
ЛЕКЦІЇ

© Пилюгин А. В.

УДК 611.71

Пилюгин А. В.

СИСТЕМА СКЕЛЕТА

Высшее государственное учебное заведение Украины

«Украинская медицинская стоматологическая академия» (г. Полтава)

vovi6700@gmail.com

Человек обладает костно-хрящевым эндоскелетом, являющимся остовом его тела, определяющим его билатеральную симметрию, в силу чего парные органы располагаются по обе стороны от срединной линии. Кости (ossa) являются основными элементами скелета. Количество их в организме человека варьирует от 170 до 210 и более [7,8,11]. Обусловлено это различным количеством, так называемых сесамовидных костей, расположенных в области суставов пальцев кисти и стопы, а также «вставочных» (ossasaturatae) костей черепа, сверхкомплектными ребрами и копчиковыми позвонками. Зубы (цемент) по своей структуре также представляют собой костные образования, однако они не являются частью опорно-двигательного аппарата, так как к ним не прикрепляются скелетные мышцы.

Кости приводятся в движение мышцами, которые к ним прикреплены, образуя при этом мышечные соединения костей. На строение и величину костей оказывают влияние генетические, гормональные, алиментарные и механические причины.

Принято различать парные и непарные кости, которые подразделяются на следующие виды [1,10,11]:

1. Трубчатые (длинные и короткие) кости. В каждой такой кости имеется средняя часть – тело или диафиз, концы или эпифизы: проксимальный (ближе к туловищу) и дистальный (дальше от туловища). На ранних этапах развития на границе диафиза и эпифизов выделяют метафизы — проксимальный и дистальный, они же метафизарные хрящи или «зоны роста». На концах трубчатой кости расположены суставные поверхности, покрытые хрящевой тканью. Они могут быть различной формы, например, в виде головки, ямки, сочленовного отростка, края, вырезки, фасетки. Между эпифизом и диафизом у ряда трубчатых костей имеется шейка. Кроме того трубчатые кости имеют всевозможные выросты костной ткани, называемые апофизами. Они располагаются в местах прикрепления к кости сухожилий скелетных мышц.

На поперечном разрезе трубчатой кости, видны надкостница, компактное вещество, губчатое вещество и костномозговая полость, заполненная костным мозгом. Надкостница представляет собой соединительнотканную оболочку, наружный слой которой волокнистый, а внутренний – остеогенный. Толщина надкостницы колеблется от 0,1 до 0,8 мм, к ней и прикрепляются мышцы и сухожилия. Надкостница хорошо кровоснабжается и иннервируется.

Губчатое вещество состоит из сетки тонких перекладин, пересекающихся в различных направлениях и ограничивающих небольшие полости, наполненные костным мозгом. На границе между губчатым и компактным веществом возникают поля сжатия, усиливающие пространственную жесткость костей.

Различают красный костный мозг и желтый костный мозг. В первые 3 года жизни в костях новорожденных детей присутствует, как и у эмбрионов, только красный костный мозг. Постепенно красный мозг в диафизах замещается желтым костным мозгом. С возрастом хрящевые эпифизы окостеневают энхондральным путем, т. е. изнутри хряща кнаружи. Окостенение диафиза осуществляется перихондрально, т. е. снаружи хряща внутрь. Рост кости в длину происходит за счет метаэпифизарных хрящей (располагаются между метафизом и эпифизом), а их рост в толщину – за счет надкостницы [3,4,12].

2. Губчатые кости обычно окостеневают в тех местах, где подвижность сочетается с большой нагрузкой. Эта подвижность констатирована при малой смещаемости костей относительно друг друга, а также в местах амортизации механической нагрузки. Каждая из этих костей имеет несколько суставных поверхностей, представленных тонким слоем компактного вещества.

3. Плоские (широкие) кости образуют стенки полостей (например, полости черепа, таза) и представляют собой обширные поверхности для прикрепления мышц. Эти кости обычно относительно тонкие, что связано с конкретной в данном месте организма функцией скелета.

На поперечном срезе плоских костей, например, костей черепа, снаружи видна компактная наружная пластинка, внутри – компактная внутренняя пластинка (или стекловидная, получившая такое название из-за сильной хрупкости). Между ними располагается губчатое вещество кости.

4. Смешанные кости, т. е. такие, которые не имеют определенной геометрической характеристики. Примером типичной смешанной кости является весьма сложно устроенная височная кость. На наружной поверхности такой кости (в результате прикрепления к костям мышц и связок) обнаруживаются: выпуклости, возвышения, отростки, гребни, вогнутости в виде ямки, ямочки.

5. Пневмотизированные кости, т. е. имеющие воздушную полость. Они характерны для скелета птиц, а у человека входят в состав черепа.

6. Сесамовидные кости – характерно расположение по ходу сухожилий.

Характеризуя различные виды костей, следует вспомнить об одном из законов, сформулированных основоположником функциональной анатомии в России профессором Петром Францевичем Лесгафтом. Закон гласит: «Костная система человеческого организма устроена таким образом, что при наибольшей легкости она представляет наибольшую крепость и лучше всего в состоянии противодействовать влиянию толчка и сотрясения. Рычаги, входящие в состав этой системы, у человека приспособлены больше к ловким и быстрым движениям, чем к проявлению большой силы» [7].

Перечислим функции скелета [1,2,9]:

1. Опорная функция. Скелет выступает «каркасом», фиксирующим в определенном положении все органы, принимает на себя всю тяжесть тела. Мягкие ткани и органы прикрепляются к различным частям скелета.

2. Локомоторная функция – использование костей при передвижении в качестве рычагов.

3. Защитная функция связана с защитой организма от внешних воздействий. Эта функция наиболее древняя. Как уже указывалось, элементы скелета образуют полости, каналы для органов и тканей.

4. Депонирующая функция. Скелет является депо минеральных солей, в меньшей степени – белков. Известно, что до 70% сухого веса костей приходится на минеральные соединения, причем набор последних весьма разнообразен. В частности, в костях человека содержится около 98% всех неорганических веществ организма: кальций, фосфор, магний и др., но есть и микроэлементы, такие как медь, стронций, цинк, бериллий, алюминий, барий, кремний, фтор и др. Всего их около 30. Свообразие структуры элементов и их физико-химических свойств обеспечивает участие костей в самых разнообразных обменных процессах, в связи с чем взгляды на костную ткань, расцениваемую раньше как пассивную, в корне изменились.

В своем развитии костная ткань проходит определенные стадии. *Первоначальная закладка* будущих костей в конце 1-го и начале 2-го месяца эмбриональной жизни представлена перепончатым скелетом. Последний сменяется уже опорной тканью: наступает *вторая стадия* – хрящевая. Постепенное насыщение хряща известковыми солями и его перестройка приводят к наступлению *третьей стадии* – костной [8,9]. Если кость проходит все три стадии развития, она называется вторичной; если кость минует в своем развитии хрящевую стадию – она первичная. К первичной кости относятся кости свода черепа, лица, среднюю треть ключицы. Знание классификации костей важно в диагностике онкозаболеваний. Так, первичная хондросаркома никогда не может развиваться на базе первичной кости. Это метастаз, поэтому необходимо искать «материнскую» опухоль.

С возрастом размеры костей изменяются, причем, как правило, они увеличиваются.

Чаще всего развитие кости происходит на основе хряща. Гистологически выделено три основных его вида [3,8].

1. Гиалиновый, или стекловидный, хрящ. Твердый, упругий, содержит большое количество межклеточного вещества. Хрящ данного вида обычно находится в организме в тех местах, где нужна большая прочность и эластичность (например, на суставных поверхностях).

2. Волокнистый хрящ. В нем обычно имеется большое количество параллельно идущих пучков коллагеновых волокон. Хрящ данного вида обладает большой прочностью, но меньшей эластичностью, чем гиалиновый (к примеру, волокнистый хрящ образует внутрисуставные диски).

3. Эластический или сетчатый хрящ. Он обладает высокими пластичными свойствами, но прочнее, чем два предыдущих вида. Хрящ данного вида встречается в тех местах, где не требуется большого сопротивления (например, хрящи гортани, ушной раковины, крыльев носа).

Процесс замещения хрящевой ткани происходит несколькими путями. Окостенение в направлении изнутри наружу – это так называемый *энхондральный* процесс, снаружи внутрь – *перихондральный*. Под *эндесмальным* окостенением понимается появление костной ткани на месте соединительной, минуя хрящевую стадию. На ранних стадиях развития человека хрящ составляет до 50% массы тела, у взрослого человека – около 2%.

Органическое вещество кости носит название оссеин (от лат. «кость»). В детском возрасте органических веществ больше, чем у пожилых лиц, в связи с чем переломы у детей встречаются реже. Неорганическое вещество кости представлено в основном солями кальция, фосфора, магния [3,4].

Кости построены из костных пластинок; различают слои наружных обих (генеральных) и внутренних пластинок. Между наружными и внутренними располагаются пластинки, ориентированные концентрически вокруг костных канальцев (так называемых гаверсовых каналов) и носящие название остеонов – гаверсовых систем. *Остеон* – структурно-функциональная единица компактного вещества кости, представлена системой вставленных друг в друга трубочек. В технике аналогом остеона является телескопическая антенна или телескопическая удочка [3,5,8]. За счет такого расположения трубчатых элементов обеспечиваются прочность и легкость конструкции. В каждой кости представлены остеоны различного возраста: новообразующиеся, среднего возраста и резорбирующиеся, т. е. поглощающиеся. Их направление, как и костных пластинок, зависит от сил тяги и давления. В гаверсовых каналах, анастомозирующих между собой, расположены артериолы, капилляры и вены. Благодаря пронизывающим кость каналам образуется колоссальная поверхность соприкосновения костной ткани с кровью. В период роста эпифиз и метафиз имеют самостоятельное русло кровоснабжения, и лишь со временем между ними формируются анастомозы. Для вен трубчатых костей характерно

отсутствие клапанов, а также значительный калибр по сравнению с артериями.

Внешняя среда, трудовые процессы оказывают влияние на все органы и системы человеческого тела, но особенно резко эти воздействия проявляются на костной ткани. В кости все время происходят процессы созидания и разрушения, усиливающиеся во время активной мышечной работы [2,5].

Еще в 19 веке Лесгафтом и Вольфом было высказано предположение, что функция влияет на архитектуру губчатого вещества. Было выявлено, что направление арок компактного вещества кости совпадает с линиями наибольшего давления и тяги. На основании этих данных немецкий ученый Вольф сформулировал закон трансформации костной ткани, гласящий, что «каждое изменение в форме и функции костей, или лишь в их функции, имеет следствием определенные изменения во внутренней архитектуре костей, а также в их внешней конфигурации, согласно математическим законам».

В многочисленных последующих работах было показано, что костные пластинки располагаются не хаотично, а по направлению внутренних сил сжатия и растяжения, возникающих в костях в связи с нагрузкой. Установлено, что продольно ориентированные в костях пластинки воспринимают силы сжатия от толчков и сотрясений при поступательном движении и воздействии сил тяжести, поперечные пластинки – от сил растяжения в связи с воздействием мышечно-связочного аппарата. Под влиянием мышечной деятельности, статической и динамической нагрузки на кости происходит постоянное изменение внешнего и внутреннего рельефа костной ткани. При усиленной нагрузке имеет место качественное нарастание толщины компактного слоя костей и параллельное изменение их микроструктуры. Все эти сведения несомненно подтверждают высказывание Н. И. Пирогова (1843), что «наружный вид каждой кости есть существенная идея назначения этой кости». Сегодня мы можем добавить, что и внутренний вид кости также подчинен идее ее назначения.

Уровень техногенности в нашей жизни в последние десятилетия значительно возрос и столкновение человека с не такими уж редкими случаями экстремального воздействия обусловили необходимость знания механических свойств и пределов прочности разных тканей, составляющих организм человека. Так, в частности в анатомии, возникло новое направление исследований, получившее название «биосопромат» органов. Доказано, что поставленная вертикально бедренная кость выдерживает давление в 1,5 т, а большеберцовая еще больше – 1,6-1,8 т.

Предел прочности на излом ребер у лиц молодого возраста колеблется от 85 до 110 кг/см², у пожилых меньше – всего 40 кг. Однако, чтобы сжать позвоночный столб, нужна нагрузка 700-2000 кг! Все сказанное выше и обуславливает тот факт, что кость является очень плотным образованием [1,5].

5. Кроветворная функция. Содержащийся в ряде костей костный мозг признается центральным органом кроветворной системы. Именно он является источником стволовых клеток. Стволовые клетки в настоящее время рассматриваются как

самоподдерживающая популяция, образуются только в строго определенных местах — микроучастках костного мозга. В пределах костного мозга стволовые клетки превращаются в клетки-предшественницы. Как оказалось, костный мозг состоит из неоднородных по степени зрелости участков. У него нет прямой связи с внешним миром. Красный костный мозг находится в губчатом веществе плоских, губчатых и эпифизах трубчатых костей. В костномозговом канале находится желтый костный мозг.

Построен костный мозг из ретикулярных элементов. Последние нестабильны, обильно кровоснабжаются. В ретикулярной строме накапливаются гликоген и нуклеиновые кислоты, способствующие сложным процессам размножения, роста и дифференцировки клеток костного мозга.

В костном мозге венозное русло в значительной мере (до 6-8 раз) преобладает над артериальным. И хотя этот мозг рассредоточен по разным костям, функционирует он как единый орган. Для взятия костного мозга (пункции) обычно используют наиболее поверхностно расположенные губчатые кости (грудина, ребра, подвздошные).

Красный костный мозг имеется у зародышей, плодов и новорожденных. Он представляет собой ретикулярную ткань, в петлях которой залегают элементы крови, поэтому кости правомочно относить к кроветворным тканям. Постепенно красный костный мозг в трубчатых костях замещается на желтый, представленный преимущественно жировыми клетками. У взрослого человека на долю костного мозга приходится 4,5-4,7% массы тела. Желтый мозг у взрослого человека составляет 2,5-3% массы тела. В желтом костном мозге гемопоэтические элементы отсутствуют, но имеется ретикулярная ткань, большинство клеток которой видоизменилась в жировые [4,6].

У взрослого человека красный костный мозг трубчатых костей, скорее всего, является единственным источником иммуно-компетентных клеток. Кроме того, он содержит клетки, контролирующие выработку антител, соответственно его относят к центральным органам иммунной системы [3,7].

Чрезмерные нагрузки отрицательно влияют на строение костной ткани. Особенно это заметно у лиц, занимающихся балетом и спортом. «Спортивная» кость хоть и тверда, но чрезвычайно хрупка и зачастую существует в «предпереломном состоянии».

Среди факторов, влияющих на формирование кости, следует указать следующие: 1) работа мышц, 2) сосудистые, 3) нервные, 4) ферментативные и 5) обменные процессы. Так как в период роста скелета отдельные участки кости растут неодинаково, нельзя исключить и влияние местных факторов, коррелирующих рост и зависящих, очевидно, от окружающих кости мягких тканей. Большое значение при этом придается надкостнице, которую в последнее время рассматривают как своеобразный биологический чехол, прикрепляющийся преимущественно к эпифизам костей [3,6].

Все эти изменения отражены в нижеследующих постулатах, сформулированных в 80-х гг. XIX в. П. Ф. Лесгафтом:

1. Кости развиваются тем сильнее во всех своих размерах, чем больше деятельность окружающих

их м'язів. При меншій діяльності со сторони цих органів вони стаються тонше, довше, уже і слабше;

2. Форма кістки змінюється, як швидко зменшується тиск со сторони оточуючих її органів (м'язів, шкіри, очей, зубів і др.);

3. Форма кістки змінюється також і от тиску зовнішніх частей: кістка зростає повільніше со сторони збільшеного зовнішнього тиску, викривляється от впливом одностороннього дієвства;

4. Фасції, оточуючі от непосредственным впливом м'язів, отримують також боковий тиск-

ня, оточуюче зменшується от перерізку фасції от такими же наслідками в отношенні форми кістки, як і от послот удалення частей м'язів;

5. Кістки отримують органами, активними в отношенні форми своого отроєння (архитектоники), як стійкі или отпори оточуючих її органів, от пасивними в отношенні впливня на них цих отслідних, отбумовлюють их зовнішню форму. Это явлєня зависит от отбности оточников их отпняня, оточуюче отсилюється от зменшенні тиску со сторони оточуючих частей или от отсиленні діяльності отлежачих м'язів от наборот.

Литература

1. Анатомія людини / І. Бобрик, В. Ковешніков, В. Лузін, О. Ромєньський, за ред. В. Ковешнікова. — Шико, 2005. — 328 с.
2. Анатомія та фізіологія з патологією / Я.І. Федонюк [та ін.]; за ред. Я.І. Федонюка, Л.С. Білика, М.Х. Микули. — Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. — 680 с.
3. Валькер Ф.І. Развитие органов у человека после рождения / Ф.И. Валькер. — М., «Медгиз», 1951. — С. 263-269.
4. Кнорре А.Г. Краткий очерк эмбриологии человека / А.Г. Кнорре. — Л.: «Медицина», 1967. — С. 260-266.
5. Ковешніков В.Г. Медична антропология / В.Г. Ковешніков, Б.А. Никитюк. — К.: Здоров'я, 1992. — 199 с.
6. Методические рекомендации для студентов по изучению костной системы / Харьковский медицинский институт, сост.: В.И. Зяблов, В.В. Бобин. — Харьков, 1983. — 69 с.
7. Привес М.Г. Анатомия человека / М.Г. Привес, Н.К. Лысенков, В.И. Бушкович. — М., «Медицина», 1985. — 672 с.
8. Привес М.Г. Анатомия человека / М.Г. Привес, Н.К. Лысенков, В.И. Бушкович. — С-Пб: МАПО, изд. 9-е, 2006. — 720 с.
9. Сапин М.Р. Анатомия человека: в 3-х томах; 3-е изд. / М.Р. Сапин, Г.Л. Билич. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. — Т. 1. — 608 с.
10. Сапин М.Р. Анатомия человека: в 2-х томах / М.Р. Сапин. — М.: Медицина, 2001. — Т. 1. — С. 624-632.
11. Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека: в 4-х томах / Р.Д. Синельников, Я.Р. Синельников, А.Я. Синельников. — М.: Новая волна, 2007. — Том 1. — 351 с.
12. Станек Иван Эмбриология человека / Иван Станек. — «Веда», Братислава, 1979. — С. 487-498.

УДК 611.71

СИСТЕМА СКЕЛЕТА

Пілюгін А. В.

Резюме. Незважаючи на активне впровадження новітніх технологій в навчальний процес вищої школи, словесні методи навчання при викладанні навчального матеріалу залишаються одним з основних інструментів виховання майбутнього лікаря. Серед них важливе місце займає лекція. Термін «лекція» має латинський корінь «lectio» – читання. Лекційні заняття спрямовані на систематизацію наукових знань з предмету, розкривають стан і перспективи розвитку відповідної галузі науки і техніки, концентрують увагу слухачів на найбільш складних, вузлових питаннях, стимулюють їх активну пізнавальну діяльність і сприяють формуванню творчого мислення. Тому на фоні комп'ютеризації навчального процесу лекції залишаються однією з провідних форм навчання в медичних вузах. Детальне вивчення анатомії скелета необхідно майбутнім лікарям незалежно від їх спеціалізації, полегшує вивчення наступних розділів з анатомії, особливо мієлогії.

В лекції викладено детальні відомості щодо класифікації кісток скелета, їх функцій, сучасні уявлення про розвиток кісток, а також основні фактори, що впливають на формування кістки як органа.

Ключові слова: скелет, кістка, розвиток, лекція.

УДК 611.71

СИСТЕМА СКЕЛЕТА

Пілюгін А. В.

Резюме. Несмотря на активное внедрение современных технологий в учебный процесс высшей школы, словесные методы обучения при изложении учебного материала остаются одним из основных инструментов воспитания будущего врача. Среди них важное место занимает лекция. Термин «лекция» имеет латинский корень «lectio» – чтение. Лекционные занятия направлены на систематизацию научных знаний по предмету, раскрывают состояние и перспективы развития соответствующей отрасли науки и техники, концентрируют внимание слушателей на наиболее сложных узловых вопросах, стимулируют их активную познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления. Поэтому на фоне компьютеризации учебного процесса лекции остаются одной из ведущих форм обучения в медицинских вузах. Подробное изучение анатомии скелета необходимо будущим врачам независимо от их специализации, облегчает изучение последующих разделов анатомии, особенно миологии.

В лекции изложены подробные данные о классификациях костей скелета, их функциях, современные представления о развитии костей, а также основные факторы, которые влияют на формирование кости как органа.

Ключевые слова: скелет, кость, развитие, лекция.

UDC 611.71

SYSTEM OF SKELETON

Piljugin A. V.

Abstract. Despite the active introduction of new technologies in educational process of higher school, verbal teaching methods for teaching the material remain one of the main instruments of the education of future doctors. Among them the important place is occupied by the lecture. The term «lecture» has a Latin root «lection» is read. Lectures given to the systematization of scientific knowledge on the subject, reveal the status and prospects of development of the respective field of science and technology, focusing listeners' attention on the most complex, cross-cutting issues, stimulate their cognitive activity and contribute to the formation of creative thinking. Therefore, against the background of computerization of educational process lectures remain one of the leading forms of education into medical higher schools. A detailed study of the anatomy of the skeleton is necessary for future physicians regardless of their specialization, facilitates the study of the following sections on anatomy, especially myology.

In lectures presented detailed information regarding the classifications of bones, their functions, modern ideas about bone development and the major factors influencing the formation of bone as an organ.

According the shape are distinguished tubular, spongy, flat, mixed, pneumatic and sesamoid bones.

The functions of the skeleton include: support, locomotion, protection, depositing, hematopoietic.

In its development the bone tissue goes through certain stages. The primary tab of the bones at the end of the 1st and beginning of 2nd month of embryonic period of development represented by a membranous skeleton. Next, the second stage of the cartilage. Gradual saturation of the cartilage with calcium salts and its restructuring lead to the onset of the third stage of bone. If the bone passes all three stages of development – it is secondary; if in its development it passes the cartilaginous stage – it's primal.

Osteon – the structural and functional unit of compact substance, is represented by a system inserted into each other pipes. Due to such placement of the tubular elements provides strength and ease of construction. In addition, the bone plates are not chaotic, but according to forces of compression and tension that occur in the bones during exercise.

The factors that influence bone formation, is attributed the work of the muscles, vascular, nerve, enzyme factors and metabolic processes. Also, we cannot exclude the influence of local factors, are determined by the surrounding bone and soft tissues. Of great importance in this have a periosteum, which is considered as a kind of biological membrane, which is attached mainly to the epiphyses of bones.

Keywords: skeleton, bone development, lecture.

Рецензент – проф. Шерстюк О. О.

Стаття надійшла 23.01.2017 року