

**Влияние соматотипа, массы тела, мышечной,  
соединительной и жировой тканей  
на минеральную плотность костей скелета**

**И.А. Парфенова, А.А. Свешников, И.В. Пашков**

***The effect of somatotype, body mass, muscular, connective  
and fatty tissues on the mineral density of skeletal bones***

**I.A. Parfionova, A.A. Sveshnikov, I.V. Pashkov**

Федеральное государственное учреждение науки

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

В обзоре впервые поставлен вопрос о том, чем же определяется минеральная плотность костей скелета у детей и взрослых. Анализируется влияние соматотипа, массы тела, а также массы отдельных тканей: мышечной, соединительной, жировой – в создании минеральной плотности скелета. Рассматривается вопрос о зависимости минеральной плотности кости от силы давления на нее отдельных мышц. Намечены пути дальнейших исследований по этой проблеме.

Ключевые слова: минеральная плотность скелета, соматотип, масса тела, мышечная, соединительная и жировая ткани.

What determines mineral density of skeletal bones in children and in adults? This question is raised by the authors of this review for the first time. The effect of somatotype, body mass and also mass of some tissues – muscular, connective and fatty – for skeletal mineral density production is analyzed. The problem of dependence of mineral density of bone on the force of pressure exerting on the bone by some muscles is considered. The ways of further studies on this problem are outlined.

Keywords: skeletal mineral density, somatotype, body mass, muscular, fatty and connective tissues.

**Часть 1.** Определение, характеристика, значение формирования типов конституции развития в процессе онтогенеза.

В биологии и медицине термин «конституция» не имеет однозначного содержания, и различия в определениях сводятся в основном к двум моментам: а) является ли конституция только морфологическим понятием или определение конституции должно учитывать и психологические особенности индивида и б) конституция – понятие, связанное только с наследственностью, или она в определенной степени обусловлена действием средовых факторов [16]. Существует следующее определение: конституция – совокупность относительно устойчивых морфологических и функциональных свойств организма человека, обусловленных наследственностью (генотипом), а также длительными и интенсивными влияниями окружающей среды. Эти свойства могут определять особенности реактивности организма [2].

На современном уровне знаний конституцию можно определить и как совокупность относительно устойчивых морфологических и функциональных свойств организма человека, сформировавшихся в итоге реализации генетического кода под воздействием конкретных средовых факторов. Указанные свойства формируют индивидуальные

особенности структуры и функции организма и определяют ответную реакцию на постоянно меняющиеся факторы внешней среды [4].

Учение о конституции и соматических типах в современной биологии и медицине, рассматривающих организм как морфофункциональную целостность, сложное, но перспективное направление, имеющее непосредственный выход в практику [26]. Морфофенотип конституции (соматотип, тип телосложения) является наиболее доступной для исследования, относительно устойчивой в онтогенезе и генетически детерминированной характеристикой целостности организма. Он представляет собой макроморфологическую подсистему общей конституции и в целом отражает основные особенности динамики онтогенеза, метаболизма и реактивности организма [5]. Не теряет значения принцип деления людей по типам конституции, по телосложению с применением для этого разных измерений с последующей математической обработкой полученных данных. В практических целях важно определять количественные и качественные особенности морфофенотипа конституции, его возрастную, половую, нормальную и патологическую изменчивость [18, 19].

К настоящему времени накоплен обширный материал, свидетельствующий о конституцио-

нально-генетической предрасположенности человека к некоторым заболеваниям, о специфике клинической картины в зависимости от типа конституции человека и особенностях протекания адаптационного процесса [24].

Многообразие подходов, предлагаемых разными специалистами, определяет множество оценок конституции [9]. Морфологическому периоду развития присущи классификации конституций, построенные на основе измерения пропорций человеческого тела и размеров внутренних органов. При этом под телосложением понимают размеры, формы, пропорции и особенности взаимного расположения частей тела, а также особенности развития костной, жировой и мышечной тканей. Тотальные размеры тела зависят от его длины, массы и окружности грудной клетки. Пропорции тела определяются соотношением размеров туловища, конечностей и их сегментов [17].

В.Н. Шевкуненко и Д.М. Геселевич (1985) на основе соотношения форм отдельных частей тела выделили 3 типа конституции человека: долихоморфный (преобладание продольных размеров), брахиморфный (преобладание поперечных размеров) и мезоморфный тип. Системный принцип подразумевает преобладающее развитие отдельных функциональных систем организма: дыхательному аппарату соответствует респираторный тип конституции, пищеварительной системе – дигестивный тип, аппарату движения – мышечный тип, нервной системе – церебральный тип конституции [29].

Э. Кречмер (1965) выделил 3 типа конституции: астенический – с плоской и длинной грудной клеткой, острым надчревной углом и относительно широким тазом, с худым телом со слабым развитием подкожного жира, с длинными тонкими конечностями при длинных и узких стопах и кистях, с относительно небольшой головой при длинной и узкой шее, узким лицом при укороченно-яйцевидной форме, острым узким носом, жесткими волосами на голове; пикнический – с короткой, глубокой, выпуклой грудной клеткой, тупым надчревной углом, мягкими округлыми формами вследствие выраженного развития подкожного жира, относительно короткими конечностями, с короткой и широкой кистью и стопой, относительно большой и округлой головой, уплощенным теменным контуром, короткой массивной шеей, широким лицом с мягкими контурами и красной кожей, слабо выраженным профилем, с мягкими волосами, склонностью к облысению; атлетический – широкие сильные плечи при трапецевидном туловище, с относительно узким тазом, мощным пластичным мышечным рельефом, с грубым строением костей, сильными, крепкими конечностями, большими стопами и кистями, крепкой удлиненной головой, с сильной шеей и хорошо выраженной трапецевидной мышцей, грубыми резкими

чертами лица, густыми волосами [44].

А.А. Богомолец [1965], взяв за основу физиологическую систему соединительной ткани, выделил 4 типа конституции по гистологическому принципу: астенический – характеризующийся преобладанием в организме тонкой соединительной ткани, фиброзный – с плотной волокнистой соединительной тканью, пастозный – с преобладанием рыхлой соединительной ткани и липоматозный – с преобладающим развитием жировой ткани [8].

Из рабочих схем по определению женской конституции, интересна схема, по которой у женщин выделяется 7 типов телосложения, сгруппированных в 3 категории, рекомендуется включать в характеристику не только морфологические особенности, но и психофизиологические различия. Так, по Галанту выделяют: 1) лептосомные конституции, подразделяющиеся на а) астенический тип – узкое, длинное, сухое лицо с «угловым профилем», то есть с несоответствием между удлиненным от природы носом и укороченным гипопластическим подбородком. Тело худое, с плоской, узкой, длинной грудной клеткой, втянутым животом, узким тазом, с длинными, тощими ногами, когда между бедрами при смыкании остается свободное пространство, мускулатура развита слабо; на туловище, пояснице и крестце отсутствуют признаки, придающие телу настоящую женственность. Этому типу присуща анатомическая и функциональная слабость всей мышечной и соединительной систем, и б) астенопластический тип – несет значительную часть признаков астенического типа. Это узкосложенный тип, но благодаря качественному и количественному лучшему развитию всех тканей организма, хорошему здоровью, хорошей общей упитанности, этот тип приближается к идеалу женской красоты и у него отсутствуют дегенеративные черты, часто свойственные астеничкам; 2) мезосомные – включающие: а) пикнический тип – характеризующийся умеренным отложением жира, «нежными» тканями, укороченными конечностями, округлыми головой и лицом, полной и укороченной шеей, сравнительно широкими и круглыми плечами. Ему свойственна цилиндрическая грудная клетка, круглый живот, широкий таз с характерными отложениями жира. Бедра – округлые, замыкание ног полное, кожа нежная и гладкая, крестцовые ямки с очертаниями ромба Михаэлиса выражены очень четко и б) мезопластический тип – характеризуется приземистой коренастой фигурой с подчеркнутым развитием сухожилий, умеренно развитой, крепкой мускулатурой и развитым скелетом при слабом, по сравнению с пикническим типом, хотя и достаточным развитием жирового слоя. Лицо широкое и не столь правильно округленное, как у пикничек, часто наблюдается гипоплазия нижней части или средней и нижней частей лица при сильном развитии скул как основной

особенности этого типа; 3) мегалосомные – среди которых выделяют: а) атлетический тип – тип «маскулино вырожденной женщины», с исключительно сильным развитием мускулатуры и скелета, очень слабым развитием жира; у них мужской тип терминального волосяного покрова, таз мужского строения, мужские черты лица; б) субатлетический тип – или «настоящий женственный тип конституции при атлетическом строении тела». Это высокие стройные женщины крепкого телосложения при умеренном развитии мускулатуры и жира; и в) эурипластический тип – «тип тучной атлетички», то есть отмечается сильное развитие жира при выраженных особенностях атлетического типа в строении скелета и мускулатуры [10]. В результате соматотипирования, проводившегося по данной схеме, было выявлено, что у женщин 2-го периода зрелого возраста (91 человек) в 76 % случаев определяется эурипластический соматотип, атлетический – в 10,3 %, субатлетический – в 10,3 % и астенопластический – в 3,4 % случаев. Среди женщин пожилого возраста (62 человека) в 58,3 % – эурипластический, в 16,7 % – атлетический и в 25 % – мезопластический [25]. А.К. Косоуров [1955] предложил эмбриологическую классификацию конституциональных типов, связанную со степенью развития зародышевых листков. Соответственно выделил 3 типа конституции: эндо-, мезо- и эктоморфические. Эндоморфия характеризуется округлыми очертаниями тела, сильно развитой пищеварительной системой. Мезоморфия – прямоугольное очертание тела, сильно развит скелет и мышцы. Эктоморфия характеризуется вытянутым в длину телом, небольшой абсолютной поверхностью тела и большой ее относительной величиной. В «чистом» виде указанные типы встречаются редко, чаще – смешанные [21].

А. И. Клиорин (1989) считает, что конституция – сумма особенностей и свойств, заложенных в организме от рождения и частично возникающих в течение жизни. Им предложена классификация, в основу которой положен набор антропометрических признаков, характеризующих жировой, мышечный и костный компоненты тела. Сопоставление этих величин с нормативными таблицами позволяет определить принадлежность субъекта к тому или иному соматическому типу [16].

**Типы конституции у детей.** В связи с тем, что в детском и подростковом возрасте отмечается неравномерный рост отдельных частей тела, предложено значительное количество схем соматотипирования в этот период. Ведь созревание организма ребенка выражается не только изменением его облика, телосложения, но и существенными сдвигами в многочисленных функциональных показателях, характеризующих особенности его конституции [23]. Существует значительное количество споров о возможности и целесообразности оценки конституции у детей, особенно в раннем

возрасте, ведь мышечная ткань у них составляет лишь 20 % от общей массы тела [3]. По этому поводу можно сказать, что на разных этапах развития ребенка происходят более или менее существенные изменения его телосложения – тотальных размеров, пропорций и компонентов тела. Также можно согласиться с фактом различий в строении тела у детей одного возраста и пола даже на первом году жизни. Ведь размеры тела детей имеют различные темпы роста и оказывают значительное влияние на формирование соматотипа [6]. Для решения вопроса о стабильности или нестабильности типа конституции на протяжении различных периодов жизни являются полезными сведения о стойкости у данного ребенка отдельных показателей, определяющих принадлежность к какому-либо конституциональному типу. Так, для детей астеноидной конституции характерна относительно большая длина нижних конечностей. В старшем возрасте «длинноноготь» и соответственно относительно малые размеры туловища считаются типичными для представителей астеноидной конституции [11]. Это объясняется тем, что андрогены в период полового созревания по преимуществу стимулируют рост туловища, а не конечностей, способствуя относительной коротконоготью. Можно считать установленным факт относительно низкой активности половых желез у представителей астеноидного типа конституции [14]. Было установлено, что корреляция между, например, длиной тела взрослого человека и этим же показателем в определенные периоды детства очень мала [64]. Проведены лонгитудинальные исследования мальчиков 7-17 лет, у которых прослежена динамика ростовых процессов, показателей эндоморфии, мезоморфии и эктоморфии в зависимости от типа телосложения. Обсуждены введенные авторами показатели устойчивости соматотипа в зависимости от возраста и телосложения. Показано, что наименее изменчивы мальчики астеноидного и дигестивного типов телосложения, в то время как представители мышечного и торакально-мышечного типов изменяются чаще всего. В возрасте 9-10 лет изменчивость соматотипов наибольшая. К 15-17-летнему возрасту увеличивается доля мальчиков астеноидно-торакального типа, характеризующегося замедлением развития скелетных мышц и увеличением показателя эктоморфии [20].

Было бы неправильным считать, что тип конституции характеризуется относительной стабильностью возрастной динамики у различных индивидов. Исследования четырех показателей измерения тела (общая масса в расчете на 1 см длины тела, длина туловища и ноги) у детей с 6 до 14 лет обнаружили значительную разницу в динамике наблюдавшихся показателей у отдельных индивидов [65].

В.Г. Штефко и А.Д. Островский [1959] отметили, что окончательное формирование мышечно-

го типа конституции обычно связано с половой зрелостью. Торакальный тип формируется с 10-13 лет, а астеноидный – с 10 лет [31]. Однако существуют дети, характеризующиеся устойчивым конституциональным типом в течение всего периода развития. Таким образом, все дети могут быть разделены на две принципиально различающиеся основные группы: с устойчивым и изменяющимся на протяжении онтогенеза типом конституции [12]. В настоящее время в медицинской практике пользуются классификацией Штефко и Островского [31]. Они предложили выделять 5 типов: 1) астеноидный – с тонким нежным скелетом и преимущественным развитием нижних конечностей, узкой грудной клеткой, острым надчревным углом, слабо развитым животом; 2) дигестивный – с развитой нижней третью лица, расходящимися ветвями нижней челюсти и с лицом формы усеченной пирамиды, короткой шеей, широкой и короткой грудной клеткой, сильно развитым животом с выраженными жировыми складками, тупым надчревным углом; 3) торакальный – с сильным развитием грудной клетки в длину, небольшим животом, большой жизненной емкостью легких и развитием тех частей лица, которые принимают непосредственное участие в дыхании; 4) мышечный – лицо квадратной или округлой формы, туловище развито равномерно, надчревный угол средний, плечи широкие и высокие, грудная клетка средней длины, резко выражены контуры мышц; 5) абдоминальный – значительное развитие живота при малой грудной клетке. Также были выделены смешанные типы, включающие признаки различных типов конституции [46].

По мнению Штефко и Островского (1959), окончательная стабилизация типа конституции происходит после полового созревания, а особенности соматотипа формируются к 20-25 годам [31].

Исходя из того, что пропорции тела обозначают соотношение размеров различных его частей, то, естественно, для их характеристики имеют значение не абсолютные, а относительные размеры туловища и конечностей. Наиболее распространенный прием для установления соотношения размеров – метод индексов, сущность которого состоит в том, что один размер (меньший) определяется в процентах от другого (большого) размера. Например, индекс скелии по Мануври: длина тела минус рост сидя. Значениям этого индекса соответствует рубрикация: до 84,9 – брахискелия, 85,0-89,9 – мезоскелия, 90,0 и выше – макроскелия.

Наиболее распространенным методом характеристики пропорций тела является вычисление отношения длины конечностей и ширины плеч к общей длине тела. По соотношениям этих размеров обычно выделяют три основных типа пропорций тела: брахиморфный, который характеризуется широким туловищем и короткими конечностями; долихоморфный, отличающийся обрат-

ными соотношениями (узким туловищем и длинными конечностями); мезоморфный, занимающий промежуточное положение между брахи- и долихоморфными типами [42]. В настоящее время в нашей стране широкое распространение в медицинской практике получила классификация М.В. Черноуцкого (1957). Он считает, что конституция есть продукт фило- и онтогенетического развития человека, причем определяется она законами наследственности и влияния внешнего мира. При этом необходимо отличать конституцию общую, свойственную всему организму как целому, от конституции частной, конституции отдельных систем, органов и клеток. В понятие частной конституции входят габитус, соматический тип, тип телосложения, особенности гуморальной системы и обменных процессов [28]. Эти авторы предлагали определять тип конституции по индексу физического развития (индекс Пинье), который определяется по формуле:  $ИП = L - (P+T)$ , где  $L$  – длина тела (см),  $P$  – масса тела (кг),  $T$  – окружность грудной клетки (см). У гипостеников (астеников) этот индекс больше 30, у гиперстеников (пикнический) – меньше 10, у нормостеников (атлетический) – от 10 до 30 [28].

Для гипостенического (астенического) типа характерны: вытянутая и уплощенная грудная клетка, тонкие и длинные конечности, узкие плечи, часто высокий рост, слабое развитие мышечной и жировой тканей.

Гиперстенический (пикнический) тип имеет другие особенности: относительно низкий рост, широкая короткая грудная клетка, имеется склонность к избыточному развитию мышечной ткани и накоплению подкожного жирового слоя.

Нормостенический (атлетический) – умеренно упитанный тип. Нормостеники отличаются хорошим развитием костной и мышечной тканей, пропорциональным сложением, широкими плечами, выпуклой грудной клеткой.

Конституция человека в большой степени определяется унаследованными свойствами. Но в ее формировании заметную роль играют и внешние факторы, при длительном воздействии которых вполне возможна корректировка типа конституции, особенно в детском возрасте. Каким сформируется конституциональный тип ребенка до половой зрелости и после во многом зависит от условий питания, воспитания, перенесенных заболеваний и других причин. Однако при этом сохраняют свое значение и наследственные предпосылки к формированию того или иного типа [1].

На основе анализа представленных данных можно наметить следующие задачи для последующей реализации. Прежде всего, в плане реализации задач Всемирной Декады костей и суставов (2000-2001) весьма актуальным представляется создание регионарных баз данных о минеральной плотности костей скелета с учетом типа конституции развития, ведь как было сказано

выше [8], «в основе конституциональных типов лежит физиологическая система соединительной ткани», которая по-разному минерализуется. Поэтому при определении минеральной плотности костей скелета, массы мышечной и жировой тканей у практически здоровых людей в возрасте от 20 до 70 лет возник вопрос, есть ли зависимость между количеством минеральных веществ костной ткани и типом конституции. Для того, чтобы ответить на него, нужно знать соматотип каждого обследуемого человека. Отнесение к тому или иному типу конституции общепризнанно проводится на основании следующих характерных черт:

1. Астеники – «худой тип», диспропорциональное сложение, высокий рост, слабое развитие мышечной и жировой тканей, плоская и длинная грудная клетка, острый надчревный угол и узкие плечи.

2. Нормостеник – «умеренно упитанный тип»: пропорциональное сложение, хорошее развитие мышечной и жировой тканей, широкие плечи, выпуклая грудная клетка.

3. Гиперстеники – «толстый тип», относительно низкий рост, склонность к избыточному развитию мышечной ткани и накоплению подкожного жирового слоя, короткая выпуклая грудная клетка, тупой надчревный угол.

**Часть 2. Механизм формирования минеральной плотности костей у людей с разными типами конституции развития.**

Нежировую массу тканей тела (мышечную и соединительную) человека и величину жировой ткани определяют несколькими методами: по разведению радиоактивных изотопов, путем подсчета величины природного <sup>40</sup>K, измерением количества азота методом нейтронно-активационного анализа, путем подсчета экскреции креатинина в моче, а также измерением толщины кожной складки. Используя сумму величин четырех кожных складок в различных участках тела, можно определить величину жировой ткани с ошибкой  $\pm 3,5-5\%$  ( $\pm 2,3-3,7$  кг). Однако точное измерение кожной складки требует большого навыка, без этого результаты порой вызывают сомнения. Все указанные методы требуют точного определения количества воды, калия, азота в каждой части тела, что создает значительные трудности. Сложны сами исследования, дорого стоит оборудование, требуются большие затраты времени. Поэтому долгое время не было точных данных о возрастных изменениях мышечной, соединительной и жировой тканей. Такие сведения впервые в России стал получать в 1985 году А.А. Свешников на двухфотонном костном денситометре, прообразе сегодняшнего рентгеновского. Этот высокоэффективный метод позволял сделать измерения просто, быстро и неинвазивно. В достаточно полном виде такие материалы были опубликованы в 1999 году. В

связи с трудовой деятельностью масса измеряемых тканей увеличивается. В пожилом и старческом возрасте начинает медленно уменьшаться, особенно у астеников. Было подмечено, что есть разница в формировании мышечной, соединительной и жировой тканей у представителей разных соматотипов [27, 30].

В настоящее время выпускаются костные денситометры, в которых вместо радиоактивного источника стоит рентгеновская трубка, а метод называется рентгеновская двухэнергетическая абсорбциометрия. Он позволяет определить не только количество минеральных веществ, но и массу мягких тканей с ошибкой  $\pm 0,5\%$  в различных частях скелета. Получаемые данные отражают: 1) массу всех химически свободных от жира мягких тканей и 2) массу жировых элементов во всем теле.

Сегодня в публикациях интенсивно обсуждается вопрос: влияет ли на минеральную плотность костей скелета масса тела, а также масса мышечной, соединительной и жировой тканей [36]. Эту литературу мы и решили внимательно проанализировать в данном обзоре.

**Дети.** При изучении этого вопроса в педиатрии подтвердилась гипотеза о том, что у детей и подростков нежировая масса в большей степени определяет суммарное содержание минералов в скелете, чем жировая [67]. Такая зависимость была обнаружена у мальчиков и девочек [36].

При ежегодных измерениях массы костных минералов, нежировой и жировой тканей обнаружен разный прирост их массы у мальчиков и девочек. Наибольшим в возрасте 5 лет он был у мальчиков, а у девочек он был в 6,5-7,5 лет. Пиковый прирост во время полового созревания у девочек был в 12 лет, а у мальчиков между 13-14 годами. В процентах количества жировой ткани, например, у девочек увеличивалось на 17%, – у мальчиков – на 15% [42, 56]. В дальнейшем значительных изменений мягких тканей не было обнаружено у девушек после 20 лет, а у юношей – после 21-22 годов.

**Женский пол.** В группе девочек нежировая масса тела и сила мышц в наибольшей мере определяла минеральную плотность всего скелета, поясничного отдела позвоночника, проксимальной трети бедренной кости, а также развитие массы мышц в течение периода роста для достижения пиковой костной массы [60, 68].

У девушек-подростков количество минеральных веществ в наибольшей мере зависело от массы тела [45]. Это же нашло свое подтверждение и в другой работе, но только при исключении массы жировой ткани [34].

Нежировая масса существенно влияет на минеральную плотность шейки бедренной кости и поясничного отдела позвоночника [54].

У девушек пубертатного периода эстрадиол является важным детерминантом увеличения

минералов костной ткани, и ответственен за их уменьшение в позднем периоде полового созревания. Нежировая масса является параметром тела, который тесно связан с прибавлением костной массы [33].

Уровень двигательной активности и степень развития мышечной ткани являются прогностически благоприятными факторами для достижения пиковой костной массы у девушек в возрасте от 16 до 20 лет [55].

В группе молодых женщин-атлетов проводили исследование и выясняли зависимость между массой тела, двигательной активностью и минеральной плотностью (МП). Женщины были разделены на три группы: первая – большая масса тела; вторая – малая масса тела; третья – средняя масса. У атлетов из первой группы отмечались значительно большие показатели МП, чем у атлетов из второй группы, и были такими же, как у атлетов из третьей группы [57, 63].

Большая масса тела является прогностическим фактором высокой МП и гарантом минимального снижения минералов в пожилом возрасте [47, 58, 62].

**Пожилые женщины.** По сравнению с молодыми у пожилых значительно больше жировой ткани, кожных складок и значительно меньше у них нежировой ткани, калия и воды во всем теле [49, 59].

Наступление менопаузы означает начало ускоренной потери минералов. Этот период также связан с уменьшением количества нежировой массы, увеличением жирового компонента и массы тела в целом [51, 52].

У женщин в пред- и постклимактерическом периодах существуют различия по относительному влиянию нежировой и жировой массы на МП [34, 50, 66]. Доказано это путем проведения исследования у 360 женщин в предклимактерическом и 193 постклимактерическом периодах. Установлено, что нежировая масса тела – существенная детерминанта минерального состава в предклимактерическом периоде, в то время как жировая масса тела – существенная детерминанта МП в постклимактерическом периоде [40, 46]. При выяснении вопроса о влиянии массы жировой и тощей тканей на величину МП у женщин установили, что ежегодные изменения в МП коррелировали с изменениями в жировой массе в постклимактерическом периоде [51, 58]. Однако в предклимактерический период МП преимущественно зависела от массы мышц по сравнению с жировой тканью. Исключением были женщины, принимающие эстроген. В этом случае количество жировой и мышечной ткани значительно не были связаны с величиной МП. Эти результаты доказали, что жировая ткань играет большее значение в поддержании минералов кости у женщин, не принимающих эстроген, чем мышечная

ткань [35, 38]. Высокая МП у тучных женщин говорит о более высоком уровне у них эстрогена.

Возникает вопрос: влияет ли тучность на величину МП у женщин в периоды пред- и постменопаузы. Для этого обследовали 296 тучных женщин в период предменопаузы (первая группа), 233 тучных женщин в период постменопаузы (вторая группа) и пришли к заключению о том, что влияние тучности на величину МП более заметно у женщин второй группы (постменопаузы), чем у женщин первой группы (предменопаузы) [41, 48, 55].

**Мужской пол.** У мужчин среднего возраста детерминантой МП являлась нежировая масса тканей [39]. Уменьшение массы тела приводило к потере массы кости. У пожилых мужчин снижение минералов связано с изменениями в соотношении тканей и уменьшенной с возрастом секрецией эндогенных анаболизующих гормонов [39]. Авторы работы пришли к выводу, что масса тела – определяющий показатель величины минеральной плотности [37].

У 62 здоровых мужчин в возрасте 60-85 лет и у 77 здоровых женщин в возрасте 60-85 лет изучали взаимосвязь между МП проксимальной трети бедренной кости, массой тела, количеством жировой и тощей массы. Масса тела и количество жировой ткани значительно связаны с МП проксимального отдела бедра у обоих полов. Уменьшение массы тела и жировой ткани, отсутствие физической активности могут рассматриваться, как предрасполагающие факторы к увеличившейся с возрастом потере костной массы и развитию остеопороза у представителей как мужского, так и женского пола. Связь между малым количеством жировой ткани и сниженной МП была особенно заметна у женщин из-за уменьшившейся скорости превращения андрогенов в эстрогены при низком количестве жировой ткани [43].

Нет сомнения, что соотношение тканей тела меняется при старении. Отмечается увеличение количества жировой ткани и, как следствие этого, высокая масса тела в среднем возрасте, а также снижение величин этих показателей и роста в пожилом возрасте [53].

Изложенные материалы свидетельствуют о том, что в настоящее время имеются лишь единичные разрозненные наблюдения о характере влияния не только массы тела, но и в отдельности мышц, соединительной, а также жировой тканей на МП скелета. Можно высказать суждение, что у детей МП определяет масса тела. У взрослых людей решающее значение принадлежит мышцам и соединительной ткани. Мышцы, оказывая локальное давление на кость, приводят к большему накоплению минералов в соответствующем участке кости. У женщин в постменопаузе на МП существенно влияет масса тела и жировая ткань.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акинщикова, Г. И. Соматическая и психофизиологическая организация человека / Г. И. Акинщикова. – Л., 1977. - 160 с.
2. Акинщикова, Г. И. Телосложение и реактивность организма человека / Г. И. Акинщикова. – Л., 1991.
3. Аршавский, И. А. Вопросы дифференциальной психофизиологии в связи с генетикой / И. А. Аршавский // Закономерности биологических процессов в нормальных, экспериментальных и патологических условиях : материалы Всерос. симпозиума. - Пермь, 1976. - С. 97-99.
4. Бабакин, Е. А. Конституция и функциональная индивидуальность человека / Е. А. Бабакин // Научный вестник Тюменской медицинской академии. - 2002. - № 7-8. - С. 78.
5. Бабакин, Е. А. Физиологические основы конституции / Е. А. Бабакин // Научный вестник Тюменской медицинской академии. - 2001. - № 4. - С. 63.
6. Башкиров, П. Н. Пропорции тела у различных конституциональных типов / П. Н. Башкиров. – М., 1972. - 340 с.
7. Башкиров, П. Н. Физическое развитие человека / П. Н. Башкиров. – М., 1986.
8. Богомолец, А. А. Введение в учение о конституциях. / А. А. Богомолец. - М., 1965. - С. 96.
9. Брейтман, М. Я. Введение в учение о пропорциях и конституциях / М. Я. Брейтман. – М., 1984.
10. Бутова, О. А. Конституционалогия : морфотип и дерматотип / О. А. Бутова, Л. Д. Цатурян // Успехи современного естествознания. - 2003. - № 10. - С. 56.
11. Властовский, В. Г. Акселерация роста и развития детей / В. Г. Властовский. – М., 1986. - 279 с.
12. Гримм, Г. Основы конституциональной биологии и антропометрии / Г. Гримм. – М., 1987. - 290 с.
13. Дарская, С. С. Дифференциальная психофизиология и ее генетические аспекты / С. С. Дарская. – М., 1985. – С. 200.-202.
14. Зернов, Н. Г. Конституция детей и подростков / Н. Г. Зернов, Т. А. Бальмагия // Педиатрия. - 1977. - № 9. - С. 82-85.
15. Кларке, Б. Причины биологического разнообразия / Б. Кларке. – М., 1987. - 316 с.
16. Клиорин, А. И Биологические проблемы учения о конституциях человека / А. И. Клиорин, В. П. Чтецов. – Л., 1989.
17. Койносов, П. Г. Особенности соматотипа и возраста / П. Г. Койносов, Т. В. Чирятьева, Д. Г. Сосин // Научный вестник Тюменской медицинской академии. - 2001. - № 3. - С. 47.
18. Койносов, П. Г. Соматотип и возраст / П. Г. Койносов, Т. В. Чирятьева, Д. Г. Сосин, С. А. Орлов // Научный вестник Тюменской медицинской академии. - 2003. - № 4. - С. 35.
19. Корнеев, М. А. Влияние различных соматотипов на интенсивность изменений ростовых показателей и массы тела в период первого детства / М. А. Корнеев, Е. Н. Комиссарова // Морфология. - 2003. - № 5. - С. 72-75.
20. Корниенко, И. А. Изменения компонентов массы тела и телосложения у мальчиков 7-17 лет / И. А. Корниенко, Р. В. Тамбовцева, Т. В. Панасюк // Морфология. - 2003. - № 8. - С. 76-79.
21. Косоуров, А. К. Введение в учение о пропорциях и конституциях человека / А. К. Косоуров. – Л., 1955. - С. 103.
22. Липатов, П. И. Основы антропологии с элементами генетики человека / П. И. Липатов, Л. Н. Липатова // <http://bio.1september.ru/2003/44/6.htm>
23. Матвеев, С. В. Конституциональные особенности развития и оценка физиометрических данных у детей младшего школьного возраста : автореф. дис... канд. мед. наук / С. В. Матвеев. - Л, 1990.
24. Орлов, С. А. Конституциональный подход в медико-биологических исследованиях организма человека / С. А. Орлов // Научный вестник Тюменской Медицинской Академии. - 2003. - № 3. - С. 91.
25. Пашкова, И. Г. Минеральная плотность костей у женщин с разными соматотипами / И. Г. Пашкова, А. К. Косоуров // Морфология. - 2004. - № 4. - С. 99.
26. Прахин, Е. И. Характеристика методов оценки физического развития / Е. И. Прахин, В. Л. Грицинская // Педиатрия. - 2004. - № 2. - С. 60-62.
27. Свешников, А. А. Возрастные изменения массы мышечной, соединительной и жировой тканей / А. А. Свешников // Физиология мышц и мышечной деятельности : материалы III Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 250-летию МГУ. - М., 2005. - С. 94-95.
28. Черноуцкий, М. В. Возрастная биология / М. В. Черноуцкий. – М. : Медицина, 1957. 86 с.
29. Шевкуненко, В. Н. Типовая анатомия человека / В. Н. Шевкуненко, Д. М. Геселевич. – М., Биомедгиз, 1985. - С. 60.
30. 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.
31. Штефко, В. Г. Схема клинической диагностики конституциональных типов / В. Г. Штефко, А. Д. Островский. – М., 1959. - 79 с.
32. Шцекин, Г. В. Визуальная психодиагностика : познание людей по их внешнему облику / Г. В. Шцекин. – М., 1992.
33. A longitudinal study of bone gain in pubertal girls : anthropometric and biochemical correlates / J. Cadogan [et al.] // J. Bone Miner. Res. - 1998. - Vol. 13, No 10. - P. 1602-1612.
34. 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.
35. 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.
36. Association of lean tissue and fat mass with bone mineral content in children and adolescents / A. Pietrobelli [et al.] // Obes. Res. - 2002. - Vol. 10, No 1. - P. 56-60.
37. Body composition and bone mass in postmenopausal women / J. E. Compston [et al.] // Clin. Endocrinol. - 1992. - Vol. 37, No 5. - P. 426-431.
38. Body composition and bone mineral density in premenopausal and early perimenopausal women / L. M. Salamone [et al.] // J. Bone Miner. Res. - 1995. - Vol. 10, No 11. - P. 1762-1768.
39. Body composition, sex steroids, IGF-1, and bone mineral status in aging men / G. Ravaglia [et al.] // J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci. - 2000. - Vol. 55, No 9. - P. 516-521.
40. Bone mass and body composition in normal women / R. Lindsay [et al.] // J. Bone Miner. Res. - 1992. - Vol. 7, No 1. - P. 55-63.
41. Bone mineral density during reduction, maintenance and regain of body weight in premenopausal, obese women / G. M. Fogelholm [et al.] // Osteoporos Int. - 2001. - Vol. 12, No 3. - P. 199-206.
42. Braillon, P M. Annual changes in bone mineral content and body composition during growth / P. M. Braillon // Horm. Res. - 2003. - Vol. 60, No 6. - P. 284-290.
43. Brook, C. G. D. Determination of body composition of children from skin fold measurements / C. G. D. Brook // Arch. Dis. Child. - 1971. - Vol. 46. - P. 182-184.
44. Conrad, K. Konstitutionstypus / K. Conrad. - Berlin ; Gottingen ; Heidelberg, 1983.
45. Correlates and determinants of bone mineral content and density in healthy adolescent girls / S. Rice [et al.] // Physiol. Pharmacol. -

1993. - Vol. 71, No 12. - P. 23-30.
46. Cunningham, A. S. Morbidity in breastfed and artificially fed infants / A. S. Cunningham // *J. Pediatr.* - 1977. – Vol. 9, No 5. - P. 726-729.
47. Determinants of bone mass in 10- to 26-year-old females : a twin study / D Young [et al.] // *J. Bone Miner. Res.* - 1995. - Vol. 10, No 4. - P. 558-567.
48. Difference in the effect of adiposity on bone density between pre- and postmenopausal women / T. Douchi [et al.] // *Maturitas.* - 2000. - Vol. 34, No 3. - P. 261-266.
49. Differences between young and old females in the five levels of body composition and their relevance to the two-compartment chemical model / M Mazariegos [et al.] // *J. Gerontol.* - 1994. - Vol. 49, No 5. - P. 201-208.
50. Reid, I. R. Fat mass is an important determinant of whole body bone density in premenopausal women but not in men / I. R. Reid , L. D. Plank, M. C. Evans // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* - 1992. - Vol. 75. - P. 779-782.
51. Fat or lean tissue mass: which one is the major determinant of bone mineral mass in healthy postmenopausal women? / Z. Chen [et al.] // *J. Bone Miner. Res.* - 1997. - Vol. 12, No 1. - P. 144-151.
52. Gender-related differences in the relationship between densitometric values of whole-body bone mineral content and lean body mass in humans between 2 and 87 years of age / J. L. Ferretti [et al.] // *Bone.* - 1998. - Vol. 22, No 6. - P. 683-690.
53. Going, S. Aging and body composition: biological changes and methodological issues / S. Going, D. Williams, T. Lohman // *Exerc. Sport Sci. Rev.* - 1995. - Vol. 23. - P. 411-458.
54. Influence of muscle strength and body weight and composition on regional bone mineral density in healthy women aged 60 years and over / H. Blain [et al.] // *Gerontology.* - 2001. - Vol. 49, No 4. - P. 207-212.
55. Lean body mass and bone mineral density in physically exercising postmenopausal women / T. Douchi [et al.] // *Maturitas.* - 2003. - Vol. 45, No 3. - P. 185-190.
56. Lean mass and physical activity as predictors of bone mineral density in 16-20-year old women / O. Valdimarsson [et al.] // *J. Intern. Med.* - 1999. - Vol. 245, No 5. - P. 489-496.
57. Madsen, K. L. Effects of physical activity, body weight and composition, and muscular strength on bone density in young women / K. L. Madsen, W. C. Adams, M. D. Van Loan // *Med. Sci. Sports Exerc.* - 1998. - Vol. 30, No 1. - P. 114-120.
58. Relationship between body composition and bone mass in women / S. Khosla [et al.] // *J. Bone Miner. Res.* - 1996. - Vol. 11, No 6. - P. 857-863.
59. Relationship between body composition and bone mineral content in young and elderly women / G. Bedogni [et al.] // *Ann. Hum. Biol.* - 2002. - Vol. 29, No 5. - P. 559-565.
60. Relationship between body composition and bone mineral density in healthy young and premenopausal Chinese women / J. M. Liu [et al.] // *Osteoporos Int.* - 2004. - Vol. 15, No 3. - P. 38-42.
61. Relationship between soft tissue body composition and bone mass in perimenopausal women / S. Li [et al.] // *Maturitas.* - 2004. - Vol. 47, No 2. - P. 99-105.
62. Relationship of body surface area with bone density and its risk of osteoporosis at various skeletal regions in women of mainland China / X. P. Wu [et al.] // *Osteoporos Int.* - 2004. - Vol. 15, No 9. - P. 751-759.
63. Relative influence of physical activity, muscle mass and strength on bone density / D. N. Proctor [et al.] // *Osteoporos Int.* - 2000. - Vol. 11, No 11. - P. 944-952.
64. Scholz, E. Zum problem des sogenannten Habituswandels im Schulkindalter / E. Scholz. // *Z. Kinderheilk.* - 1985. - S. 451.
65. Tanner, J. M. Growth at adolescence / J. M. Tanner. - Oxford, 1972. - P. 325.
66. The effect of body composition on bone density in pre- and postmenopausal women / T. Douchi [et al.] // *Maturitas.* - 1997. - Vol. 27, No 1. - P. 55-60.
67. Koo, W. W. Validation of bone mass and body composition measurements in small subjects with pencil beam dual energy X-ray absorptiometry / W. W. Koo, M. Hammami, E. M. Hockman // *J. Am. Coll. Nutr.* - 2004. - Vol. 23, No 1. - P. 79-84.
68. Witzke, K. A. Lean body mass and leg power best predict bone mineral density in adolescent girls / K. A. Witzke, C. M. Snow // *Med. Sci Sports Exerc.* - 1999. - Vol. 31, No 1. - P. 1558-1563.

Рукопись поступила 15.10.06.