

© Группа авторов, 2007

Взаимосвязь соматотипа с минеральной плотностью костей скелета, массой мышечной, соединительной и жировой тканей

А.А. Свешников, И.А. Парфенова, Т.А. Ларионова

The relations between somatotype and the mineral density of skeletal bones, as well as the mass of muscular, connective and fatty tissues

A.A. Sveshnikov, I.A. Parfionova, T.A. Larionova

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган (генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

На дихроматическом костном денситометре фирмы «GE/Lunar» (США) обследовали 1095 здоровых людей, живущих в Уральском регионе. Затем их разделили по соматотипу: 365 нормостеников, 365 гиперстеников и 365 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 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 %.

Ключевые слова: минералы скелета, мышцы, соматотип.

1095 normal subjects, residents of the Ural region, were examined by a dichromatic bone densitometer of «GE/Lunar» firm (USA). After that they were divided according to their somatotype: 365 normosthenics, 365 hypersthenics and 365 asthenics. Age-related groups in girls were formed from the age of 16 years, in youths — from 18 years, up to 20 years — every other year, after 20 years — every 5 years up to the age of 80 years. The somatotype has been revealed to influence the mineral density (MD) of skeleton, the mass of muscular, connective and fatty tissues: MD in girls has been formed at the age of 16 years, in youths — at that of 18 years. In normosthenics and asthenics MD at the same age was 95 % and 92 %, respectively. At the age of 80 years MD in women with hypersthenia was 30 % less than peak bone mass, in those with normosthenia it was 36 % less and in women with asthenia — 41 % less. In men these measurements were 11, 17 and 20 %, respectively.

Keywords: skeletal minerals, muscles, somatotype.

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 соответствующем

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].

Цель настоящей работы в выяснении пока еще никем не поднимавшегося вопроса о взаимосвязи типа конституции развития человека и МП.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовали 1095 человек, из них 365 нормостеников, 365 — астеников и 365 — гиперстеников. Все обследованные были здоровыми людьми, проживающими на территории Уральского региона. В исследование не включались

те, кто имел заболевания скелета или применял препараты, влияющие на минеральный обмен. Женщины были в возрасте 16-80 лет, мужчины — 18-80 лет. Согласно рекомендациям фирмы «Lunar» (США) это была случайная выборка

людей. Из представителей каждого соматотипа формировали группы. В возрасте 16-20 лет они были созданы для каждого года, затем – через каждые 5 лет.

Измерение МП скелета проводили на рентгеновском двухэнергетическом костном денситометре фирмы «GE/Lunar» (США) в стандартных точках: поясничном отделе позвоночника, шейках бедренных костей и всем теле. В позвоночнике наряду с МП (г/см²) определяли суммарное содержание минералов в граммах во всем позвонке, а также массу минералов как в отдельных позвонках, так и в их сочетаниях.

Одновременно определяли массу мышечной, соединительной и жировой тканей. Данные отражали: 1) массу всех химических свободных от жира мягких тканей и 2) массу жировых элементов во всем теле.

Сравнение полученных результатов осуществляли с учетом методических рекомендаций Международного общества клинической денситометрии (ISCD; 2003 г.).

Для определения соматотипа использовали индекс Пинье (соматического развития), который рассчитывался по формуле: $ИП = L - (P+T)$, где – L длина тела (см), P – масса тела (кг), T – окружность грудной клетки (см).

Значение индекса соматического развития для астеников больше 30, нормостеников – 10-30, гиперстеников – меньше 10, включая отрицательные величины.

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Женщины.

Масса минералов во всем скелете.

У девушек-гиперстеников в 16 лет формирование массы минералов в скелете фактически завершено, в то время как у нормостеников минерализация составила 95 %, у астеников – 92 % по сравнению с возрастным периодом 21-25 лет (рис. 1). 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 %. Снижение массы минералов раньше начиналось у астеников – в 46 лет, затем у нормостеников – в 51 год и позже всех у гиперстеников – 56 лет. В 80 лет масса минералов по сравнению с данным значением в 21-25 лет снизилась у гиперстеников на 30 % ($p<0,001$), у нормостеников – на 36 % ($p<0,001$), у астеников – на 41 % ($p<0,001$).

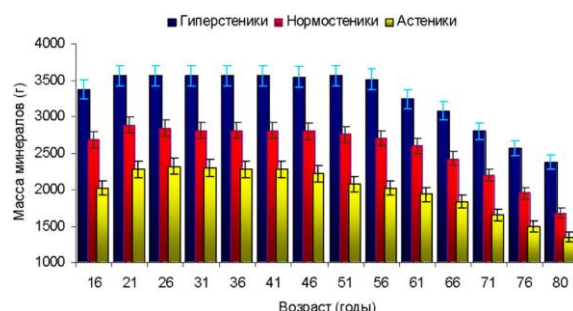


Рис. 1. Возрастные изменения массы минералов в скелете у женщин разного соматотипа

Минеральная плотность поясничного отдела позвоночника.

У гиперстеников МП в период от 16 до 21 года увеличивалась очень незначительно (3 %), 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 (рис. 2). Деминерализация у 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 (рис. 3). Тенденция к снижению МП раньше проявилась у астеников – в 45 лет, у нормостеников – в 51 год, у гиперстеников – 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 % ($p<0,001$) по сравнению с пиковым значением минеральной плотности в возрасте 21-25 лет.

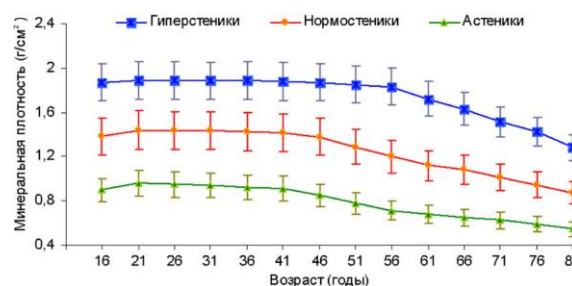


Рис. 2. Возрастные изменения минеральной плотности поясничного отдела позвоночника у женщин разного соматотипа

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 год.

У представителей обследованных соматотипов это происходило в разное время (рис. 4, 5, 6) и на разную величину: у гиперстеников – в 21-60 лет – на 11 % ($p<0,05$; рис. 4) у нормостеников – в 26-60 лет – на 9 % ($p<0,05$; рис. 5), у астеников в 31-55 лет – на 3 % ($p>0,2$; рис. 6). После 60 лет начиналось уменьшение массы мышечной ткани при одновременном увеличении жировой. В итоге в 80 лет, по сравнению с пиковой массой тканей, которая у астеников была достигнута к 55 годам, их количество стало меньше на 17 % ($p<0,01$). У нормостеников и гиперстеников в 80 лет снижение количества мягких тканей туловища составляло 14 % ($p<0,05$) и 12 % ($p<0,05$) соответственно относительно величины в 60 лет.

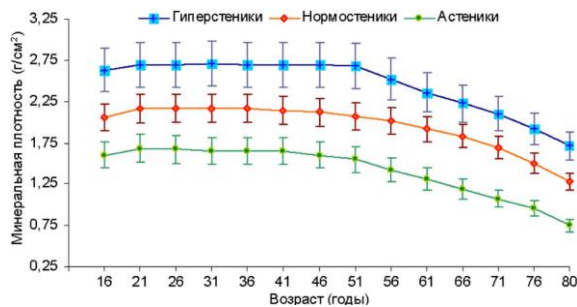


Рис. 3. Возрастные изменения минеральной плотности проксимального отдела бедренной кости у женщин разного соматотипа

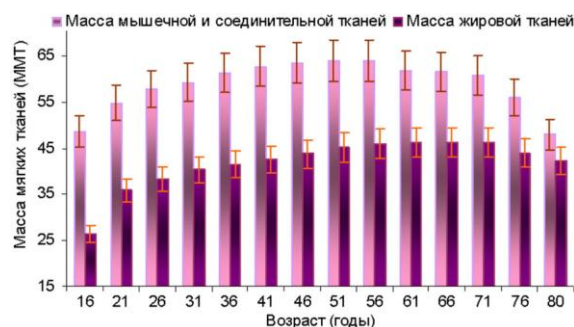


Рис. 4. Возрастные изменения массы мягких тканей у женщин гиперстенического типа конституции

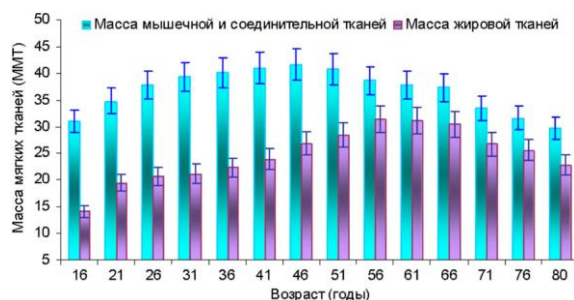


Рис. 5. Возрастные изменения массы мягких тканей у женщин нормостенического типа конституции

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 начинала соответственно в 66, 61 и 56 лет (рис. 7). В 80 лет снижение у гиперстеников составило 24 % ($p<0,001$), у нормостеников – 28 % ($p<0,001$), у астеников – 36 % ($p<0,001$) по сравнению с возрастными 65, 60 и 55 лет соответственно.

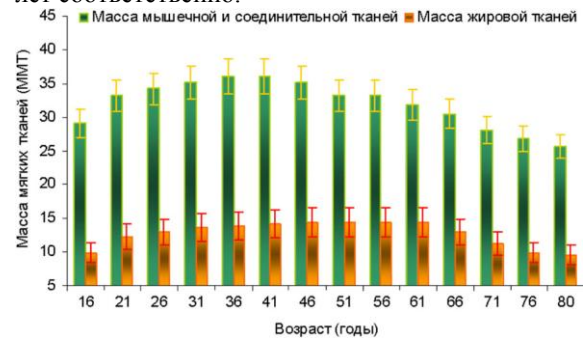


Рис. 6. Возрастные изменения массы мягких тканей у женщин астенического типа конституции

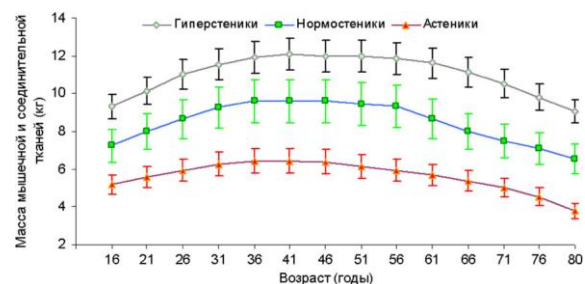


Рис. 7. Возрастные изменения массы мышечной и соединительной тканей в нижних конечностях у женщин разного соматотипа

Мужчины.

Масса минералов во всем скелете.

В 18 лет у гиперстеников минерализация скелета практически завершалась (96 %, $p>0,2$). У нормостеников в этом возрасте масса минералов составляла 94 % ($p=0,05$), а у астеников – 90 % ($p<0,05$) по сравнению со значением минеральной плотности в 21-25 лет. У гиперстеников масса минералов в 25-61 лет находилась на постоянных значениях, затем начинала медленно снижаться и в 80 лет деминерализация была равна 10 % ($p<0,05$) относительно возраста 21-25 лет. У нормостеников масса минералов оставалась на постоянных величинах до 56 лет (рис. 8). В 80 лет деминерализация составила 14 % ($p<0,05$) по сравнению с пиковой величиной в 21-25 лет. А у астеников тенденция к снижению массы отмечена в 51 год, а в 80 лет была снижена на 20 % по сравнению с исходным значением ($p<0,01$).

МП поясничного отдела позвоночника.

В 18 лет МП у гиперстеников составляла 98 % ($p>0,2$), у нормостеников 96 % ($p>0,05$), у астеников – 94 % ($p=0,05$) от пиковой костной массы, которая была достигнута в 21-25 лет. МП у гиперстеников была на постоянных величинах до 56 лет, у нормостеников до 51 года, у астени-

ков – до 46 лет (рис. 9). В 80 лет у гиперстеников была снижена на 11 % ($p<0,05$), у нормостеников – на 19 % ($p>0,01$), у астеников – на 28 % ($p>0,001$).

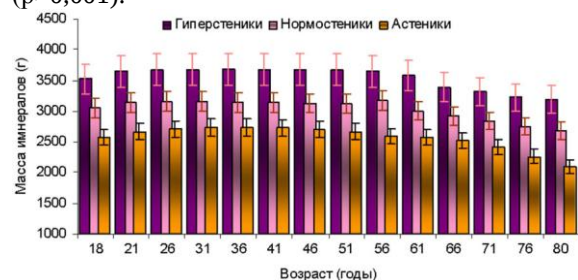


Рис. 8. Возрастные изменения массы минералов в скелете у мужчин разного соматотипа

МП проксимальной трети бедренных костей. В 18 лет у гиперстеников минерализация составляла 97 % ($p>0,2$), у нормостеников – 95 % ($p=0,05$), у астеников 92 % ($p<0,05$) от величины МП в возрастном периоде 21-25 лет, когда она наибольшая в группах всех соматотипов. Устойчивая величина у гиперстеников сохранялась до 56 лет, у нормостеников – до 51 года, у астеников – до 46 лет (рис. 10). В 80 лет деминерализация у гиперстеников составила 10 % ($p<0,05$), у нормостеников – 25 % ($p<0,001$), у астеников – 38 % ($p<0,001$).

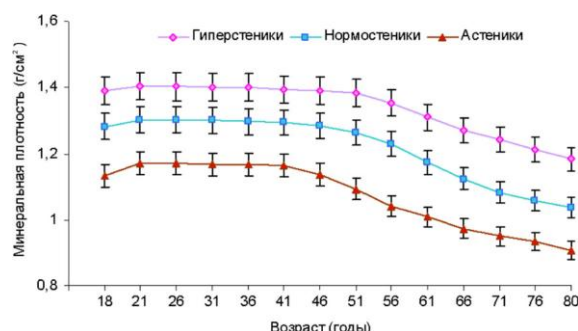


Рис. 9. Возрастные изменения минеральной плотности поясничного отдела позвоночника у мужчин разного соматотипа

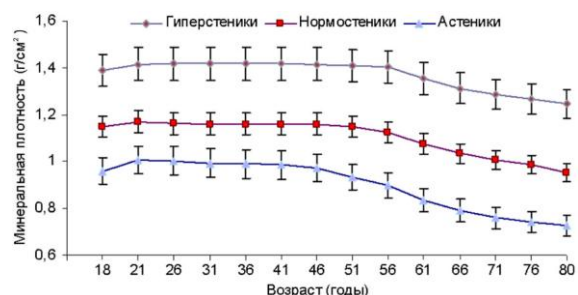


Рис. 10. Возрастные изменения минеральной плотности проксимального отдела бедренной кости у мужчин разного соматотипа

Масса мышечной, соединительной и жировой тканей во всем теле.

Масса продолжала возрастать после 18 лет в течение трудоспособного возраста: у гиперсте-

ников до 56 лет, у нормостеников – до 51 года и у астеников до 46 лет (рис. 11). За это время масса тканей у гиперстеников увеличивалась на 5 % ($p=0,05$), у нормостеников – на 11 % ($p<0,05$), у астеников – 10 % ($p<0,05$) по сравнению с таковым значением в 18 лет. К 80 годам у гиперстеников масса тканей была меньше на 19 % ($p<0,01$), чем в 55 лет, у нормостеников – на 18 % ($p<0,01$), чем в 50 лет, а у астеников – на 12 % ($p<0,05$) по сравнению с 45-летним возрастом.

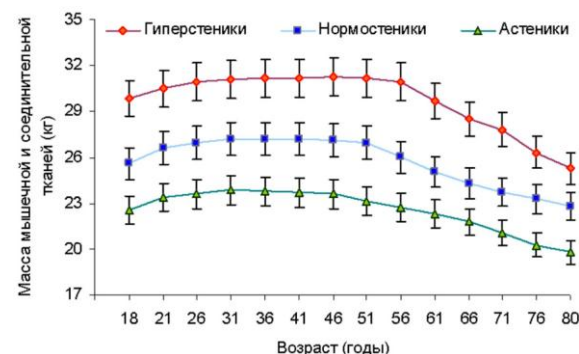


Рис. 11. Возрастные изменения массы мягких тканей у мужчин разного соматотипа

Масса мягких тканей в нижних конечностях.

Быстрее формировалась у гиперстеников – в 18 лет и составляла 95 % ($p>0,1$) от своего максимального значения, которое сформировывалось к 56-60 годам, а затем оставалась на постоянных величинах до 61 года, после чего начинала медленно снижаться (рис. 12). В 80 лет процент уменьшения массы тканей по сравнению с массой тканей в 60 лет составил 14 % ($p<0,05$). У нормостеников в 18 лет масса тканей составляет 93 % ($p=0,05$) от наибольшей массы в 51 год, после оставалась неизменной до 61-65 лет. В 80 лет масса тканей в данном сегменте тела была уменьшена на 19 % ($p<0,05$) по сравнению с наибольшей величиной. У астеников наибольшая масса мягких тканей нижних конечностей была зафиксирована в 46 лет, затем оставалась неизменной до 51 года, после этого снижалась, и к 80-летнему возрасту ее убыль составила 29 % от величины в 51 год ($p<0,05$).

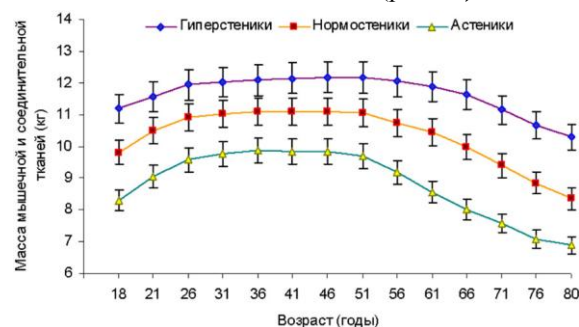


Рис. 12. Возрастные изменения массы мягких тканей в нижних конечностях у мужчин разного соматотипа

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 снижения МП после 60 лет у представителей разных соматотипов. Оказалось, 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 % от наибольшего значения, которое в группах обследованных с разными типами конституции было отмечено в период 21-25 лет.

Масса мышц и соединительной ткани продолжала увеличиваться в трудоспособном возрасте, причем пропорционально степени нагрузки на соответствующий сегмент. Наибольший прирост мягких тканей наблюдается у гиперстеников и наименьший – у астеников. У астеников раньше (в 51 год) начинала убывать масса мышц. Масса жировой ткани достигала

наибольшее значение в 56-66 лет у нормостеников и гиперстеников.

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 %.

Таким образом, метод рентгеновской двухэнергетической абсорбциометрии позволяет не только точно охарактеризовать изменения минеральной плотности костей скелета, но и массу мягких тканей в возрастном аспекте. Эти данные важны не только с теоретической точки зрения, но и с практической, когда ставится вопрос об активности репаративного костеобразования после переломов и уравнивания длины конечностей, о степени восстановления трудоспособности по массе мышечной и соединительной тканей.

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

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Свешников, А. А. Возрастные изменения массы мышечной, соединительной и жировой тканей / А. А. Свешников // Физиология мышц и мышечной деятельности : материалы III Всеросс. конф. с междунар. участ., посвящ. 250-лет. МГУ. - М., 2005. - С. 94-95.
2. Шевцов, В. И. Возрастные изменения массы мышечной, соединительной и жировой тканей у здоровых людей / В. И. Шевцов, А. А. Свешников, Е. Н. Овчинников // Гений ортопедии. – 2005. - № 1. – С. 58-66.
3. Association between bone, body composition and strength in premenarcheal girls and postmenopausal women / L. Langendonck [et al.] // Ann. Hum. Biol. - 2004. - Vol. 31, No 2. - P. 228-244.
4. Associations of fat and muscle masses with bone mineral in elderly men and women / R. N. Baumgartner [et al.] // Am. J. Clin. Nutr. - 1996. - Vol. 63, No 3. - P. 365-372.

Рукопись поступила 02.02.07.