

его 111 см) имел 12 детей, из них 5 были больными. У всех больных отмечена миопия различной степени.

Тип С. К этому типу нами отнесены 32 больных, у которых изменения в позвоночнике, метафизах и ростковых зонах длинных костей встречались в различных сочетаниях и имели разную степень выраженности. Однако ни резчайшей соха vara, как при типе А, ни языкообразных тел позвонков, как при типе В, у этих больных не было. Наиболее часто отмечались выраженные изменения структуры метафизов длинных костей.

В первую возрастную группу вошло 5 больных. У них определялись умеренное укорочение и расширение шеек бедер, варусная деформация (шеечно-диафизарный угол составлял 100°). У 1 больного отмечалась неравномерная структура метафизов, усиливавшаяся с возрастом. У этого же больного тела позвонков были значительно уплощены, имели неравномерную крапчатую структуру. У 1 больного наблюдалась выраженная платиспондилия при относительно нормальной структуре метафизов. У всех 5 детей ростковые зоны были расширены.

Во второй возрастной группе было 12 детей. У 4 из них определялись выраженные изменения метафизов, причем у 1 — прогрессирующие с возрастом. Тела позвонков у 8 больных были незначительно уплощены или просто имели неровные контуры. У 4 детей уплощение было значительным, у 2 из них клинически отмечался выраженный фиксированный кифоз, а на рентгенограмме обнаруживалось клиновидное изменение тел позвонков в грудопоясничном отделе.

Третью возрастную группу составили 15 больных. Шейки бедер у них были умеренно укорочены, расширены, шеечно-диафизарный угол составлял $90-100^\circ$. Изменения в метафизах у 9 детей были нерезкими, имелась тенденция к восстановлению структуры кости в процессе роста ребенка (рис. 5). У 7 больных наблюдалась резкая перестройка метафизов, что сочеталось с выраженным уплощением тел позвонков. Уплощение сохранялось и у взрослых, тогда как структура метафизов восстанавливалась.

По нашему мнению, к СФМД типа С можно отнести СМД с «краевыми переломами», описанную L. Langer и соавт. [4]. Авторы анализируют клинко-рентгенологическую картину 7 больных с умеренной варусной деформацией шеек бедер, умеренной платиспондилией и изменениями метафизов. Изменения метафизов напоминают краевой перелом. С возрастом метафизы приобретали более правильные контуры. Рост взрослых больных составлял 135—140 см. Характерное для СФМД типа С описание больных приводится в работе Z. Vogochowitz и соавт. [1] — сообщается о семейном случае заболевания: больны отец и трое из 6 детей. Заболевание проявлялось после 2—3 лет отставанием в росте, изменениями в крупных суставах и позвоночнике, однако языкообразной деформации тел позвонков не выявлено.

Основные клинко-рентгенологические проявле-

ния выделенных нами типов СФМД представлены в таблице.

В заключение необходимо подчеркнуть, что в диагностике рассматриваемой патологии важное значение имеет учет возрастного фактора, поскольку по мере роста и созревания кости рентгенологическая картина претерпевает существенные изменения. Остаточные деформации скелета, как правило, отмечаются и у взрослых, однако структурные изменения уменьшаются, а нередко и полностью исчезают.

ЛИТЕРАТУРА

1. Borochowitz Z., Beraut M., Kristal H. // Skeletal Radiol.— 1988.— Vol. 17.— P. 181—186.
2. Kozlowski K., Bacha L., Massen R. et al. // Pediatr. Radiol.— 1988.— Vol. 18.— P. 221—226.
3. Lachman R., Rimoin D., Spranger J. // Ibid.— P. 93—102.
4. Langer L., Brill P., Ozonoff M. et al. // Radiology.— 1990.— Vol. 175.— P. 761—766.
5. Maroteaux P., Spranger J. // Pediatr. Radiol.— 1991.— Vol. 21.— P. 293—297.
6. Schmid F. // Monatsschr. Kinderheilkd.— 1949.— Vol. 97.— P. 393.

SPONDYLO-PHYSEAL-METAPHYSEAL DYSPLASIAS

O. L. Nechvolodova, L. K. Mikhailova

Clinical and roentgenological analysis of 107 cases of hereditary systemic bone diseases with primary lesions of growth (physeal) and metaphyseal zones was performed. Age of patients ranged from several months to 16 years. Those bone diseases were united in a group of spondylo-physeal-metaphyseal dysplasias (SPMD). Dynamics of bone changes was follow-up. Depending on physeal and metaphyseal zone lesions as well as on primary localization of those lesions three types of SPMD were marked out: A (with primary hip joint lesions), B (with primary spine lesions) and C (with equal lesions of both spine and long bones).

© В. Е. Беленький, М. Ю. Попова, 1994

В. Е. Беленький, М. Ю. Попова

КОМПЕНСИРОВАННАЯ И ДЕКОМПЕНСИРОВАННАЯ ВЕРТИКАЛЬНАЯ ПОЗА БОЛЬНОГО СКОЛИОЗОМ

Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова, Москва

У 40 больных с грудным и комбинированным сколиозом III и IV степени определяли с помощью динамометрических платформ фирмы «Кистлер» нагрузку обеих ног при стоянии и ходьбе. Результаты проведенных исследований и анализ позовых характеристик позволили авторам выделить два варианта компенсации нарушения равновесия тела, возникающего при формировании первичного искривления позвоночника. Высказывается ряд положений, касающихся патогенеза сколиоза, прогнозирования течения заболевания, а также лечения.

Можно ли, анализируя вертикальную позу больного сколиозом, распознать тенденцию развития деформации позвоночника? В настоящей работе, основанной на оценке условий сохранения равновесия тела, приводится система рассуждений, позволяющих, на наш взгляд, ответить на этот вопрос.

При оценке состояния больного сколиозом

ортопед опирается главным образом на клинико-рентгенологические данные, описывающие деформацию позвоночника. Вместе с тем есть целый ряд биомеханических показателей, которые в не меньшей мере позволяют понять суть происходящих при сколиозе изменений. Речь идет о показателях, характеризующих процессы стояния и ходьбы больных сколиозом.

В качестве объекта изучения нами были выбраны две различающиеся по клиническим проявлениям группы больных сколиозом: 31 больной с грудной и 9 с комбинированной формой. У всех пациентов была резко выраженная деформация позвоночника: III степень сколиоза отмечалась у 9 человек, IV — у 31. Лиц женского пола было 30, мужского — 10. Возраст больных от 11 до 23 лет (средний возраст 15 лет).

При стоянии в естественной вертикальной позе регистрировали распределение нагрузки на ноги с помощью динамометрической платформы фирмы «Кистлер». При ходьбе записывали опорные реакции ног на двух таких же платформах, расположенных последовательно. Помимо этого, у некоторых больных регистрировали распределение давления по стопе при опоре на динамометрическую платформу фирмы «Новель» и определяли электрическую активность мышц ног.

Анализируя материалы исследований, выявляли ту асимметрию в нагружении ног, величина которой была больше, чем у здоровых людей. В норме при стоянии асимметрия составляет 10 % [2], при ходьбе, по нашим данным (составление интегралов опорных реакций ног), — 4 %.

При стоянии у 45 % больных обе ноги нагружались одинаково. Заметим, что в эту группу вошли все больные с комбинированным сколиозом. У 33 % больных больше нагружалась ипсилатеральная нога, у 12 % — контралатеральная¹. Как правило, перегрузка ноги не превышала 20 %, лишь в одном случае нагрузка на контралатеральную ногу достигала 99 %. При ходьбе обе ноги нагружались одинаково только у 22 % больных — все они имели комбинированный сколиоз. У остальных больных всегда перегружалась ипсилатеральная нога (приблизительно на 10 %) — у всех у них был грудной сколиоз. Нам не удалось найти какой-нибудь зависимости между величиной асимметрии нагружения ног и степенью сколиоза.

Прежде чем перейти к обсуждению особенностей вертикальной позы больных сколиозом, напомним условия сохранения равновесия тела у здорового человека. В норме общий центр масс тела проецируется на среднюю линию площади опоры (или в непосредственной близости от нее), а вертикальная плоскость, проходящая через эту линию, делит тело человека на симметричные части [2]. При такой позе ноги человека нагружаются одинаково (рис. 1, а).

Опишем условия сохранения равновесия тела у больных сколиозом, используя данные, полученные нами ранее при обследовании детей в ос-

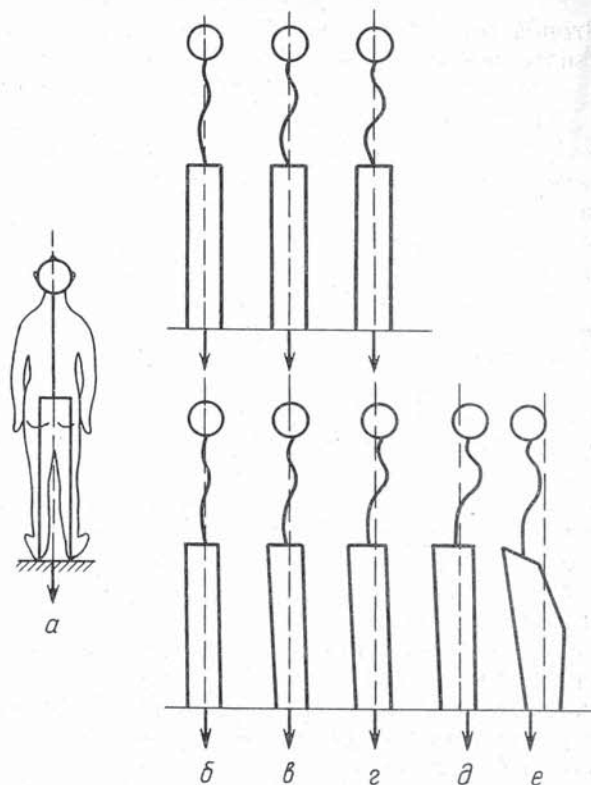


Рис. 1. Компенсированные и декомпенсированные позы больного сколиозом (объяснения в тексте).

новном с начальными степенями сколиоза [1], и сведения, приведенные в настоящей статье. Формирование первичного искривления позвоночника (так же, как и вторичных искривлений) сопровождается смещением массы туловища на уровне этого искривления в сторону его вершины. Анализ основных характеристик вертикальной позы привел нас к заключению, что существуют два варианта компенсации нарушенного равновесия.

Первый вариант компенсации. При стоянии больного почти все основные характеристики вертикальной позы остаются такими же, как у здоровых людей (рис. 1, б, верхний ряд). Общий центр тяжести проецируется на среднюю линию площади опоры. Вертикаль, проходящая через эту линию, совпадает с межъягодичной складкой и располагается между пятками. Асимметрично расположены лишь грудной и поясничный отделы позвоночника — они оказываются по разные стороны от указанной вертикали. Эти данные позволяют сделать весьма важное заключение о том, что сместившаяся в результате формирования первичного искривления масса грудной части тела полностью уравновешена. В качестве противовеса выступает масса поясничной части туловища, которая смещается в противоположную сторону за счет формирования вторичного искривления. Процесс перераспределения масс ограничивается рамками позвоночника. Такой сколиоз называют компенсированным. Подчеркнем, что под этим следует понимать не соразмерность искривлений позвоночника, а сбалансированность масс тела.

¹ Ипсилатеральными мы называем части тела, находящиеся на стороне выпуклости дуги искривления позвоночника в грудном отделе, контралатеральными — находящиеся на противоположной стороне.

Второй вариант компенсации. При стоянии больного основной показатель вертикальной позы — положение проекции общего центра масс тела на опорной площади — остается неизменным (рис. 1, б, нижний ряд). Вертикаль, проектируемая на среднюю линию опорной площади, делит туловище на две несимметричные части. Весь грудной участок позвоночника, а нередко и центр головы располагаются по одну сторону вертикали (на ипсилатеральной стороне), а поясничный отдел позвоночника и межъягодичная складка — по другую (на контралатеральной стороне). Иными словами, имеется и девиация верхней части туловища, и противоположно направленная девиация таза. Понятно, что при такой позе и таз, и тазобедренные суставы нагружаются неравномерно. В то же время на уровне стоп ноги испытывают одинаковую нагрузку — на это указывает локализация проекции общего центра масс. В отличие от первого варианта компенсации, в данном случае в качестве балансира выступает не масса поясничного сегмента тела, а масса таза и ног. Иначе говоря, при втором варианте компенсации в процессе перераспределения масс вовлекаются все звенья тела человека.

Наблюдая за больными с начальными степенями сколиоза, можно видеть, как они меняют свою вертикальную позу: проявляется то один вариант компенсации, то другой. По мере развития заболевания признаки того или иного варианта компенсации становятся более четкими и стабильными. По всей вероятности, если в большей степени проявляется первый вариант, то развивается S-образное искривление позвоночника — комбинированный сколиоз (рис. 1, в, верхний ряд); если же чаще намечается второй вариант, когда основную компенсаторную функцию выполняет таз, то вторичное искривление практически не формируется, т. е. развивается грудной сколиоз (рис. 1, в, нижний ряд).

Высказанные предположения представляют не только теоретический интерес. На основе анализа условий сохранения равновесия тела можно делать прогностические заключения о течении заболевания. Так, у некоторых больных с III и IV степенями сколиоза проекция общего центра масс тела локализуется в той же области, что и у здоровых людей. В эту группу входят больные и с комбинированным, и с грудным сколиозом (схематически их вертикальная поза изображена на рис. 1, з). У других больных с теми же III и IV степенями сколиоза отмечается смещение проекции общего центра масс тела в ипсилатеральную сторону. Эту группу составляют исключительно больные с грудным сколиозом.

Таким образом, при прогрессировании деформации позвоночника у больных, у которых компенсация протекает по первому варианту, условия сохранения равновесия тела при стоянии в целом (имеется в виду локализация проекции общего центра масс) не меняются. В случаях же, когда компенсация протекает по второму варианту, увеличение искривления позвоночника может сопровождаться асимметрией в распределении масс. Тогда проекция общего центра масс локализуется в стороне от средней линии площа-

ди опоры, а это значит, что ноги больного нагружаются неодинаково.

Условимся вертикальную позу больного сколиозом с перегрузкой ипсилатеральной ноги более чем на 10 % называть «декомпенсированной позой». Из других признаков декомпенсированной позы отметим значительную девиацию туловища и заметное отклонение головы, сопровождающееся вторичным искривлением шейного отдела позвоночника. Следовательно, компенсация по второму варианту с вовлечением в процесс всех звеньев тела может перейти в конечном итоге в декомпенсированную позу (рис. 1, д).

Декомпенсированная поза вызывает быстрое утомление мышц, поддерживающих равновесие тела. Выходом из этого положения является относительно частая смена поз. Нам приходилось наблюдать, например, как больной, находившийся в описанной выше декомпенсированной позе с перегрузкой ипсилатеральной ноги, через непродолжительное время изменил ее на другую — со слегка подогнутой уставшей ногой, перекошенным тазом и S-образно подчеркнuto изогнутым позвоночником. При этом практически вся нагрузка массы тела сосредоточилась на контралатеральной ноге (рис. 1, е). Эту позу больному также было трудно удерживать, и потому довольно скоро он вновь принял прежнюю позу.

Вероятно, своеобразное расположение масс туловища у больных сколиозом должно отразиться на реализации опорных толчков ног — основного элемента другого жизненно важного акта человека — ходьбы.

Напомним, что у здорового человека величины опорных толчков обеих ног практически одинаковы. Даже при ортопедической патологии, например при односторонней хромоте, опорные реакции ног часто различаются лишь длительностью опорных периодов. Нет разницы в опорных реакциях ног и у больных с начальными степенями сколиоза, а также у больных с III и IV степенью комбинированного сколиоза. Это лишнее раз свидетельствует о сбалансированности масс тела у этих больных.

Вместе с тем у всех больных с резко выраженным грудным сколиозом опорные реакции ног были неодинаковы. Во всех случаях перегружалась ипсилатеральная нога, причем приходилось больше даже тогда, когда время опоры на эту ногу было сокращено. Отметим, что у некото-

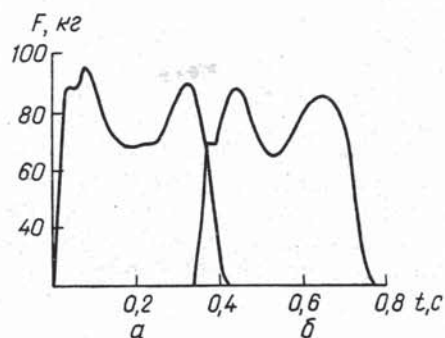


Рис. 2. Опорные реакции ног при ходьбе больной с правосторонним грудным сколиозом IV степени.

а — ипсилатеральная нога, б — контралатеральная.

рых больных перегрузка ипсилатеральной ноги сохранялась и после коррекции искривленного позвоночника дистракторами Казьмина или конструкциями Харрингтона.

Как объяснить выявленную асимметрию опорных реакций ног? Казалось бы, в момент опоры на ту и на другую ногу к опорной площадке прикладывается одна и та же нагрузка — равнодействующая массы тела и силы инерции тела. Однако при эксцентричном положении общего центра масс тела по-разному формируются опорные толчки ног. Рассмотрим, например, начальный момент шага. При опоре на пятку контралатеральной ноги, благодаря происходящему в это время наклону туловища в ту же сторону, плавно нарастает величина переднего толчка. При опоре на ипсилатеральную ногу этот плавный элемент формирования толчка ноги отсутствует, так как общий центр масс тела в момент постановки стопы уже находится над площадью опоры. Нагрузка на ногу возрастает относительно резко, и потому ее величина больше, чем при опоре на контралатеральную ногу (рис. 2).

Данные о распределении давления по стопе при ее перекате в опорный период шага позволяют выявить особенности нагружения стоп у больных сколиозом. При опоре на контралатеральную ногу проекции вектора силы реакции опоры ноги локализируются, как и у здоровых людей, вдоль продольной средней линии стопы (рис. 3, б). При опоре же на ипсилатеральную ногу они располагаются по внешнему краю стопы (рис. 3, а). Такие условия нагружения ипсилатеральной ноги требуют жесткого контроля со стороны приводящих мышц бедра для предотвращения смещения линии нагружения за пределы площади опоры. Это предположение подтверждается данными электромиографии мышц, окружающих тазобедренные суставы.

Проведенный анализ дает основание для двух выводов. Первый вывод достаточно хорошо известен: перераспределение масс тела, наблюдаемое при сколиозе, — суть приспособительный процесс, направленный на сохранение вертикального положения тела. Второй вывод: существуют два варианта компенсации нарушенного равновесия, возникающего при формировании первичного искривления позвоночника. Компенсаторное перераспределение масс, захватывающее лишь область позвоночника (первый вариант), прогностически является более благоприятным, чем уравнивание тела главным образом за счет массы таза и ног (второй вариант).

Второй вывод заставляет обратить внимание на ряд вопросов, имеющих непосредственное отношение к лечебному процессу.

Во-первых, необходимо, анализируя основные характеристики вертикальной позы, разработать методические приемы и тесты, позволяющие уже на ранних стадиях заболевания прогнозировать направленность компенсаторного процесса.

Во-вторых, важно уже в начале заболевания направить процесс компенсации в нужное русло. Для этого необходимо не только применить целенаправленный комплекс лечебной физкультуры, но и научить больного поддерживать оправданную, с точки зрения врача, вертикаль-

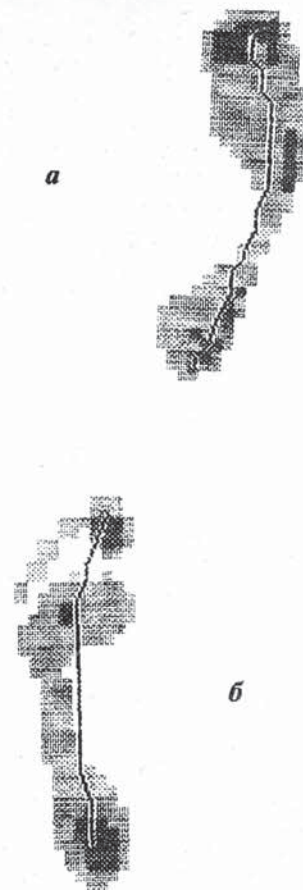


Рис. 3. Расположение линии проекций вектора силы реакции опоры ноги больной с правосторонним грудным сколиозом IV степени.

а — ипсилатеральная нога, б — контралатеральная.

ную позу. Для этого может быть использовано разработанное нами портативное сигнальное устройство, позволяющее контролировать взаимоположение сегментов туловища при сидении, стоянии и ходьбе.

В-третьих, необходимо, используя метод электростимуляции мышц при ходьбе, вносить (если к тому есть показания) коррективы в локомоторный акт больного. Важно научиться изменять привычный для больного и неблагоприятный с точки зрения врача стереотип движения таза и позвоночника.

В-четвертых, методы хирургической коррекции позвоночника должны использоваться с учетом их «вклада» в условия сохранения больным вертикальной позы. Так, после клиновидной резекции позвонков наблюдается значительная коррекция деформации, но наряду с этим появляется выраженная девиация туловища, что в конечном итоге приводит к формированию декомпенсированной позы [3].

В-пятых, при крайне тяжелых степенях сколиоза больным с декомпенсированной позой целесообразно во время ходьбы опираться на трость в момент опоры на ипсилатеральную ногу. При этом значительно увеличивается опорная площадь, возрастает устойчивость тела и снижаются требования к стабилизирующей работе мышц ноги.

Рассуждения, приведенные в настоящей статье, основываются на позиции биомеханической целесообразности. Такой прием, примененный нами для понимания позовых характеристик, позволил высказать ряд положений, касающихся патогенеза сколиоза. Нам представляется целесообразным использовать данную схему рассуждений для объяснения генеза приспособительных процессов и при целом ряде других заболеваний опорно-двигательного аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беленький В. Е. Биомеханические аспекты патогенеза и лечения диспластического сколиоза: Дис. ... д-ра мед. наук.— М., 1981.
2. Гурфинкель В. С., Коц Я. Н., Шик М. Л. Регуляция позы человека.— М., 1965.
3. Казьмин А. И. Двухэтапное оперативное лечение сколиоза.— М., 1968.

COMPENSATED AND DECOMPENSATED VERTICAL POSTURE IN PATIENT WITH SCOLIOSIS

V. E. Belenkiy, M. Yu. Popova

Loading of both legs when standing and walking was determined in 40 patients with III and IV degree of thoracic and combined scoliosis using "Kistler" dynamometric platforms. The results of the studies and the analyses of postural characteristics enabled to mark out two variants of the compensation of body disbalance that developed while primary spinal curvature forms. A number of tenets on scoliosis pathogenesis, prognostication of a course as well as on treatment are expressed.

Заметки на полях рукописи

1. Чем обусловлен «выбор» пациентом варианта компенсации? Определяется ли он состоянием мышечного корсета или всецело зависит от привычки занимать излюбленную позу? Если верно последнее, то лучший результат может быть получен при использовании контрольного сигнального устройства.

2. Важно проверить предположение о прогностическом значении позовых характеристик. Необходимо в динамике (на протяжении периода роста) зарегистрировать основные показатели позы, положение проекции общего центра масс и параметры, характеризующие деформацию позвоночника. Такой план исследования относительно легко реализовать.

3. Показана целесообразность применения трости при тяжелых степенях сколиоза. Однако врачу будет очень трудно убедить своего молодого пациента в необходимости пользоваться ею в повседневной жизни.

4. К сожалению, говоря о необходимости при хирургической коррекции позвоночника учитывать особенности вертикальной позы больного, авторы статьи даже не наметили пути реализации своего предложения. А мысль верная.

Канд. мед. наук А. М. Черкашов

© Н. П. Омеляненко, Г. М. Бутырин, 1994

Н. П. Омеляненко, Г. М. Бутырин

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ МЕЖСТРУКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА КОМПАКТНОГО ВЕЩЕСТВА КОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова, НИИГрафит, Москва

С помощью методического комплекса — электронная микроскопия, ртутная порометрия, газовая адсорбция — и последующей аналитической обработки данных получены новые количественные параметры межструктурного пространства компактного вещества кости человека.

Костная ткань является уникальным биологическим композитным материалом, который благодаря своей структуре способен выдерживать большие нагрузки в составе опорно-двигательного аппарата. Важную роль в обеспечении биомеханической функции и жизнедеятельности костной ткани играет межструктурное (межклеточное и межволоконное) пространство, представленное сложной системой сообщающихся между собой каналов, по которым осуществляется перемещение воды и растворенных в ней питательных веществ и метаболитов костных клеток. С помощью светового (СМ), трансмиссионного электронного (ТЭМ), сканирующего электронного (СЭМ) микроскопов костные каналы исследовались рядом авторов [2, 6, 12, 17, 18, 20]. Получены количественные данные о диаметрах центральных каналов и канальцев, размерах лакун по СМ-, ТЭМ-, СЭМ-фотографиям. Тем не менее сведения о костных каналах нельзя считать исчерпывающими. Применение физико-химических методов исследования, таких как ртутная и центробежно-масляная порометрия, математического моделирования [3—5, 8, 14], позволило дополнить характеристику костных каналов количественными данными [1, 9, 10, 19]. Следующий этап их изучения представлен в настоящей работе в форме комплексного электронно-микроскопического и физико-химического исследования. Целью работы являлось определение абсолютного и процентного значений объемов, занимаемых в кости межструктурным пространством, а также удельной поверхности исследуемых образцов с помощью газовой адсорбции.

Материал и методы. Исследованы образцы кортикальной части диафиза большеберцовых и плечевых костей 15 мужчин 30—55 лет, умерших от случайных причин, без патологии костной системы. Посмертный период — 6—12 ч. Образцы от каждого индивидуума фиксировали в течение 10 дней в 10 % нейтральном формалине и далее делили на две серии: А — образцы кости без дополнительной обработки, Б — подвергнутые декальцинации в 12 % растворе азотной кислоты. Образцы серии А после спиртового обезвоживания и вакуумирования делили также на две части. Серию 1А исследовали в СЭМ. Образцы серии 2А пропитывали метакрилатом и после полимеризации удаляли органическую часть кости 5 % раствором гипохлорита натрия, а неорганическую 10 % раствором азотной кислоты. Полученные