

УДК 612.015:616.73/75

МИНЕРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОСТЕЙ СКЕЛЕТА, МАССА МЫШЕЧНОЙ, СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ И ЖИРОВОЙ ТКАНЕЙ У ЛЮДЕЙ РАЗНЫХ СОМАТОТИПОВ В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ

Парфенова И.А., Свешников А.А.

Федеральное государственное учреждение науки Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г.А. Илизарова Федерального агентства по высокотехнологической медицинской помощи»

Подробная информация об авторах размещена на сайте «Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

На дихроматическом костном денситометре фирмы «GE/Lunar» (США) обследовали 4947 здоровых людей, живущих в Уральском регионе. Затем их разделили по соматотипу: 1649 нормостеников, 1649 гиперстеников и 1649 астеников. Сформировали возрастные группы у девушек с 16 лет, у юношей с 18 лет, до 20 лет через каждый год, после 20 лет через каждые 5 лет и до 80 лет. Установили, как соматотип влияет на минеральную плотность (МП) скелета, массу мышечной, соединительной и жировой тканей: МП у девушек гиперстеников была сформирована в 16 лет, у юношей – в 18 лет. У нормостеников и астеников МП в этом же возрасте составила соответственно 95% и 92%. В возрасте 80 лет МП у женщин гиперстеников была снижена на 30% от пиковой костной массы, у нормостеников – на 36% и у астеников – на 41%. У мужчин эти показатели составили соответственно 11, 17 и 20%.

Для успешной диагностики заболеваний опорно-двигательной системы, в соответствии с задачами Всемирной Декады костей и суставов (2000-2010 гг.), необходимы не только современная техника, но и региональные данные о нормативных показателях минеральной плотности (МП) костей скелета и мягких тканей в различные возрастные периоды. В настоящее время активно обсуждается вопрос о том, чем в наибольшей мере определяется минеральная плотность (МП) костей скелета. Среди таких факторов называют рост, массу тела, длину и плотность костей, массу мышечной, соединительной и жировой тканей, этническую принадлежность, величину физической нагрузки, характер питания, количество потребляемого кальция [1, 2]. Высказано суждение, что у детей МП определяет масса тела. У взрослых решающее значение принадлежит мышцам и соединительной ткани: мышцы, оказывая локальное давление на кости, приводят к большему накоплению минералов в со-

ответствующем участке кости. У женщин в пред- и постклимактерическом периодах существуют различия по относительному влиянию нежировой и жировой массы на МП. Установлено, что нежировая масса тела – существенная детерминанта минерального состава в предклимактерическом периоде, в то время как жировая масса тела – в постклимактерическом периоде. Ежегодные изменения МП коррелировали с изменениями жировой массы в постклимактерическом периоде [3,4]. В процессе использования таких данных нами установлено, что для правильной интерпретации результатов обследования больных необходим возрастной показатель нормы с учетом соматотипа. Поэтому целью данного исследования было изучение возрастных изменений МП костей скелета, массы мышечной, соединительной и жировой тканей у астеников, нормостеников и гиперстеников в возрасте от 16 до 70 лет.

Материал и методы исследования

Наблюдения проведены на 4947 практически здоровых людях. Из них 2544 женщины в возрасте 16-70 лет и 2403 мужчины в возрасте 18-70 лет. Все обследованные были разделены на три группы соответственно соматотипу: астеники, нормостеники и гиперстеники. Девушки в возрасте 16-20 лет и юноши в возрасте 18-20 лет были распределены в подгруппы с интервалом один год. Мужчины и женщины в возрасте 21-70 лет объединены в подгруппы с интервалом пять лет. Количество обследованных в каждой подгруппе соответствовало требованиям «Протокола установления соотношения клинического материала при определении плотности минеральных веществ в кости» фирмы «Lunar» (США). Из исследования исключались те, кто имел заболевания, ведущие к деминерализации скелета, а также применявшие глюкокортикоиды, антиконвульсивные препараты, фториды натрия, гепарин, тироксин, метаболиты витамина D.

Отнесение к тому или иному типу конституции развития производили на основании величины индекса соматического развития (Пинье), который рассчитывался по формуле: $ИП = L - (P+T)$, где L – длина тела (см), P – масса тела (кг), T – окружность грудной клетки (см).

Измерение массы минералов, МП костей скелета, а также массы мышечной, соединительной и жировой тканей проводили методом рентгеновской двухэнергетической абсорбциометрии на костном денситометре фирмы «GE /Lunar», (США). Использовали стандартную программу enCore™2002 в режимах сканирования всего тела, поясничного отдела позвоночника, проксимальной трети бедренных костей. В позвонках наряду с МП (г/см²) определяли массу минералов в граммах.

В качестве инструмента вычислений использован пакет статистического анализа и встроенные формулы расчетов данных компьютерной программы Microsoft® Excel (2000).

Результаты исследований

Женщины. Масса минералов во всем скелете. У девушек гиперстеников в 16 лет формирование массы минералов в ске-

лете фактически завершено, в то время как у нормостеников масса минералов составила 95%, у астеников – 92%. Полностью скелет минерализован в 21-25 лет. До 45 лет масса минералов оставалась неизменной: у гиперстеников она больше, чем у нормостеников на 14% ($p < 0,01$), у астеников меньше, чем у нормостеников – на 25% ($p < 0,01$). Снижение массы минералов раньше начиналось у астеников – в 46 лет, затем у нормостеников – в 51 год и позже всех у гиперстеников – в 56 лет. В 80 лет масса минералов была снижена у гиперстеников на 30% ($p < 0,001$), у нормостеников – на 36% ($p < 0,001$), у астеников – на 41% ($p < 0,001$).

Минеральная плотность поясничного отдела позвоночника. У гиперстеников МП в период от 16 до 21 года увеличивалась очень незначительно (3%, ($p > 0,05$)), у нормостеников – на 7% ($p < 0,05$), у астеников – на 10% ($p < 0,05$). Далее в возрасте до 41 года величина МП в каждой группе была постоянной: у гиперстеников на 12% ($p < 0,05$) больше по сравнению с нормостениками, а у астеников – на 45% меньше ($p < 0,05$). Деминерализация у женщин астеников начиналась в 41 год, у нормостеников – в 46 лет, у гиперстеников в 51 год. В 80 лет у гиперстеников МП снижалась (по сравнению с исходной величиной) на 23% ($p < 0,01$), у нормостеников – на 29% ($p < 0,001$), у астеников – на 25% ($p < 0,001$).

МП проксимальной трети бедренной кости. Максимальной величины МП у всех трех соматотипов достигала в 21 год и далее оставалась на постоянных величинах. Тенденция к снижению МП раньше проявилась у астеников – в 45 лет, у нормостеников – в 51 год, у гиперстеников – в 61 год. В 80 лет МП у гиперстеников была снижена на 27% ($p < 0,001$), у нормостеников – на 32% ($p < 0,001$), у астеников – на 50% ($p < 0,001$).

Масса мышечной, соединительной и жировой тканей во всем теле. После 25 лет на протяжении трудоспособного возраста масса мягких тканей продолжала увеличиваться по сравнению с возрастом 21-25 лет. У представителей обследованных соматотипов это происходило в разное время и на разную величину: у гиперстеников – в 21-60 лет – на 11% ($p < 0,05$) у

нормостеников - в 26-60 лет - на 9% ($p < 0,05$), у астеников в 31-51 год - на 3% ($p > 0,2$). После 60 лет начиналось уменьшение массы мышечной ткани при одновременном увеличении жировой. В итоге в 80 лет, по сравнению с пиковой массой тканей у астеников, ее меньше на 17% ($p < 0,01$), у нормостеников - на 14% ($p < 0,05$), у гиперстеников на 12% ($p < 0,05$).

Мы изучили также изменения мягких тканей и в отдельных сегментах тела и представляем их на примере нижних конечностей, где наибольшая масса мышц и соединительной тканей. Масса у гиперстеников увеличивалась в трудоспособном возрасте (21-60 лет) на 23% ($p < 0,01$), у нормостеников - на 11% ($p < 0,05$), у астеников - на 7% ($p = 0,05$). Уменьшаться масса мягких тканей (по сравнению с пиковой величиной) начинала соответственно в 66, 61 и 56 лет. В 80 лет снижение у гиперстеников составило 24% ($p < 0,001$), у нормостеников - 28% ($p < 0,001$), у астеников - 36% ($p < 0,001$).

Мужчины. Масса минералов во всем скелете. В 18 лет у гиперстеников минерализация скелета практически завершалась (96%). У нормостеников в этом возрасте минералов составляла 94% ($p = 0,05$), а у астеников - 90% ($p < 0,05$). У гиперстеников масса минералов в 25-61 лет находилась на постоянных значениях, затем начинала медленно снижаться и в 80 лет деминерализация была равна 10% ($p < 0,05$). У нормостеников масса минералов оставалась на постоянных величинах до 56 лет. В 80 лет деминерализация составила 14% ($p < 0,05$). У астеников тенденция к снижению массы минералов начиналась в 51 год, в 80 лет она была снижена на 20% ($p < 0,01$).

МП поясничного отдела позвоночника. В 18 лет МП у гиперстеников составляла 98%, у нормостеников 96%, у астеников - 94%. МП у гиперстеников была на постоянных величинах до 56 лет, у нормостеников до 51 года, у астеников - до 46 лет. В 80 лет у гиперстеников снижена на 11% ($p < 0,05$), у нормостеников - на 19% ($p > 0,01$), у астеников - на 28% ($p > 0,001$).

МП проксимальной трети бедренных костей. В 18 лет у гиперстеников минерализация составляла 97%, у нормосте-

ников - 95%, у астеников 92%. Устойчивая величина МП у гиперстеников сохранялась до 56 лет, у нормостеников - до 51 года, у астеников - до 46 лет. В 80 лет деминерализация у гиперстеников составила 10% ($p < 0,05$), у нормостеников - 25% ($p < 0,001$), у астеников - 38% ($p < 0,001$).

Масса мышечной, соединительной и жировой тканей во всем теле. Масса продолжала возрастать после 18 лет в течение трудоспособного возраста: у гиперстеников до 56 лет, у нормостеников - до 51 года и у астеников до 46 лет. За это время масса тканей у гиперстеников увеличивалась на 5% ($p = 0,05$), у нормостеников - на 11% ($p < 0,05$), у астеников - 10% ($p < 0,05$). В 80 лет у гиперстеников масса тканей уменьшалась на 19% ($p < 0,01$), у нормостеников - на 18% ($p < 0,01$), у астеников - на 12% ($p < 0,05$).

Масса мягких тканей в нижних конечностях. Быстрее формировалась у гиперстеников - в 18 лет и составляла 95%, достигала максимума в 56 лет, затем оставалась на постоянных величинах до 61 года, после этого начинала медленно снижаться. В 80 лет процент уменьшения массы тканей составил 14% ($p < 0,05$).

У нормостеников в 18 лет масса тканей составляет 93%. Наибольшая масса была в 51 год, оставалась неизменной до 61 года. В 80 лет уменьшена на 19% ($p < 0,05$).

У астеников масса тканей была наибольшей в 46 лет, затем оставалась неизменной до 51 года, после этого снижалась и в 80 лет величина снижения составляла 29% ($p < 0,05$).

Обсуждение результатов

Современное диагностическое оборудование - рентгеновские костные денситометры - позволяют определить массу минеральных веществ и мягких тканей при ошибке измерения $\pm 0,5\%$. Это дало возможность проводить принципиально новые исследования, в частности, решить вопрос о том, насколько различается минеральная плотность у нормостеников, гиперстеников и астеников, как изменяется с возрастом масса мягких тканей. Существенное значение имеет факт различия величины снижения МП после 60 лет у представителей разных соматотипов. Оказа-

лось, что у гиперстеников в ближайшие годы после полового созревания (девушки в 16 лет, юноши в 18 лет) скелет минерализован на 97%, у нормостеников на 95% и у астеников на 92%. В связи с этим, процесс достижения пиковой костной массы у нормостеников и астеников затягивается до 21-25 лет.

Масса мышц и соединительной ткани продолжала увеличиваться в трудоспособном возрасте, причем пропорционально степени нагрузки на соответствующий сегмент. Наибольший прирост мягких тканей наблюдался у гиперстеников и наименьший - у астеников. У астеников раньше (в 51 год) начинала убывать масса мышц. Количество жировой ткани достигала наибольших значений в 56-66 лет у нормостеников и гиперстеников. В возрасте 80 лет МП у женщин гиперстеников она была снижена на 30% от пиковой костной массы, у нормостеников - на 36% и у астеников - на 41%. У мужчин эти показатели составили соответственно 11, 17 и 20%.

Таким образом, с возрастом в скелете и мягких тканях происходят закономерные изменения, по-иному выраженные у представителей разных соматотипов. Но предрасполагающими факторами к увеличивающейся с возрастом потере костной массы как у нормостеников, так у астеников и гиперстеников является уменьшение массы тела, что следует из вышеуказанных данных. У женщин нежировая масса тела определяет массу минералов в предклимактерическом периоде, в то время как жировая масса - в постклимактерическом периоде. Ведущей причиной снижения МП у женщин является менопауза. У мужчин же детерминантой МП является нежировая масса тела. Другие причины являются общими для лиц обоих полов - уменьшение двигательной активности, массы мышечной и соединительной тканей. При-

веденные в работе материалы позволяют более точно поставить диагноз и контролировать в динамике лечебный процесс. Организация профилактики и лечения остеопороза у конкретного человека - трудная задача и ее решение зависит как от правильной постановки диагноза, так и готовности больного к проведению длительной терапии. Важно прогнозировать риск течения остеопении и остеопороза с помощью исследования МП, а также косвенных признаков - факторов риска.

Эти данные важны как с теоретической точки зрения, так и с практической, когда ставится вопрос об активности репаративного костеобразования после переломов и уравнивания длины конечностей, и оценке степени восстановления трудоспособности по массе мышечной и соединительной тканей.

Исходя из полученных данных можно сделать вывод и о том, что при создании региональных баз данных о минеральной плотности костей скелета необходимо учитывать тип конституции развития человека.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 07-04-96033.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Свешников А.А. // Матер. III Всероссийск. конф. с междунар. участием «Физиология мышц и мышечной деятельности», посвященной 250-летию МГУ. М. 2005. С. 94.
2. Шевцов В.И., Свешников А.А., Овчинников Е.Н. // Гений ортопедии. 2005. № 1. С. 58.
3. Langendonck L., Claessens A.L., Lysens R. // Ann Hum Biol. 2004. V. 31. № 2. P. 228.
4. Baumgartner R.N., Stauber P.M., Koehler K.M. // Am J Clin Nutr. 1996. V. 63. № 3. P. 365.

**MINERAL DENSITY OF THE SKELETAL BONES, MUSCULAR, CONNECTIVE
AND FAT TISSUE MASS IN PEOPLE OF VARIOUS SOMATOTYPES IN AGE
ASPECT**

Parfenova I.A., Sveshnikov A.A.

The Russian G.A. Ilizarov centre of science «Regenerative traumatology and orthopedy»

4947 healthy inhabitants of Ural region were examined with dichromatic bone densitometer «GE/Lunar» (USA). Then they were divided according to somatic type: 1649 normosthenic, 1649 hypersthenic and 1649 asthenic persons. There were formed age groups in female from 16, in male adolescents from 18 to 20 years old with 1-year pace, over 20 up to 80 years old with 5-years pace. It was evaluated how somatic type affects the mineral density of a skeleton, the mass of muscular, connective and adipose tissues. The mineral density in hypersthenic female adolescents was formed at the age of 16, in male – at the age of 18. In normosthenic and asthenic persons of the same age the mineral density was 95% and 92%. In hypersthenic women 80 years of age the mineral density was reduced by 30% from peak bone mass, in normosthenic – by 36% and in asthenic – by 41%. In men these values were 11, 17 and 20% pro tanto.

