нац. конгр. лучевых диагнозов

и терапевтов «Радиология – 2012» / С. Е. Котягина, В. Ю. Колесов // Рос.электрон. журн. лучевой диагностики. REJR. - 2012. - Т. 2, № 2: Приложение. - С. 273.

60. Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) в оценке качества кости у больных врожденным ложным суставом голени / С. А. Кутиков, Г. В. Дьячкова, Д. Ю. Борзунов, К. А. Дьячков // Гений ортопедии. - 2013. - № 1. - С. 61-66.

61. Лапынин А. И. Оценка отдаленных результатов лечения больных хроническим остеомиелитом костей нижних конечностей с наличием костных полостей методом управляемого чрескостного остеосинтеза / А. И. Лапынин, Л. А. Попова // Травматология и ортопедия России. - 2011. - № 4 (62). - С. 53-61.

62. Леонова С. Н. Факторы риска развития репаративных осложнений у больных с переломами костей голени, осложненными хроническим травматическим остеомиелитом / С. Н. Леонова, А. В. Рехов, А. Л. Камека // Инфекции в хирургии. - 2012. - Т. 10, № 4. - С. 38-43.

63. Лучевая диагностика : учебник / под ред. Труфанова Г. Е. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2007. - Т. 1. - 416 с.

64. Новые технологии лечения больных хроническим остеомиелитом - итог сорокалетнего опыта применения метода чрескостного остеосинтеза /Н. М.Клюшин, А. М. Аранович, В. И. Шляхов, А. В. Злобин // Гений ортопедии. - 2011. - № 2. - С. 32-38.

65. Илизаров Г. А. Оперативные и бескровные способы замещения дефектов длинных трубчатых костей при остеомиелите / Г. А. Илизаров, В. И. Ледяев, В. Е. Дегтярев // Вестн. хирургии им. И. И. Грекова. - 1973. - Т. 110, № 5. - С. 55 -59.

66. Методика КТ-диагностики остеонекроза и секвестрации при хроническом остеомиелите, развившемся после гематогенного :

мед.технология / сост.: Г. В. Дьячкова, Ю. Л. Митина, К. А. Дьячков ; ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. - Курган, 2010. - 16 с.

67. Остеомиелит: клиника, диагностика, лечение : учеб.пособие для врачей-интернов по спец. «Общая врачебная практика», для системы послевуз. профес. образования / С. Ф. Усик, М. М. Федосеев, А. Н. Братийчук, А. Н. Анипченко. – Саратов : Наука, 2007. - 96 с.

68. Оценка и прогнозирование эффективности лечения больных хроническим остеомиелитом / Н. М. Клюшин, А. И.Лапынин, М. А. Ковинька, В. Е. Дегтярев // Гений ортопедии. - 2002. - № 1. - С. 27- 30.

69. Оценка качества кости методом мультирезовой компьютерной томографии у больных хроническим остеомиелитом / Г. В. Дьячкова, К. А. Дьячков, С. М. Александров, Т. А. Ларионова, Н. М. Клюшин // Травматология и ортопедия России. - 2013. - № 3 (69). - С. 88-95.

70. Оценка микроархитектоники костной ткани путем цифрового анализа компьютерных томограмм для диагностики остеопороза / О. Ю. Килина, В. Д. Завадовская, Р. В. Данильчук, Е. М. Третьяков, О. В. Родионова, О. В. Баранова ; Сибир. мед.ун-т // Бюл. Сибир. медицины. - 2003. - Том 2, N 2. - С. 94-98.

71. Инфекционные осложнения послеоперационной раны при металлоостеосинтезе закрытых переломов длинных трубчатых костей / В. В. Писарев, С. Е. Львов, Ю. Ошурков, В. В. Калуцков, В. Н. Кулыгин, А. С. Львов // Травматология и ортопедия России. - 2008. - № 2 (48). - С. 14-19.

72. Покровский В. И. Проблемы и перспективы борьбы с внутрибольничными инфекциями / В. И. Покровский, Н. А. Семина, Е. П. Ковалева // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. - 2007. - № 1 (32). - С. 5-8.

73. Прогнозирование изменений прочности длинных трубчатых костей в хирургии хронического остеомиелита / В. К. Гостищев, К. В.

Липатов, Л. В. Писаренко, М. П. Рубин, Е. А. Стан, Е. В. Маракуца // Хирургия. Журн. им. Н. И. Пирогова. - 2010. - № 2. - С. 4-6.

74. Радионуклидная диагностика для практических врачей / под ред. Ю. Б. Лишманова, В. И. Чернова. – Томск : СТТ, 2004. - 394 с.

75. Рейнберг, С. А. Рентгенодиагностика заболеваний костей и суставов. В 2 т. Т. 2 / С. А. Рейнберг. - 4-е изд., испр. и доп. - М. : Медицина, 1964. - С. 7-15.

76. Радионуклидные методы исследования в диагностике хронического остеомиелита / В. Д. Завадовская, О. Ю. Килина, Г. Ц. Дамбаев, А. П. Куражов, О. В. Родионова // Мед.радиология и радиационная безопасность. - 2007. - Т. 52, № 3. - С. 54-60.

77. Рентгено-радионуклидные исследования у больных хроническим остеомиелитом / В. И. Шевцов, А. И. Лапынин, Т. А. Ларионова, Л. А. Смотрова // Травматология и ортопедия России. - 2007. - № 4 (46). - С. 34-37.

78. Рожинская Л.Я. Системный остеопороз. - М. : Крон-Пресс , 2000. -01 197 с.

79. Роль комплексной лучевой и патоморфологической диагностики остеомиелитических поражений костей нижних конечностей в выборе тактики лечения больных методом управляемого чрескостного остеосинтеза / В. И. Шевцов, Л. А. Попова, А. И. Лапынин, Ю. Л. Митина, Н. С. Мигалкин // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2008. – № 2. – С. 44 – 47.

80. Семизоров А. Н. Рентгенологическое и ультразвуковое исследование при заболеваниях суставов / А. Н. Семизоров, С. В. Романов. - М. : Видар-М, 2008. - 216 с.

81. Сорокалетний опыт применения аппарата Илизарова при лечении хронического остеомиелита в отделении гнойной ортопедии/ Н. М. Клюшин, В. И. Шляхов, Б. Э. Чакушин, А. В. Злобин, Ю. В. Абабков, С. И. Бурнашов, А. Г. Михайлов // Илизаровские чтения: материалы

науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 90-летию со дня рожд. акад. Г. А. Илизарова, 60-летию метода Илизарова, 40-летию РНЦ "ВТО". - Курган, 2011. - С. 208-209.

82. Способ диагностики гнойно-воспалительных осложнений при лечении больных с хроническим остеомиелитом методом чрескостного остеосинтеза : мед.технология / ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ ; авт.: А. М. Аранович, Т. И. Долганова, Д. В. Долганов. - Курган : [б. и.], 2010. - 8 с.

83. Сцинтиграфическая диагностика остеомиелита / В. Д. Завадовская, О. Ю. Килина, И. Г. Синилкин, О. С. Шульга // Мед.радиология и радиационная безопасность. - 2004. - Т. 49, № 1. - С. 63-70.

84. Сцинтиграфия с  $^{199}\text{Tl}$ -хлоридом в выявлении воспалительных заболеваний опорно-двигательного аппарата / В. Д. Завадовская [и др.] // Мед.визуализация. - 2003. - № 3. - С. 102-105.

85. Завадовская В. Д. Туморотропный РФП  $^{67}\text{Ga}$ -цитрат в диагностике остеомиелита/ В. Д. Завадовская, Т. Б. Перова, О. Ю. Килина // Современная лучевая диагностика в клинической практике. - Томск, 1999. - С. 73-74.

86. Хирургические болезни детского возраста : учебник. В 2 т. Т. 1 / под ред. Ю. Ф. Исакова. - М. : ГЭОТАР-МЕД, 2004. - Т. 1. - 632 с.

87. Хирургическое лечение больных с гнойными осложнениями в области эндопротеза тазобедренного и коленного суставов / Г. А. Оноприенко, А. В. Еремин, К. И. Савицкая, В. П. Волошин, В. С. Зубиков, Е. Е. Круглов, М. В. Нестерова, Е. В. Русанова // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. - 2005. - № 3. - С. 39-45.

88. Хирургическое лечение остеомиелита. / Г. Д. Никитин, А. В. Рак, С. А. Линник, Г. П. Салдун, А. Г. Кравцов, Н. А. Агафонов, Р. З. Фахрутдинов, В. В. Хаймин. - СПб., 2000. - 288 с.

89. Шамсиев А. М. Хронический рецидивирующий гематогенный остеомиелит / А. М. Шамсиев, С. С. Зайниев // Детская хирургия. - 2012. - № 1. - С. 47-50.

90. Роль комплексной лучевой и патоморфологической диагностики остеомиелитических поражений костей нижних конечностей в выборе тактики лечения больных методом управляемого чрескостного остеосинтеза / В. И.Шевцов, Л. А. Попова, А. И. Лапынин, Ю. Л. Митина, Н. С. Мигалкин // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. – 2008. – № 2. – С. 44 – 47.

91. Шаповалов В. П. Хирургическая инфекция при боевых повреждениях опорно-двигательного аппарата / В. П. Шаповалов, А. Г. Овденко // Вестн. хирургии им. И. И. Грекова. - 2004. - Т. 163, № 2. - С. 60-68.

92. Al-Ekrish A.A. A comparative study of the accuracy and reliability of multidetector computed tomography and cone beam computed tomography in the assessment of dental implant site dimensions / A.A. Al-Ekrish, M. Ekram // Dentomaxillofac. Radiol. – 2011. – Vol. 40, N 2. – P.67-75.

93. Diagnostic performance of magnetic resonance imaging for detecting osseous abnormalities of the temporomandibular joint and its correlation with cone beam computed tomography / M. Alkhader, N. Ohbayashi, A. Tetsumura, S. Nakamura, K. Okochi, M.A. Momin, T. Kurabayashi // Dentomaxillofac. Radiol. – 2010. – Vol. 39, N 5. – P. 270-276.

94. Anil S. Impact of bone quality and implant type on the primary stability: an experimental study using bovine bone / S. Anil, A.A. Aldosari // J. Oral Implantol. – 2015. – Vol. 41, N 2. – P. 144-148.

95. MRI features of mandibular osteomyelitis: practical criteria based on an association with conventional radiography features and clinical classification / Y. Ariji, M. Izumi, M. Gotoh, M. Naitoh, M. Katoh, Y. Kuroiwa, N. Obayashi, K. Kurita, K. Shimozato, E. Ariji // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* – 2008. – Vol. 105, N 4. – P. 503-511.
96. Conventional multi-slice computed tomography (CT) and cone-beam CT (CBCT) for computer-assisted implant placement. Part I: relationship of radiographic gray density and implant stability / V. Arisan, Z.C. Karabuda, H. Avsever, T. Özdemir // *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* – 2013. – Vol. 15, N 6. – P. 893-906.
97. Bancroft L.W. MR imaging of infectious processes of the knee // *Magn. Reson. Imaging Clin. N. Am.* – 2007. – Vol. 15, N 1. – P. 1-11.
98. Barghan S. Cone beam computed tomography imaging in the evaluation of the temporomandibular joint / S. Barghan, R. Merrill, S. Tetradiis // *J. Calif. Dent. Assoc.* – 2010. – Vol. 38, N 1. – P. 33-39.
99. Correlation of insertion torques with bone mineral density from dental quantitative CT in the mandible / A. Beer, A. Gahleitner, A. Holm, M. Tschabitscher, P. Homolka // *Clin. Oral Implants Res.* – 2003. – Vol. 14, N 5. – P. 616-620.
100. Betlejewski S. Social diseases, civilization diseases or lifestyle diseases? // *Wiad. Lek.* – 2007. – Vol. 60, N 9-10. – P. 489-492.
101. Bires A.M. Osteomyelitis: an overview of imaging modalities / A.M. Bires, B. Kerr, L. George // *Crit. Care Nurs. Q.* – 2015. – Vol. 38, N 2. – P. 154-164.
102. Imaging of infectious diseases using [18F] fluorodeoxyglucose PET / C.P. Bleeker-Rovers, F.J. Vos, F.H. Corstens, W.J. Oyen // *Q. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* – 2008. – Vol. 52, N 1. – P. 17-29.

103. Boeddinghaus R. Current concepts in maxillofacial imaging / R. Boeddinghaus, A. Whyte // Eur. J. Radiol. – 2008. – Vol. 66, N 3. – P. 396-418.
104. Bone structural changes in osteoarthritis as a result of mechanoregulated bone adaptation: a modeling approach / L.G. Cox, B. van Rietbergen, C.C. van Donkelaar, K. Ito // Osteoarthritis Cartilage. – 2011. – Vol. 19, N 6. – P. 676-682.
105. Boskey A.L. Bone quality: from bench to bedside: opening editorial comment / A.L. Boskey, E. Donnelly, J.G. Kinnett // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2011. – Vol. 469, N. 8. – P. 2087-2089.
106. In vivo assessment of trabecular bone microarchitecture by high-resolution peripheral quantitative computed tomography / S. Boutroy, M.L. Bouxsein, F. Munoz, P.D. Delmas // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2005. – Vol. 90, N 12. – P. 6508-6515.
107. Bouxsein M.L. Bone quality: where do we go from here? // Osteoporos. Int. – 2003. – Vol. 14, N Suppl. 5. – P. S118-S127.
108. Bowen T.R. Host classification predicts infection after open fracture / T.R. Bowen, J.C. Widmaier // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2005. – N 433. – P. 205-211.
109. Brause B. Infections with prostheses in bones and joints. In: Principles and Practice of Infectious Diseases. Ed. 7 / Eds. G. Mandell, J. Bennett, R. Dolin. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2010.
110. Multicenter precision of cortical and trabecular bone quality measures assessed by high-resolution peripheral quantitative computed tomography / A.J. Burghardt, J.B. Pialat, G.J. Kazakia, S. Boutroy, K. Engelke, J.M. Patsch, A. Valentinitisch, D. Liu, E. Szabo, C.E. Bogado, M.B. Zanchetta, H.A. McKay, E. Shane, S.K. Boyd, M.L. Bouxsein, R. Chapurlat, S. Khosla, S. Majumdar // J. Bone Miner. Res. – 2013. – Vol. 28, N 3. – P. 524-536.

111. Burr D.B. The contribution of the organic matrix to bone's material properties // Bone. – 2002. – Vol. 31, N 1. – P. 8-11.
112. Burr D.B. Bone quality: understanding what matters // J. Musculoskelet. Neuronal Interact. – 2004. – Vol. 4, N 2. – P. 184-186.
113. Calhoun J.H. Osteomyelitis of the long bones / J.H. Calhoun, M.M. Manring, M. Shirtliff // Semin. Plast. Surg. – 2009. – Vol. 23, N 2. – P. 59-72.
114. Structural analysis of the human tibia by tomographic (pQCT) serial scans / R.F. Capozza, S. Feldman, P. Mortarino, P.S. Reina, H. Schiessl, J. Rittweger, J.L. Ferretti, G.R. Cointry // J. Anat. – 2010. – Vol. 216, N 4. – P. 470-481.
115. pQCT-assessed relationships between diaphyseal design and cortical bone mass and density in the tibiae of healthy sedentary and trained men and women / R.F. Capozza, J. Rittweger, P.S. Reina, P. Mortarino, L.M. Nocciolino, S. Feldman, J.L. Ferretti, G.R. Cointry // J. Musculoskelet. Neuronal Interact. – 2013. – Vol. 13, N 2. – P. 195-205.
116. Carek P.J. Diagnosis and management of osteomyelitis / P.J. Carek, L.M. Dickerson, J.L. Sack // Am. Fam. Physician. – 2001. – Vol. 63, N 12. – P. 2413-2420.
117. Quantitative simultaneous  $^{111}\text{In}/^{99}\text{mTc}$  SPECT-CT of osteomyelitis / M. Cervo, V.H. Gerbaudo, M.A. Park, S.C. Moore // Med. Phys. – 2013. – Vol. 40, N 8. – Article Number: 082501.
118. High-resolution peripheral quantitative computed tomography for the assessment of bone strength and structure: a review by the Canadian Bone Strength Working Group / A.M. Cheung, J.D. Adachi, D.A. Hanley, D.L. Kendler, K.S. Davison, R. Josse, J.P. Brown, L.G. Ste-Marie, R. Kremer, M.C. Erlandson, L. Dian, A.J. Burghardt, S.K. Boyd // Curr. Osteoporos. Rep. – 2013. – Vol. 11, N 2. – P. 136-146.
119. Controlling systematic perioperative anaerobic contamination during sinus-lift procedures by using metronidazole: an innovative approach / J.

Choukroun, A. Simonpieri, M. Del Corso, Z. Mazor, G. Sammartino, D.M. Dohan Ehrenfest // *Implant. Dent.* – 2008. – Vol. 17, N 3. – P. 257-270.

120. Periapical radiography and cone beam computed tomography for assessment of the periapical bone defect 1 week and 12 months after root-end resection / R. Christiansen, L.L. Kirkevang, E. Gotfredsen, A. Wenzel // *Dentomaxillofac. Radiol.* – 2009. – Vol. 38, N 8. – P. 531-536.

121. Cierny G. 3<sup>rd</sup>. Treatment of chronic infection / G. Cierny 3<sup>rd</sup>, D. DiPasquale // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* – 2006. – Vol. 14, 10 Spec. No. – P. S105-S110.

122. Compston J. Bone quality: what is it and how is it measured? // *Arq. Bras. Endocrinol. Metabol.* – 2006. – Vol. 50, N 4. – P. 579-585.

123. Costa-Reis P. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis / P. Costa-Reis, K.E. Sullivan // *J. Clin. Immunol.* – 2013. – Vol. 33, N 6. – P. 1043-1056.

124. Decreased bone tissue mineralization can partly explain subchondral sclerosis observed in osteoarthritis / L.G. Cox, C.C. van Donkelaar, B. van Rietbergen, P.J. Emans, K. Ito // *Bone*. – 2012. – Vol. 50, N 5. – P. 1152-1161.

125. Dalle Carbonare L. Bone microarchitecture as an important determinant of bone strength / L. Dalle Carbonare, S. Giannini // *J. Endocrinol. Invest.* – 2004. – Vol. 27, N 1. – P. 99-105.

126. Cone-beam computed tomography: a new low dose, high resolution imaging technique of the wrist, presentation of three cases with technique / J. de Cock, K. Mermuys, J. Goubau, S. van Petegem, B. Houthoofd, J.W. Casselman // *Skeletal Radiol.* – 2012. – Vol. 41, N 1. – P. 93-96.

127. Assessments of trabecular bone density at implant sites on CT images / R.C. de Oliveira, C.R. Leles, L.M. Normanha, C. Lindh, R.F. Ribeiro-Rotta // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* – 2008. – Vol. 105, N 2. – P. 231-238.

128. Fluorine-18 fluorodeoxyglucose-position emission tomography: a highly accurate imaging modality for the diagnosis of chronic musculoskeletal infections / F. de Winter, C. van de Wiele, D. Vogelaers, K. de Smet, R. Verdonk, R.A. Dierckx // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2001. – Vol.83-A, N 5. – P. 651-660.
129. Del Pozo J.L. Clinical practice. Infection associated with prosthetic joints / J.L. del Pozo, R. Patel // *N. Engl. J. Med.* – 2009. – Vol. 361, N 8. – P. 787-794.
130. An investigation of the interactions between lower-limb bone morphology, limb inertial properties and limb dynamics / L. Dellanini, D. Hawkins, R.B. Martin, S. Stover // *J. Biomech.* – 2003. – Vol. 36, N 7. – P. 913-919.
131. Comparison of [18 F]FDG PET/CT and MRI in the diagnosis of active osteomyelitis / A. Demirev, R. Weijers, J. Geurts, F. Mottaghy, G. Walenkamp, B. Brans // *Skeletal Radiol.* – 2014. – Vol. 43, N 5. – P. 665-672.
132. Changes in the use and costs of diagnostic imaging among Medicare beneficiaries with cancer, 1999-2006 / M.A. Dinan, L.H. Curtis, B.G. Hammill, E.F. Patz Jr, A.P. Abernethy, A.M. Shea, K.A. Schulman // *JAMA.* – 2010. – Vol. 303, N 16. – P. 1625-1631.
133. Diagnostic accuracy of small volume cone beam computed tomography and intraoral periapical radiography for the detection of simulated external inflammatory root resorption / C. Durack, S. Patel, J. Davies, R. Wilson, F. Mannocci // *Int. Endod. J.* – 2011. – Vol. 44, N 2. – P. 136-147.
134. Eid A.J. Osteomyelitis: review of pathophysiology, diagnostic modalities and therapeutic options / A.J. Eid, E.F. Berbari // *J. Med. Liban.* – 2012. – Vol. 60, N 1. – P. 51-60.

135. El-Maghraby T.A. Nuclear medicine methods for evaluation of skeletal infection among other diagnostic modalities / T.A. El-Maghraby, H.M. Moustafa, E.K. Pauwels // *Q. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* – 2006. – Vol. 50, N 3. – P. 167-192.

136. Short-term in vivo precision of BMD and parameters of trabecular architecture at the distal forearm and tibia / K. Engelke, B. Stampa, W. Timm, B. Dardzinski, A.E. de Papp, H.K. Genant, T. Fuerst // *Osteoporos. Int.* – 2012. – Vol. 23, N 8. – P. 2151-2158.

137. Evaluation of dynamic [18F]-FDG-PET imaging for the detection of acute post-surgical bone infection / T.L. Brown, H.J. Spencer, K.E. Beenken, T.L. Alpe, T.B. Bartel, W. Bellamy, J.M. Gruenwald, R.A. Skinner, S.G. McLaren, M.S. Smeltzer // *PLoS One.* – 2012. – Vol. 7, N 7. – P. e41863.

138. Sex differences in parameters of bone strength in new recruits: beyond bone density / R.K. Evans, C. Negus, A.J. Antczak, R. Yanovich, E. Israeli, D.S. Moran // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2008. – Vol. 40, 11 Suppl. – P. S645-S653.

139. Change in condylar and mandibular morphology in juvenile idiopathic arthritis: Cone Beam volumetric imaging / G. Farronato, U. Garagiola, V. Carletti, P. Cressoni, L. Mercatali, D. Farronato // *Minerva Stomatol.* – 2010. – Vol. 59, N 10. – P. 519-534.

140. Fayad L.M. Musculoskeletal infection: role of CT in the emergency department / L.M. Fayad, J.A. Carrino, E.K. Fishman // *Radiographics.* – 2007. – Vol. 27, N 6. – P. 1723-1736.

141. Magnetic resonance imaging-guided osseous biopsy in children with chronic recurrent multifocal osteomyelitis / J. Fritz, N. Tzaribachev, C. Thomas, M. Wehrmann, M.S. Horger, J.A. Carrino, C.W. König, P.L. Pereira // *Cardiovasc. Intervent. Radiol.* – 2012. – Vol. 35, N 1. – P. 146-153.

142. Variations in bone density at dental implant sites in different regions of the jawbone / L.J. Fuh, H.L. Huang, C.S. Chen, K.L. Fu, Y.W. Shen, M.G. Tu, W.C. Shen, J.T. Hsu // *J. Oral Rehabil.* – 2010. – Vol. 37, N 5. – P. 346-351.

143. What can be identified by three-phase bone scintigraphy in patients with chronic osteomyelitis of the mandible? / N. Fukumitsu, K. Ujigawa, Y. Mori, K. Auchi, K. Miida, S. Tatsuno, M. Tonogi, Y. Aoyagi, G.Y. Yamane // *Ann. Nucl. Med.* – 2010. – Vol. 24, N 4. – P. 287-293.

144. Cone beam computed tomographic findings in refractory chronic suppurative osteomyelitis of the mandible / J.M. Fullmer, W.C. Scarfe, G.M. Kushner, B. Alpert, A.G. Farman // *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* – 2007. – Vol. 45, N 5. – P. 364-371.

145. Saigal G. Imaging of osteomyelitis with special reference to children / G. Saigal, E.M. Azouz, G. Abdenour // *Semin. Musculoskelet. Radiol.* – 2004. – Vol. 8, N 3. – P. 255-265.

146. Genant H.K. Advanced imaging assessment of bone quality / H.K. Genant, Y. Jiang // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 2006. – Vol. 1068. – P. 410-428.

147. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis: what is it and how should it be treated? / H.J. Girschick, C. Zimmer, G. Klaus, K. Darge, A. Dick, H. Morbach // *Nat. Clin. Pract. Rheumatol.* – 2007. – Vol. 3, N 12. – P. 733-738.

148. Diagnosis of chronic osteitis of the bones in the extremities. Relative value of F-18 FDG-PET / M. Goebel, F. Rosa, K. Tatsch, A. Grillhoesl, G.O. Hofmann, M.H. Kirschner // *Unfallchirurg.* – 2007. – Vol. 110, N 10. – P. 859-866.

149. Goldman S. Positron emission tomography in inflammatory disorders // *Rev. Med. Brux.* – 2012. – Vol. 33, N 4. – P. 436-442.

150. González-García R. The reliability of cone-beam computed tomography to assess bone density at dental implant recipient sites: a

histomorphometric analysis by micro-CT / R. González-García, F. Monje // Clin. Oral Implants Res. – 2013. – Vol. 24, N 8. – P. 871-879.

151. Imaging of inflammation by PET, conventional scintigraphy, and other imaging techniques / M. Gotthardt, C.P. Bleeker-Rovers, O.C. Boerman, W.J. Oyen // J. Nucl. Med. – 2010. – Vol. 51, N 12. – P. 1937-1949.

152. Imaging of inflammation by PET, conventional scintigraphy, and other imaging techniques / M. Gotthardt, C.P. Bleeker-Rovers, O.C. Boerman, W.J. Oyen // J. Nucl. Med. Technol. – 2013. – Vol. 41, N 3. – P. 157-169.

153. Cost-effectiveness of alternative management strategies for patients with solitary pulmonary nodules / M.K. Gould, G.D. Sanders, P.G. Barnett, C.E. Rydzak, C.C. Maclean, M.B. McClellan, D.K. Owens // Ann. Intern. Med. – 2003. – Vol. 138, N 9. – P. 724-735.

154. Current concepts in posttraumatic osteomyelitis: a diagnostic challenge with new imaging options / T. Gross, A.H. Kaim, P. Regazzoni, A.F. Widmer // J. Trauma. – 2002. – Vol. 52, N 6. – P. 1210-1219.

155. Guillerman R.P. Osteomyelitis and beyond // Pediatr. Radiol. – 2013. – Vol. 43, Suppl. 1. – P. S193-S203.

156. Assessment of bone density differences between conventional and bone-condensing techniques using dual energy x-ray absorptiometry and radiography / A. Gulsahi, C.S. Paksoy, N. Yazicioglu, N. Arpak, N.O. Kucuk, H. Terzioglu // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. – 2007. – Vol. 104, N 5. – P. 692-698.

157. Guo X.E. Nanomechanics and bone tissue quality // J. Musculoskelet. Neuronal Interact. – 2008. – Vol. 8, N 4. – P. 325-326.

158. Harmer J.L. The role of diagnostic imaging in the evaluation of suspected osteomyelitis in the foot: a critical review / J.L. Harmer, J. Pickard, S.J. Stinchcombe // Foot (Edinb). – 2011. – Vol. 21, N 3. – P. 149-153.

159. Diagnostic value of 18F-FDG PET/CT in trauma patients with suspected chronic osteomyelitis / A. Hartmann, K. Eid, C. Dora, O. Trentz, G.K. Schulthess, K.D. Stumpe // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. – 2007. – Vol. 34, N 5. – P. 704-714.

160. Hashemi H.M. Comparison between interpositional bone grafting and osteogenic alveolar distraction in alveolar bone reconstruction / H.M. Hashemi, B. Javidi // J. Oral Maxillofac. Surg. – 2010. – Vol. 68, N 8. – P. 1853-1858.

161. Hatzenbuehler J. Diagnosis and management of osteomyelitis / J. Hatzenbuehler, T.J. Pulling // Am. Fam. Physician. – 2011. – Vol. 84, N 9. – P. 1027-1033.

162. Hernandez C.J.A biomechanical perspective on bone quality / C.J. Hernandez, T.M. Keaveny // Bone. – 2006. – Vol. 39, N 6. – P. 1173-1181.

163. The influence of bone volume fraction and ash fraction on bone strength and modulus / C.J. Hernandez, G.S. Beaupré, T.S. Keller, D.R. Carter // Bone. – 2001. – Vol. 29, N 1. – P. 74-78.

164. Preoperative computed tomography-derived bone densities in hounsfield units at implant sites acquired primary stability / K. Hiasa, Y. Abe, Y. Okazaki, K. Nogami, W. Mizumachi, Y. Akagawa // ISRN Dent. – 2011. – Vol. 2011. – P. 678729.

165. Hogan A. Osteomyelitis / A. Hogan, V.G. Heppert, A.J. Suda // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2013. – Vol. 133, N 9. – P. 1183-1196.

166. Added value of SPECT/CT in patients suspected of having bone infection: preliminary results / M. Horger, S.M. Eschmann, C. Pfannenberg, D. Storek, R. Vonthein, C.D. Claussen, R. Bares // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2007. – Vol. 127, N 3. – P. 211-221.

167. Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging / Y. Hua, O. Nackaerts, J. Duyck, F. Maes, R. Jacobs // Clin. Oral Implants Res. – 2009. – Vol. 20, N 8. – P. 767-771.

168. Ikpeme I.A. Diagnosis and treatment of pyogenic bone infections / I.A. Ikpeme, N.E. Ngim, A.A. Ikpeme // Afr. Health Sci. – 2010. – Vol. 10, N 1. – P. 82-88.

169. Relationship between the bone density estimated by cone-beam computed tomography and the primary stability of dental implants / K. Isoda, Y. Ayukawa, Y. Tsukiyama, M. Sogo, Y. Matsushita, K. Koyano // Clin. Oral Implants Res. – 2012. – Vol. 23, N 7. – P. 832-836.

170. Iyer R.S. Imaging of chronic recurrent multifocal osteomyelitis: self-assessment module / R.S. Iyer, M.M. Thapa, F.S. Chew // AJR Am. J. Roentgenol. – 2011. – Vol. 196, N 6 Suppl. – P. WS62-WS65.

171. Imaging of osteomyelitis in the mature skeleton / J. Tehranzadeh, E. Wong, F. Wang, M. Sadigpour // Radiol. Clin. North Am. – 2001. – Vol. 39, N 2. – P. 223-250.

172. Radiologic classification of chronic hematogenous osteomyelitis in children / H.W. Jones, J.W. Harrison, J. Bates, G.A. Evans, N. Lubega // J. Pediatr. Orthop. – 2009. – Vol. 29, N 7. – P. 822-827.

173. FDG PET/CT imaging in the diagnosis of osteomyelitis in the diabetic foot / O. Kagna, S. Srour, E. Melamed, D. Militianu, Z. Keidar // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. – 2012. – Vol. 39, N 10. – P. 1545-1550.

174. Chronic post-traumatic osteomyelitis of the lower extremity: comparison of magnetic resonance imaging and combined bone scintigraphy/immunosintigraphy with radiolabelled monoclonal antigranulocyte antibodies / A. Kaim, H.P. Ledermann, G. Bongartz, P. Messmer, J. Müller-Brand, W. Steinbrich // Skeletal Radiol. – 2000. – Vol. 29, N 7. – P. 378-386.

175. Magnetic resonance imaging for diagnosing foot osteomyelitis: a meta-analysis / A. Kapoor, S. Page, M. Lavalle, D.R. Gale, D.T. Felson // Arch. Intern. Med. – 2007. – Vol. 167, N 2. – P. 125-132.

176. Relationship between density variability and imaging volume size in cone-beam computerized tomographic scanning of the maxillofacial region: an in vitro study / A. Katsumata, A. Hirukawa, S. Okumura, M. Naitoh, M. Fujishita, E. Ariji, R.P. Langlais // *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* – 2009. – Vol. 107, N 3. – P. 420-425.

177. Khanna G. Imaging of chronic recurrent multifocal osteomyelitis / G. Khanna, T.S. Sato, P. Ferguson // *Radiographics*. – 2009. – Vol. 29, N 4. – P. 1159-1177.

178. Pelvic osteomyelitis in children // J. Kumar, M. Ramachandran, D. Little, M. Zenios // *J. Pediatr. Orthop. B*. – 2010. – Vol. 19, N 1. – P. 38-41.

179. Lazzarini L. Osteomyelitis in long bones / L. Lazzarini, J.T. Mader, J.H. Calhoun // *J. Bone Joint Surg. Am.* – 2004. – Vol. 86-A, N 10. – P. 2305-2318.

180. Lazzarini L. Long bone osteomyelitis / L. Lazzarini, F. de Lalla, J.T. Mader // *Curr. Infect. Dis. Rep.* – 2002. – Vol. 4, N 5. – P. 439-445.

181. Bone density assessments of dental implant sites: 3. Bone quality evaluation during osteotomy and implant placement / S. Lee, B. Gantes, M. Riggs, M. Crigger // *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. – 2007. – Vol. 22, N 2. – P. 208-212.

182. Imaging techniques for evaluating bone microarchitecture / E. Lespessailles, C. Chappard, N. Bonnet, C.L. Benhamou // *Joint Bone Spine*. – 2006. – Vol. 73, N 3. – P. 254-261.

183. Lew D.P. Osteomyelitis / D.P. Lew, F.A. Waldvogel // *Lancet*. – 2004. – Vol. 364, N 9431. – P. 369-379.

184. Influence of voxel size in the diagnostic ability of cone beam tomography to evaluate simulated external root resorption / G.S. Liedke, H.E. da Silveira, H.L. da Silveira, V. Dutra, J.A. de Figueiredo // *J. Endod.* – 2009. Vol. 35, N 2. – P. 233-235.

185. Recommendations for the treatment of osteomyelitis / A.L. Lima, P.R. Oliveira, V.C. Carvalho, S. Cimerman, E. Savio; Diretrizes Panamericanas para el Tratamiento de las Osteomielitis e Infecciones de Tejidos Blandos Group // *Braz. J. Infect. Dis.* – 2014. – Vol. 18, N 5. – P. 526-534.

186. Increasing Receipt of High-Tech/High-Cost Imaging and Its Determinants in the Last Month of Taiwanese Patients With Metastatic Cancer, 2001-2010: A Retrospective Cohort Study / T.W. Liu, Y.N. Hung, T.C. Soong, S.T. Tang // *Medicine (Baltimore)*. – 2015. – Vol. 94, N 32. – P. e1354.

187. FDG PET of infection and inflammation / C. Love, M.B. Tomas, G.G. Tronco, C.J. Palestro // *Radiographics*. – 2005. – Vol. 25, N 5. – P. 1357-1368.

188. MacNeil J.A. Improved reproducibility of high-resolution peripheral quantitative computed tomography for measurement of bone quality / J.A. MacNeil, S.K. Boyd // *Med. Eng. Phys.* – 2008. – Vol. 30, N 6. – P. 792-799.

189. Mah P. Deriving Hounsfield units using grey levels in cone beam computed tomography / P. Mah, T.E. Reeves, W.D. McDavid // *Dentomaxillofac. Radiol.* – 2010. – Vol. 39, N 6. – P. 323-335.

190. Maini A. Resorption: within or without? The benefit of cone-beam computed tomography when diagnosing a case of an internal/external resorption defect / A. Maini, P. Durning, N. Drage // *Br. Dent. J.* – 2008. – Vol. 204, N 3. – P. 135-137.

191. MRI of suspected lower extremity musculoskeletal infection in the pediatric patient: how useful is bilateral imaging? / Z.A. Metwalli, J.H. Kan, K.A. Munjal, R.C. Orth, W. Zhang, R.P. Guillerman // *AJR Am. J. Roentgenol.* – 2013. – Vol. 201, N 2. – P. 427-432.

192. Miracle A.C. Conebeam CT of the head and neck, part 1: physical principles / A.C. Miracle, S.K. Mukherji // *AJNR Am. J. Neuroradiol.* – 2009. – Vol. 30, N 6. – P. 1088-1095.

193. Misch C.E. Implant quality of health scale: A clinical assessment of the health disease continuum / C.E. Misch, R.M. Meffert. In: *Dental Implant Prosthetics* / Ed. C.E. Misch. St. Louis: Elsevier Mosby, 2005. P. 596-603.

194. Misch C.E. Bone character: second vital implant criterion // *Dent Today*. – 1988. – N 7. – P. 39-40.

195. Misch C.E. Density of bone: effect on treatment plans, surgical approach, healing, and progressive bone loading // *Int. J. Oral Implantol.* – 1990. – Vol. 6, N 2. – P. 23-31.

196. Misch K.A. Accuracy of cone beam computed tomography for periodontal defect measurements / K.A. Misch, E.S. Yi, D.P. Sarment // *J. Periodontol.* – 2006. – Vol. 77, N 7. – P. 1261-1266.

197. Mol A. In vitro cone beam computed tomography imaging of periodontal bone / A. Mol, A. Balasundaram // *Dentomaxillofac. Radiol.* – 2008. – Vol. 37, N 6. – P. 319-324.

198. Analysis of intensity variability in multislice and cone beam computed tomography / O. Nackaerts, F. Maes, H. Yan, P. Couto Souza, R. Pauwels, R. Jacobs // *Clin. Oral Implants Res.* – 2011. – Vol. 22, N 8. – P. 873-879.

199. Morphometric analysis of mandibular trabecular bone using cone beam computed tomography: an in vitro study / M. Naitoh, H. Aimiya, A. Hirukawa, E. Ariji // *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* – 2010. – Vol. 25, N 6. – P. 1093-1098.

200. Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of maxillary first and second molars in an Indian population / P. Neelakantan, C. Subbarao, R. Ahuja, C.V. Subbarao, J.L. Gutmann // *J. Endod.* – 2010. – Vol. 36, N 10. – P. 1622-1627.

201. Neelakantan P. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root

canal morphology / P. Neelakantan, C. Subbarao, C.V. Subbarao // J. Endod. – 2010. – Vol. 36, N 9. – P. 1547-1551.

202. Norton M.R. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan / M.R. Norton, C. Gamble // Clin. Oral Implants Res. – 2001. – Vol. 12, N 1. – P. 79-84.

203. Evaluation of high-resolution cone beam computed tomography in the detection of simulated interradicular bone lesions / M. Noujeim, T. Prihoda, R. Langlais, P. Nummikoski // Dentomaxillofac. Radiol. – 2009. – Vol. 38, N 3. – P. 156-162.

204. Assessments of trabecular bone density at implant sites on CT images / R.C. de Oliveira, C.R. Leles, L.M. Normanha, C. Lindh, R.F. Ribeiro-Rotta // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod. – 2008. – Vol. 105, N 2. – P. 231-238.

205. Use of  $(99m)Tc$ -sulesomab for the diagnosis of prosthesis infection after total joint arthroplasty / E.E. Pakos, A.D. Fotopoulos, K.S. Stafilas, I. Gavriilidis, G. Al Boukarali, S. Tsioris, T.A. Xenakis // J. Int. Med. Res. – 2007. – Vol. 35, N 4. – P. 474-481.

206. Palestro C.J. Radionuclide imaging of osteomyelitis // Semin. Nucl. Med. – 2015. – Vol. 45, N 1. – P. 32-46.

207. Palestro C.J. Scintigraphic diagnosis of inflammation and infection. In: Fundamentals of Diagnostic Radiology. 4<sup>th</sup> edition / Eds. W. Brant, C. Helms. Philadelphia, PA: Lippincott, Williams and Wilkins, 2012. P. 1339-1352.

208. Osteomyelitis: diagnosis with  $(99m)Tc$ -labeled antigranulocyte antibodies compared with diagnosis with  $(111)In$ -labeled leukocytes – initial experience / C.J. Palestro, S.L. Kipper, F.L. Weiland, C. Love, M.B. Tomas // Radiology. – 2002. – Vol. 223, N 3. – P. 758-764.

209. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography / S. Patel, A. Dawood, F.

Mannocci, R. Wilson, T. Pitt Ford // Int. Endod. J. – 2009. – Vol. 42, N 6. – P. 507-515.

210. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems / S. Patel, A. Dawood, T.P. Ford, E. Whaites // Int. Endod. J. – 2007. – Vol. 40, N 10. – P. 818-830.

211. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography – an in vivo investigation / S. Patel, A. Dawood, R. Wilson, K. Horner, F. Mannocci // Int. Endod. J. – 2009. – Vol. 42, N 9. – P. 831-838.

212. Patel S. The use of cone beam computed tomography in the management of external cervical resorption lesions / S. Patel, A. Dawood // Int. Endod. J. – 2007. – Vol. 40, N 9. – P. 730-737.

213. Pineda C. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy / C. Pineda, R. Espinosa, A. Pena // Semin. Plast. Surg. – 2009. – Vol. 23, N 2. – P. 80-89.

214. Pineda C. Imaging of osteomyelitis: current concepts / C. Pineda, A. Vargas, A.V. Rodriguez // Infect. Dis. Clin. North Am. – 2006. – Vol. 20, N 4. – P. 789-825.

215. Accuracy of three-dimensional measurements using cone-beam CT / H.M. Pinsky, S. Dyda, R.W. Pinsky, K.A. Misch, D.P. Sarment // Dentomaxillofac. Radiol. – 2006. – Vol. 35, N 6. – P. 410-416.

216. Positron emission tomography as a diagnostic tool in infection: present role and future possibilities / S. Basu, T. Chryssikos, S. Moghadam-Kia, H. Zhuang, D.A. Torigian, A. Alani // Semin. Nucl. Med. – 2009. – Vol. 39, N 1. – P. 36- 51.

217. Pothuaud L. Correlations between grey-level variations in 2D projection images (TBS) and 3D microarchitecture: applications in the study of human trabecular bone microarchitecture / L. Pothuaud, P. Carceller, D. Hans // Bone. – 2008. – Vol. 42, N 4. – P. 775-787.

218. Pugmire B.S. Role of MRI in the diagnosis and treatment of osteomyelitis in pediatric patients / B.S. Pugmire, R. Shailam, M.S. Gee // World J. Radiol. – 2014. – Vol. 6, N 8. – P. 530-537.

219. A multicentre, retrospective case-control study assessing the role of trabecular bone score (TBS) in menopausal Caucasian women with low areal bone mineral density (BMDa): Analysing the odds of vertebral fracture / B. Rabier, A. Héraud, C. Grand-Lenoir, R. Winzenrieth, D. Hans // Bone. – 2010. – Vol. 46, N 1. – P. 176-181.

220. Preoperative evaluation of bone quality and bone density using a novel CT/microCT-based hard-normal-soft classification system / A. Rebaudi, P. Trisi, R. Celli, G. Cecchini // Int. J. Oral Maxillofac. Implants. – 2010. – Vol. 25, N 1. – P. 75-85.

221. Ambiguity in bone tissue characteristics as presented in studies on dental implant planning and placement: a systematic review / R.F. Ribeiro-Rotta, C. Lindh, A.C. Pereira, M. Rohlin // Clin. Oral Implants Res. – 2011. – Vol. 22, N 8. – P. 789-801.

222. Rowe S.P. The role of PET in the evaluation of musculoskeletal infections / S.P. Rowe, S.Y. Cho // Semin. Musculoskelet. Radiol. – 2014. – Vol. 18, N 2. – P. 166-174.

223. A computer-simulation model relating bone-cell metabolism to mechanical adaptation of trabecular architecture / R. Ruimerman, R. Huiskes, G.H. van Lenthe, J.D. Janssen // Comput. Methods Biomech. Biomed. Engin. – 2001. – Vol. 4, N 5. – P. 433-448.

224. A 3-dimensional computer model to simulate trabecular bone metabolism / R. Ruimerman, B. van Rietbergen, P. Hilbers, R. Huiskes // Biorheology. – 2003. – Vol. 40, N 1-3. – P. 315-320.

225. Saito M. Bone quality in lifestyle-related diseases / M. Saito, K. Marumo // Clin. Calcium. – 2011. – Vol. 21, N 5. – P. 655-660.

226. Saito M. Bone quality / M. Saito, K. Marumo // Nihon Rinsho. – 2015. – Vol. 73, N 10. – P. 1665-1672.

227. Saito M. Bone quality in diabetes / M. Saito, K. Marumo // *Front. Endocrinol. (Lausanne)*. – 2013. – Vol. 4. – P. 72.

228. Use of cone beam computed tomography in endodontics / W.C. Scarfe, M.D. Levin, D. Gane, A.G. Farman // *Int. J. Dent.* – 2009. – Vol. 2009. – N 634567.

229. Diagnostic criteria for the detection of mandibular osteomyelitis using cone-beam computed tomography / D. Schulze, M. Blessmann, P. Pohlenz, K.W. Wagner, M. Heiland // *Dentomaxillofac. Radiol.* – 2006. – Vol. 35, N 4. – P. 232-235.

230. Accuracy of volumetric bone mineral density measurement in high-resolution peripheral quantitative computed tomography / K. Sekhon, G.J. Kazakia, A.J. Burghardt, B. Hermannsson, S. Majumdar // *Bone*. – 2009. – Vol. 45, N 3. – P. 473-479.

231. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index / T. Shapurian, P.D. Damoulis, G.M. Reiser, T.J. Griffin, W.M. Rand // *Int. J. Oral Maxillofac Implants*. – 2006. – Vol. 21, N 2. – P. 290-297.

232. Quantitative evaluation of bone density using the Hounsfield index / T. Shapurian, P.D. Damoulis, G.M. Reiser, T.J. Griffin, W.M. Rand // *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*. – 2006. – Vol. 21, N 2. – P. 290-297.

233. Bone density: comparative evaluation of Hounsfield units in multislice and cone-beam computed tomography / I.M. Silva, D.Q. Freitas, G.M. Ambrosano, F.N. Bóscolo, S.M. Almeida // *Braz. Oral Res.* – 2012. – Vol. 26, N 6. – P. 550-556.

234. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation / M.A. Silva, U. Wolf, F. Heinicke, A. Bumann, H. Visser, E. Hirsch // *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* – 2008. – Vol. 133, N 5. – P. 640.e1-5.

235. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography and conventional multislice spiral tomography in sheep mandibular condyle

fractures / Y. Sirin, K. Guven, S. Horasan, S. Sencan // Dentomaxillofac. Radiol. – 2010. – Vol. 39, N 6. – P. 336-342.

236. Soğur E. Imaging of root canal fillings: a comparison of subjective image quality between limited cone-beam CT, storage phosphor and film radiography / E. Soğur, B.G. Baksi, H.G. Gröndahl // Int. Endod. J. – 2007. – Vol. 40, N 3. – P. 179-185.

237. Song Y.D. Correlation between bone quality evaluated by cone-beam computerized tomography and implant primary stability / Y.D. Song, S.H. Jun, J.J. Kwon // Int. J. Oral Maxillofac. Implants. – 2009. – Vol. 24, N 1. – P. 59-64.

238. Stavropoulos A. Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws / A. Stavropoulos, A. Wenzel // Clin. Oral Investig. – 2007. – Vol. 11, N 1. – P. 101-106.

239. Strobel K. PET/CT in musculoskeletal infection / K. Strobel, K.D. Stumpe // Semin. Musculoskelet. Radiol. – 2007. – Vol. 11, N 4. – P. 353-364.

240. Cone beam CT imaging of airgun injuries to the craniomaxillofacial region / C. Stuehmer, H. Essig, K.H. Bormann, O. Majdani, N.C. Gellrich, M. Rücker // Int. J. Oral Maxillofac. Surg. – 2008. – Vol. 37, N 10. – P. 903-906.

241. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography / A. Suomalainen, T. Vehmas, M. Kortesniemi, S. Robinson, J. Peltola // Dentomaxillofac. Radiol. – 2008. – Vol. 37, N 1. – P. 10-17.

242. Clinical application of cone beam computed tomography for ideal absorbable membrane placement in interproximal bone defects / M. Takane, S. Sato, K. Suzuki, T. Fukuda, Y. Asano, K. Honda, Y. Arai, K. Ito // J. Oral Sci. – 2010. – Vol. 52, N 1. – P. 63-69.

243. Cortical bone water: in vivo quantification with ultrashort echo-time MR imaging / A. Techawiboonwong, H.K. Song, M.B. Leonard, F.W. Wehrli // Radiology. – 2008. – Vol. 248, N 3. – P. 824-833.

244. The accuracy of diagnostic imaging for the assessment of chronic osteomyelitis: a systematic review and meta-analysis / M.F. Termaat, P.G. Raijmakers, H.J. Scholten, F.C. Bakker, P. Patka, H.J. Haarman // J. Bone Joint Surg. Am. – 2005. – Vol. 87, N 11. – P. 2464-2471.

245. The importance of CBCT imaging to determine the characteristics of a bone sequestrum in a case of chronic osteomyelitis / I. Akkas, S. Tozoglu, F. Caglayan, F. Özcan // Cumhuriyet Dental Journal. – 2013. – Vol.16, N 2. – P. 138-143.

246. The effect of voxel size on high-resolution peripheral computed tomography measurements of trabecular and cortical bone microstructure / W. Tjong, G.L. Kazakia, A.J. Burghardt, S. Majumdar // Med. Phys. – 2012. – Vol. 39, N 4. – P. 1893-1903.

247. Tohka S. Extremity imaging with cone beam computed tomography // HIRE. – 2011. – Vol. 6, N 4. – P. 39-41.

248. Relationship between bone morphology and bonequality in male tibias: implications for stress fracture risk / S.M. Tommasini, P. Nasser, M.B. Schaffler, K.J. Jepsen // J. Bone Miner. Res. – 2005. – Vol. 20, N 8. – P. 1372-1380.

249. Trisi P. Bone classification: clinical-histomorphometric comparison / P. Trisi, W. Rao // Clin. Oral Implants Res. – 1999. – Vol. 10, N 1. – P. 1-7.

250. Tsurumachi T. A new cone beam computerized tomography system for use in endodontic surgery / T. Tsurumachi, K. Honda // Int. Endod. J. – 2007. – Vol. 40, N 3. – P. 224-232.

251. Weight-bearing CT imaging of the lower extremity / E.K. Tuominen, J. Kankare, S.K. Koskinen, K.T. Mattila // AJR Am. J. Roentgenol. – 2013. – Vol. 200, N 1. – P. 146-148.

252. Stability and marginal bone level measurements of unsplinted implants used for mandibular overdentures: a 1-year randomized prospective clinical study comparing early and conventional loading protocols / I. Turkyilmaz, L. Sennerby, C. Tumer, M. Yenigul, M. Avci // Clin. Oral Implants Res. – 2006. – Vol. 17, N 5. – P. 501-505.

253. Turkyilmaz I. Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography / I. Turkyilmaz, T.F. Tözüm, C. Tumer // J. Oral Rehabil. – 2007. – Vol. 34, N 4. – P. 267-272.

254. Typical patterns of bone involvement in whole-body MRI of patients with chronic recurrent multifocal osteomyelitis (CRMO) / T. von Kalle, N. Heim, T. Hospach, M. Langendörfer, P. Winkler, T. Stuber // Rofo. – 2013. – Vol. 185, N 7. – P. 655-661.

255. Comparison of Tc-99m methylene diphosphonate, Tc-99m human immune globulin, and Tc-99m-labeled white blood cell scintigraphy in the diabetic foot / S.N. Unal, H. Birinci, S. Baktiroğlu, S. Cantez // Clin. Nucl. Med. – 2001. – Vol. 26, N 12. – P. 1016-1021.

256. PET and SPECT in osteomyelitis and prosthetic bone and joint infections: a systematic review / W. van der Bruggen, C.P. Bleeker-Rovers, O.C. Boerman, M. Gotthardt, W.J. Oven // Semin. Nucl. Med. – 2010. – Vol. 40, N 1. – P. 3-15.

257. Comparison of conventional radiography with cone beam computed tomography for detection of vertical root fractures: an in vitro study / M. Varshosaz, M.A. Tavakoli, M. Mostafavi, A.A. Baghban // J. Oral Sci. – 2010. – Vol. 52, N 4. – P. 593-597.

258. Diagnosis of orthopedic infection in clinical practice using Tc-99m sulesomab (antigranulocyte monoclonal antibody fragment Fab'2) / A.G. Vicente, M. Almoguera, J.C. Alonso, A.J. Heffernan, A. Gomez, P.I. Contreras, J. Martin-Comin // Clin. Nucl. Med. – 2004. – Vol. 29, N 12. – P. 781-785.

259. High-resolution pQCT analysis at the distal radius and tibia discriminates patients with recent wrist and femoral neck fractures / L. Vico, M. Zouch, A. Amrouche, D. Frère, N. Laroche, B. Koller, A. Laib, T. Thomas, C. Alexandre // *J. Bone Miner. Res.* – 2008. – Vol. 23, N 11. – P. 1741-1750.

260. MRI versus scintigraphy with  $^{99m}\text{Tc}$ -HMPAO-labelled granulocytes in the diagnosis of bone infection / E. Vittorini, E. del Giudice, A. Pizzoli, R. Caudana // *Radiol. Med.* – 2005. – Vol. 109, N 4. – P. 395-403.

261. Waldvogel F.A. Infectious diseases in the 21st century: old challenges and new opportunities // *Int. J. Infect. Dis.* – 2004. – Vol. 8, N 1. – P. 5-12.

262. Waldvogel F.A. Osteomyelitis: a review of clinical features, therapeutic considerations and unusual aspects / F.A. Waldvogel, G. Medoff, M.N. Swartz // *N. Engl. J. Med.* – 1970. – Vol. 282, N 4. – P. 198-206.

263. The bone "quality" problem / S. Wallach, J.D. Feinblatt, J.H. Carstens, L.V. Avioli // *Calcif. Tissue Int.* – 1992. – Vol. 51, N 3. – P. 169-172.

264. Walter C. Accuracy of three-dimensional imaging in assessing maxillary molar furcation involvement / C. Walter, R. Weiger, N.U. Zitzmann // *J. Clin. Periodontol.* – 2010. – Vol. 37, N 5. – P. 436-441.

265. A meta-analysis of fluorodeoxyglucose-positron emission tomography versus scintigraphy in the evaluation of suspected osteomyelitis / G.L. Wang, K. Zhao, Z.F. Liu, M.J. Dong, S.Y. Yang // *Nucl. Med. Commun.* – 2011. – Vol. 32, N 12. – P. 1134-1142.

266. Evaluation of the root and canal morphology of mandibular first permanent molars in a western Chinese population by cone-beam computed tomography / Y. Wang, Q.H. Zheng, X.D. Zhou, L. Tang, Q. Wang, G.N. Zheng, D.M. Huang // *J. Endod.* – 2010. – Vol. 36, N 11. – P. 1786-1789.

267. Watts N.B. Bone quality: getting closer to a definition // *J. Bone Miner. Res.* – 2002. – Vol. 17, N 7. – P. 1148-1150.

268. Role of trabecular microarchitecture and its heterogeneity parameters in the mechanical behavior of ex vivo human L3 vertebrae / J. Wegrzyn, J.P. Roux, M.E. Arlot, S. Boutroy, N. Vilayphiou, O. Guyen, P.D. Delmas, R. Chapurlat, M.L. Bouxsein // *J. Bone Miner. Res.* – 2010. – Vol. 25, N 11. – P. 2324-2331.

269. The diagnostic value of [(18)F]FDG PET for the detection of chronic osteomyelitis and implant-associated infection / V. Wenter, J.P. Müller, N.L. Albert, S. Lehner, W.P. Fendler, P. Bartenstein, C.C. Cyran, J. Friederichs, M. Militz, M. Hacker, S. Hungerer // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging.* – 2015. – Vol. 43, N 4. – P. 749-761.

270. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation / R. Zhang, H. Yang, X. Yu, H. Wang, T. Hu, P.M. Dummer // *Int. Endod. J.* – 2011. – Vol. 44, N 2. – P. 162-169.

271. Etiologic diagnosis of chronic osteomyelitis: a prospective study / A.F. Zuluaga, W. Galvis, J.G. Saldarriaga, M. Agudelo, B.E. Salazar, O. Vesga // *Arch. Intern. Med.* – 2006. – Vol. 166, N 1. – P. 95-100.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

АКТ О ВНЕДРЕНИИ  
предложений соискателя

1. Наименование предложения для внедрения: методы лучевой диагностики исследования качества кости у больных хроническим остеомиелитом  
 Кем и когда предложен **ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А.Илизарова» МЗ РФ, Александров С.М.**: Методика и критерии количественной оценки качества кости у больных хроническим остеомиелитом (*рацпредложение №3/2015*); Методика и критерии качественной оценки состояния длинных костей нижних конечностей у больных хроническим остеомиелитом (*рацпредложение №4/2015*)
2. Источник информации: Диссертация «Мультирезовая компьютерная томография (МСКТ) в определении качества кости у больных с хроническим остеомиелитом», «Оценка качества кости методом МСКТ у больных хроническим остеомиелитом. Г.В. Дьячкова, К.А. Дьячков, С.М. Александров, Т.А. Ларионова», "Российский электронный журнал лучевой диагностики" Т.3-№2. 2013г. с.270-271.
3. Характер внедрения – используются при обследовании больных хроническим остеомиелитом в рентгеновском отделении ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. ак. Г.А. Илизарова
4. Эффективность внедрения. Использование данных предложений позволяет получить качественные и количественные данные о состоянии кости у больных хроническим остеомиелитом для выбора метода лечения, методики оперативного вмешательства, проводить мероприятия для профилактики осложнений, сокращать сроки лечения
5. Замечания, предложения Методики исследования качества кости у больных хроническим остеомиелитом могут использоваться в отделениях лучевой диагностики, применяться при обучении студентов и врачей на кафедрах лучевой диагностики, лучевой терапии; травматологии и ортопедии

Дата «3» марта 2016 г.

Подпись отв. за внедрение

Руководитель учебного отдела, д.м.н., профессор  Солдатов Ю.П.

