

УДК 616.71-053-007.234

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ОСТЕОПОРОЗА В МОЛОДОМ ВОЗРАСТЕ И ЕГО РАННЕЙ СОВРЕМЕННОЙ ДИАГНОСТИКИ**Положаева И.В., Алиякпаров М.Т.***Карагандинский государственный медицинский университет, Караганда, e-mail: Ineet@mail.ru*

Проведя литературный обзор, можно сказать, что студенты и молодежь составляют значительную часть активного трудоспособного населения. Это, конечно же, будущий экономический, трудовой, оборонный и культурный потенциал нашего государства и нации. Охрана здоровья подрастающего поколения – важная государственная задача, так как фундамент здоровья взрослого населения страны. По данным многочисленных исследований наиболее распространенным заболеванием костной ткани, и соответственно, основной причиной возникновения «хрупких» переломов является остеопороз (ОП). Согласно данным ВОЗ, уже сегодня остеопороз стоит на третьем месте после сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета в списке самых главных медико-социальных проблем современности. Одной из причин роста заболеваемости остеопорозом у взрослых является остеопения в детском возрасте. Актуальность проблемы ОП в медицинской практике определяется тем, что прогрессивное увеличение числа больных остеопорозом в популяции происходит не только за счет увеличения длительности жизни у населения, но и вследствие «омоложения» заболевания. Что еще раз показывает надобность ранней диагностики заболевания самым современным и безопасным методом. Анализируя литературные источники об истории возникновения всех используемых когда-либо методов, опираясь на их плюсы и минусы, методом выбора для исследования пациентов в молодом возрасте явилась ультразвуковая денситометрия, превосходя остальные прежде всего своей новизной, безопасностью, неинвазивностью, информативностью, точностью, доступностью и быстротой диагностики.

Ключевые слова: остеопороз, остеопения, остеометрия, ультразвуковая денситометрия, минеральная плотность костной ткани (МПКТ)

THE URGENCY OF THE PROBLEM OF OSTEOPOROSIS AT A YOUNG AGE AND ITS EARLY MODERN DIAGNOSIS**Polozhaeva I.V., Aliyakparov M.T.***Karaganda State Medical University, Karaganda, e-mail: Ineet@mail.ru*

Having conducted a literary review, the data says that students and youth make up a significant part of the active working-age population. This is the future economic, labor, defensive and cultural potential of our State and nation. Health care of the younger generation is an important aim of the State, as it is the foundation for the health of the adult population of the country. According to numerous research, the most common bone tissue disease, and consequently, the main reason of «fragile» fractures is osteoporosis. According to WHO, osteoporosis is already on the third place after cardiovascular diseases and diabetes in the list of the most important medical and social problems of our times. One of the reasons for the increase in osteoporosis incidence in adults is osteopenia in childhood. The urgency of the problem of osteoporosis in the medical practice is determined by the fact that the progressive increase in the number of patients with osteoporosis in the population is not only due to the increase in life expectancy of the population, but also as a result of «rejuvenation» of the disease. Early diagnosis of the disease by the latest and safest method is necessary. Analyzing literary sources about the history of origin of all methods ever used, basing on their advantages and disadvantages, the method of choice for examination of patients at a young age was an ultrasound densitometry, surpassing all other methods primarily by its novelty, safety, non-invasiveness, information value, accuracy, availability and speed of diagnosis.

Keywords: osteoporosis, osteopenia, osteometry, ultrasonic densitometry, bone mineral density (BMD)

Остеопороз (ОП) – это прогрессирующее заболевание скелета метаболического характера, при котором отмечается системная потеря костной массы с нарушением его строения, разнящаяся с возрастной и половой нормой, ведущая за собой снижение физической прочности кости и возникновение риска развития переломов даже при незначительной травматизации. Все это ведет за собой к снижению качества жизни, ранней инвалидности и в некоторых случаях даже смертности [1]. Например, травмы позвоночника занимают 10–26% от всех костно-суставных повреждений. Из них более чем 50% случаев приводят к инвалидности, ко-

торая в свою очередь занимает 4,9–18,7% от всех причин первичной инвалидизации.

До конца прошлого века остеопороз (ОП) не был известен как нозология. Хотя уже в те времена, в искусстве Древнего Китая, Греции можно было описать внешние признаки ОП, это подтверждалось и в костных изменениях найденных североамериканских индейцев 2000 лет до нашей эры. Первые патологоанатомические описания остеопороза принадлежат Н. Gerth, 1930 г. и G. Schmorl, 1931 г. Остеопороз становится заболеванием известным благодаря работам американского ученого – основоположника клинической остеологии – Fuller Albright

1984 г., который обосновал важность процессов образования и резорбции костной ткани (метаболизма кости), изменяющиеся при ОП.

В современном мире данная проблема, именуемая «молчаливой эпидемией 21 века», с каждым годом стоит все острее и острее в медицине, занимая позиции проблемы человечества, как в медико-социальном, так и в экономическом развитии, за счет чрезвычайно высокой стоимости лечения остеопоротических переломов и последующих реабилитаций, которая очень выражен сказывается на здравоохранении страны. У данного заболевания нет нации, оно атакует всех независимо от этнических параметров. Уже сегодня по данным ВОЗ остеопороз стоит на третьем месте после сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета. Он выявлен у 75 миллионов людей в странах США, Европы и Японии [2]. Каждая третья женщина в возрасте 75 лет страдает данной патологией. Растет количество лиц с данной патологией за счет разных возрастных групп. Ежедневно количество популяции увеличивается на 250 тысяч человек, по данным центра демографии и экологии человека. Из них самый распространенный возраст 60 лет, который на данный момент занимает, например, в России 20%. Несмотря на увеличение продолжительности жизни населения, частота возникновения ОП также увеличивается, за счет роста данного заболевания с возрастом [2]. Также предыдущие исследования, проведенные в Казахстане, показали, что уровень минеральной плотности костной ткани (МПКТ) у жителей РК ниже, чем у населения Европы и России идентичного пола и возраста. Например, МПКТ проксимального отдела бедренной кости и поясничного отдела позвоночника у казахстанца достоверно ниже, в среднем у женщины на 6,9% и 9,3%, у мужчин на 21,6% и 11,9%, чем у европейцев и россиян. Если сравнивать темпы возрастной потери плотности кости, здесь тоже отмечается более прогрессивное снижение у людей, проживающих в Казахстане, нежели у лиц других стран с разницей в 1,5–2 раза у женщин и в 2,5–3 у мужчин [3].

При остеопорозе нет четкой клиники, которая являлась бы характерной для данного заболевания. По факту имеются лишь уже возникшие переломы. Поэтому знание и учет всех факторов риска является одним из главных аспектов при диагностике, профилактике и определении тактики ведения больного [4]. Проведенный поиск и последующий анализ полученных данных за последние несколько лет показал нам опреде-

ленные факторы риска, которые влияют на развитие остеопороза и переломы, вызванные данными изменениями в костях. До сих пор они в полном объеме не изучены, но в настоящее время их отмечается достаточно большое количество, для обоснования выраженного внимания здравоохранения к данному «бичу» медицины. Определяют около 80 факторов, влияющих на минеральную плотность костной ткани, а как известно, уровень МПКТ является основным диагностическим критерием ОП, то есть это важный предиктор остеопоротических переломов [3].

Факторы, такие как географические, социально-экономические, однозначно влияют на плотность кости. В том числе это малоподвижный образ жизни, что можем отнести практически к большему проценту популяции, в связи с физической леностью, развитием технологий, упрощающих жизнь человека, наличием практически в каждой семье автомобиля, уменьшением количества пешеходных прогулок. При длительном, вынужденном ограничении мышечной динамики происходит расстройство трофики и минерального обмена, мышечная атрофия, декальцинация костей, гиперлитиаз, тромбоз вен. При постоянных же физических нагрузках, как было ранее доказано, степень потери минеральных солей снижена.

Другой фактор – это «природные» дефицитные состояния организма в солях кальция: относят сюда беременное состояние женщины, кормление грудью. Это лица репродуктивного возраста, которые занимают немалую и в то же время важную часть населения как демографический показатель страны [5].

Низкая масса тела, курение, алкоголь, что также в наше время является пропагандой среди молодежи в сфере современного стиля, навязываемые телевидением, модными тенденциями. Переломы в анамнезе, как множественные, так и единичные, длительное применение кортикостероидов, ревматоидный артрит, саркоидоз, цирроз печени, лейкоз, сахарный диабет, вибрационная болезнь [6].

Наследственность – семейный анамнез остеопороза, где отмечается более низкая МПКТ. Принято считать, что данные изменения связаны с низким пиком костной массы. Ретроспективный анализ показал, что при исследовании 34928 пациентов доказал связь между наличием в анамнезе переломов у родителей на фоне остеопороза. Например, при наличии перелома проксимального отдела бедра повышал риск переломов еще больше (ОР = 2,27,95%, ДИ 1,25; 1,88) [6, 7].

Возрастные изменения, переломы в анамнезе – один из главных факторов, при которых снижается способность организма правильно и адекватно реагировать на внутренние и внешние изменения. Неизбежные процессы, такие как старение ткани, нарушение трофики кости при атеросклерозе и уменьшение в костной ткани количества альбумина, является главной причиной в нарушении обмена кальция, так как альбумин необходим для транспорта данного минерала в кость и обратно [8].

Все вышеперечисленные воздействия, приводящие к развитию остеопороза, оказывают влияние на минеральную плотность костной ткани, которая в свою очередь имеет место быть как самостоятельная причина, приводящая к данному заболеванию. Общество часто воспринимает ОП как возрастную болезнь, удел пожилых лиц, что является глубочайшим заблуждением и ошибкой, которое расслабляет бдительность. Многочисленные исследования показывают, что проблема костной прочности закладывается еще в детском возрасте в период созревания организма, когда отмечается резкий скачок развития за короткий период времени, который напрямую зависит от генетических, гормональных изменений, алиментарных причин и хронических заболеваний. В свою очередь это нарушает правильное формирование и минерализацию костного скелета, которая активно набирает обороты роста к 18 годам (до 90%), достигая пиковой массы [9].

Пиковая костная масса определяется наивысшим значением показателей плотности скелета, после чего начинает отмечаться неизбежное возрастное и физиологическое снижение запасов кальция, что уже отмечается после 30 лет. Следовательно, остеопения в детском возрасте напрямую связана с великим риском появления остеопороза и переломов костей в последующем [10]. В связи с этим в последние годы в России отмечается повышение интереса к проблеме остеопороза у детей и подростков. По данным эпидемиологических исследований в РФ у 10–30% детского населения (в зависимости от возраста) практически здоровых российских детей выявлено снижение МПКТ [11].

Все это говорит о том, что глобализация ОП происходит не только за счет ежегодного увеличения пораженных лиц с учетом удлинения периода жизни, но и за счет «омоложения» заболевания [9, 11, 12].

В 2011 году в РК Казахской академией питания и Казахским национальным медицинским университетом им. С.Д. Асфендиярова было проведено скрининговое обследо-

вание населения методом ультразвуковой денситометрии, что показало выраженное снижение минеральной плотности кости 74,4% из них ОП составил 22,2%. По результатам Карагандинская область заняла второе место, уступая лишь Алматинской области. Изменениям МПКТ были подвержены как женщины, так и мужчины, но, к сожалению, возраст поражения женщин значительно помолодел, снижение показателей фиксировалось еще до установления менопаузы [13].

Несмотря на то, что к проблеме остеопороза привлечено внимание мировой медицинской общественности, несмотря на глобальность проблемы, многие вопросы нарушения костного метаболизма далеки от разрешения. Прежде всего, главную роль в решении различных проблем остеопороза принадлежит современной диагностике потери костной массы еще в молодом возрасте. Это становится возможным при условии использования не облучаемых, достаточно информативных, экономически доступных и необременительных в исполнении методов массового обследования населения для диагностики нарушения процессов становления костной ткани. В свою очередь это способствует профилактике ОП и, конечно же, снижению инвалидизации в будущем, то есть повышая коэффициент здоровья нации.

Определенную диагностическую ценность имеет метод костной денситометрии, позволяющий выявить изменение состояния минеральной плотности костной ткани (МПКТ) пораженной области в разные стадии заболевания. К данным методам относятся такие методы, как изотопная абсорбциометрия костей, двухфотонная рентгеновская абсорбциометрия, ультразвуковая денситометрия костей. Все они являются самыми чувствительными методами в ранней диагностики остеопороза.

Самый первый метод – изотопная абсорбциометрия костей (ИАК). Появился данный метод в 1970-е годы, использовался для оценки массы кости и минеральных ее веществ. Основным принципом работы данного метода было следующее: исследуемый участок скелета помещали между источником гамма-частиц ^{131}I , ^{153}Gd и детектором излучения, соединенным с компьютером. Где часть гамма-частиц поглощалась при прохождении через кость, по величине данного поглощения производился расчет плотности костной ткани и содержание в ней минеральных веществ. Главный и достаточно важный недостаток данного метода – это значительная лучевая нагрузка, которая составляла 50–500 Зв [14].

Двухфотонная рентгеновская абсорбциометрия (ДФА) – высокочувствительный метод. Он позволяет выявить потерю всего 2–3 % массы кости. В США и некоторых европейских странах двухфотонную рентгеновскую абсорбциометрию используют для массовых обследований женщин в постменопаузе для ранней диагностики остеопороза [14]. Данный метод способен количественно оценить степень ослабления потока фотонов после прохождения через костную или мягкие ткани. Здесь используется радионуклеид ^{153}Gd или два радионуклеида, которые излучают фотоны с энергией отличных друг от друга 44 и 100кэВ. По пути сканирования происходит последовательное вычисление плотности кости. В итоге происходит оценка костной ткани, которая повлияла на ослабление потока фотона и сравнение со стандартами. Главными объектами для исследования являются проксимальный отдел бедренной кости и поясничный отдел позвоночника. Например, для исследования поясничного отдела затрачивается 30 минут с погрешностью данных МПКТ 2–4 %, бедренной кости 30–45 минут, где погрешность составит 4 %. Преимуществами данного метода можно считать возможность количественной оценки МПКТ тех частей скелета, которые окружены большим количеством мягких тканей, где потребуются 60 минут. Однако ДФА имеет ряд ограничений, одно из которых – высокая стоимость исследования. Погрешность метода ограничивает его применение для оценки динамики МПКТ.

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) – современный метод оценки МПКТ приходит в 1990-е годы, метод идентичен ДФА, но в данном случае не используется радиоактивный изотоп, а предпочтение отдается рентгеновской трубке. Исследуемая область – дистальные участки лучевой и плечевой костей, а также пяточная кость. Рентгеновская трубка создает поток фотонов с большей интенсивностью, которые в дальнейшем не нуждаются в постоянной корректировке. В итоге в сравнении с ДФА при данном исследовании время сканирования уменьшается до 20 минут, точность исследования увеличивается, допустимая погрешность составляет 0,9–2,3 % в зависимости от зоны исследования. Уровень облучения в сравнении с другими лучевыми методами достаточно низкий 20–50 мкЗв. В результате, данный метод быстро вытесняет ДФА, за счет своих явных преимуществ [15]. Данный метод получил широкое признание в диагностике остеопороза, при многочисленных исследованиях признана

корреляция переломов с изменениями показателей костной плотности. Метод обеспечивает большую точность результатов определения МПКТ, на основании проведения исследования с использованием веерной и пучковой технологии (уровень доказательности А) [4]. Исследования проводили в основном на белых женщинах в периоде постменопаузы, так как группы контроля изначально были подобраны среди белой расы, но уже в дальнейшем контрольные группы были расширены и для других рас и для другого пола, однако базы сравнения были неодинаковыми у различных фирм, производящих данный аппарат [4]. В связи с данными сложностями были предложены наиболее приемлемые оценки плотности кости, такие как Т и Z критерии, где Т-критерий показывает стандартное отклонение от среднего показателя пика костной массы для необходимого пола. Данный критерий уменьшается с постепенным снижением массы кости при увеличении возраста обследуемого. В свою очередь Z-критерий показывает отклонение от среднего показателя для исследуемого в данном возрасте. Все данные этих критериев разработаны ВОЗ, где выдвинулись показатели еще в 1994 году. Но уже в 2007 г. Международным обществом клинической денситометрии были предложены новые интерпретирующие данные выше упомянутых критериев.

Недостаток современной аппаратуры не несущие лучевую нагрузку – одна из основных проблем в организации профилактики и лечения ОП. Поэтому уже в начале 90-х годов появились новые приборы для ультразвуковой денситометрии костей. Данный метод предназначен для периферической диагностики, идеальность его объясняется дешевизной и свободностью от лучевых нагрузок. Применяют его главным образом для ранней диагностики остеопороза. Он позволяет оценивать не только плотность, но и особенности строения костной ткани. Ультразвук хорошо распространяется по всем тканям, как в жидких средах, так и в среде с высокой плотностью. Но такие среды, как воздух, жир, способствуют появлению некоторой погрешности, что очень легко решается использованием специализированных гелей. Не исключено, что в скором времени ультразвуковая денситометрия как метод для массовых обследований заменит изотопную и рентгеновскую абсорбциометрию [16].

Охарактеризовать костную ткань можно с точки зрения скорости ультразвука (SOS) и его затухания (BUA), так же очевидно влияние среды на амплитуду волны [5].

Экспериментальные методы измерения скорости были рассмотрены Breazeale, что показало клиническое измерение скорости, может быть достигнуто с использованием импульс-эхо (отражения) или передачи с использованием технологии одного большого пьезоэлектрического преобразователя. В эхо-методе используется один датчик для передачи и приема сигнала. В способе же передачи используют два датчика, один действует как передатчик импульса, другой как приемник. Для применения измерения костной ткани предпочтительней метод передачи, так как кость обладает большой возможностью затухания волны импульса (затухание – механизм в губчатой кости рассеяния, в то время как поглощение преобладает в кортикальной части кости). Скорость прохождения ультразвука можно получить путем деления глубины проникновения на время прохождения. Точность [коэффициент вариации (CV) = 0,7%]. Необходимый диапазон частот, используемый для диагностики костной ткани, составляет 0,1–1 МГц.

В 1984 году Garsia продемонстрировал уменьшение затухания ультразвуковой волны бычьей кортикальной кости с уменьшением содержания минерального вещества губчатой ткани кости.

Большие сомнения вызывал такой критерий, как ширина пяточной кости, на сколько она может менять точность показателей. По истечению множества исследований, где вычисляли ширину пяточной кости, показало, что различия составляют всего +3 мм, это говорит о малой биологической вариации, исключения составляют лишь единичные патологические изменчивости [17].

Почему же главный интерес в исследовании костной ткани на наличие остеопороза вызывает пяточная кость? На это есть множество причин. Как известно первые метаболические изменения в кости происходят в губчатой части кости (в 8 раз быстрее, чем в кортикальной части), а пяточная кость в свою очередь состоит на 90% из трабекулярного вещества. Следовательно, все метаболические изменения будут протекать до кортикального слоя. Также со стороны практичности и уменьшения погрешности данная анатомическая часть представляется двумя плоскими параллельными поверхностями.

Были предложены и другие области для исследования ОП, такие как голень, фаланги, берцовые кости, но вся техника находится в процессе изучения и на данный момент не имеет базу доказательности и клиническую пригодность. Так же доказано сходство с телом позвоночного столба, где так же происходят самые первые остеопороти-

ческие изменения. На основании множественных исследований Тернера и других доказано, что скорость, измеренная при пяточной кости, имела чувствительность сопоставимую с бедренной костью и позвоночником [18].

Также после первого проспективного исследования женщин Портер и другие показали, что денситометрия пяточной кости предсказывает риск перелома бедра у женщин в возрасте постменопаузы. Исследование было проведено во Франции на 7598 очень пожилых женщин и в США на 6183 женщинах.

В 1997–1998 году в ревматологическом отделении больницы Сиднея, Новый Южный Уэльс, проводилось исследование на 326 здоровых женщинах в возрасте 45–80 лет. Им проводилась двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия поясничного отдела позвоночника и левого бедра и также ультразвуковая денситометрия пяточной кости. В результате исследования показали, что чувствительность метода УЗИ для диагностики изменения плотности кости колебалась 9–47%, специфика метода была высока 88–100%.

Были разработаны критерии диагностической оценки МПКТ. Нормальные показатели кости – это показатели, отличающиеся не более чем на одно стандартное отклонение (SD) от среднего показателя в период возрастного пика костной массы у женщин, где Т-критерий соответствует выше –1. Остеопения колеблется от –1 до –2,5 SD в соответствии со средним значением показателя возрастного пика. И остеопороз – это снижение Т-критерия более чем –2,5 SD, что считают общепринятым определением [19].

Опираясь на обобщение данных и сравнивая их с нынешней клинической практикой, выявили, что восприятие остеопороза на сегодняшний день далеко от реальных пониманий глубин всей опасности и тяжести заболевания. Таким образом, анализируя литературные сведения отечественных и зарубежных авторов с целью объективной оценки надобности ранней диагностики остеопороза, конечно же, самым безопасным и эффективным методом, таким как ультразвуковая денситометрия, дается возможность изучить потери МПКТ в более молодом возрасте. Отсутствие ионизирующего излучения, портативность оборудования, низкая стоимость, простота и быстрота использования аппарата делают данный метод привлекательным для исследования детей, беременных и кормящих женщин, что в дальнейшем наверняка обоснует использование ультразвуковой денситометрии как скринингового метода на ранних этапах патологических изменений кости.

Список литературы

1. Важнова И.М. Некоторые патогенетические и клинико-терапевтические аспекты остеопороза у детей / И.М. Важнова, А.Г. Ильин, У.Н. Клочкова // Педиатрическая фармакология. – 2011. – Т. 8, № 6. – С. 30–35.
2. Галаева Я.Ю. Новые возможности в терапии остеопороза у взрослых / Я.Ю. Галаева, И.С. Евтушенко, Е.В. Бутуев, С.К. Евтушенко [и др.] // Международный неврологический журнал. – 2010. – № 1. – С. 31.
3. Турмухамбетова А.А. Оценка минерализации костной ткани у жителей Казахстана и пути оптимизации лучевой диагностики остеопороза: автореф. дис.... д-ра мед. наук: 14.00.19. – Астана, 2010. – 38 с.
4. Лесняк О.М. Остеопороз. Диагностика, профилактика и лечение. – 2-е изд. перер. и доп. / О.М. Лесняк, Л.И. Беневоленская. – М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2009. – 272 с.
5. Амро И.Г., Грищенко О.В., Грищенко Н.Г., Ультразвуковая денситометрия в диагностике остеопенического синдрома при беременности // Вестник Харьковского национального университета имени В.Н. Каразина: Серия «Медицина». – 2006. – № 12. – 720 с.
6. The knowledge of osteoporosis risk factors in a Greek female population / K.I. Alexandraki [et. al.] // *Maturitas*. – 2008. – Vol. 59. – P. 38–45.
7. Фаламеева О.В., Храпова Ю.В. Остеопения и остеопороз в популяции г. Новосибирска в детском, подростковом и юношеском возрасте // II конф. молодых ученых по вертебрологии и смежным дисциплинам «Молодые ученые в развитии современной науки», посв. 20-летию Центра патологии позвоночника. – Новосибирск, 2008. – С. 98–99.
8. Абильдин М.А. Остеопороз как основной фактор риска развития переломов / М.А. Абильдин // *Медицина и экология*. – 2013. – № 1. – С. 18–21.
9. Состояния минеральной плотности костной ткани у лиц молодого возраста / Р.Л. Иванова, М.В. Горемыкина, А.С. Ботабаева [и др.] // II Международная конференция Медико-социальная реабилитация населения экологически неблагоприятных регионов. – Семей, 2008. – С. 22.
10. Возрастные особенности минеральной плотности костной ткани в детском возрасте / Л.А. Щеплягина, Т.Ю. Моисеева, А.О. Богатырева [и др.] // Тезисы Российского конгресса по остеопорозу (Москва, 20–22 окт., 2003 г.). – С. 90.
11. Белоусова Т.И. Минеральная плотность костной ткани у лиц молодого возраста с пониженной массой тела и марфаноидной внешностью: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.04. – Санкт-Петербург, 2016. – 200 с.
12. Лесняк О.М. Аудит состояния проблемы остеопороза в странах Восточной Европы и Центральной Азии / О.М. Лесняк, Л.Норой // Международный Фонд остеопороза. – 2011. – № 2. – С. 30–32.
13. Шарманов Т.Ш. Распространенность остеопороза среди населения старших возрастных групп по данным сонографических скрининговых исследований в Республике Казахстан / Т.Ш. Шарманов, Р.А. Шакиева, Д.С. Сулейменова // *Медицина*. – 2012. – № 3. – С. 2.
14. Радиация. Ядерная диагностика в клинике // Диагностика болезней костей. 28 мая 2011 [Электронный ресурс]. – URL: http://rad-stop.ru/3-8-diagnostika-bolezney-kostey/#.Wnm1UK51_IU (дата обращения: 12.12.2017).
15. Чернова Т.О. Визуализация и количественный анализ при денситометрических исследованиях / Т.О.Чернова, В.Я. Игнатов // Эндокринологический научный центр РАМН, Клиническая эндокринология. – 2002. – № 3. URL: http://www.voed.ru/sc_25.htm (дата обращения: 12.12.2017).
16. Дуглас С.К. Секреты рентгенологии / С.К. Дуглас, Р.М. Кевин Р. М, А.Г. Стюарт; пер. с англ., под ред. И.И. Семенова. – М.: Бином, СПб.: Диалект, 2003. – 703 с.
17. Власова И.С. Современные методы лучевой диагностики остеопороза / И.С. Власова // *Вестн. рентгенологии и радиологии*. – 2002. – № 1. – С. 6–13.
18. Turner C.H., Peacock M., Timmerman L., Neal J.M., Johnston C.C. Jr., Calcaneal ultrasonic measurements discriminate hip fractures independently of bone mass // *Osteoporosis. – Int.* – 1995. – Vol. 5. – P. 130.
19. Шим В.Р. Показатели костной денситометрии с дисплазией костной системы у школьников / В.Р. Шим // *Вестник КАЗНМУ*. – 2013. – № 3. – С. 147–150.