



ИЗБРАННЫЕ ЛЕКЦИИ

ПО ХИРУРГИИ ПОЗВОНОЧНИКА

Д-Р МЕД. НАУК, ПРОФ. Э.А. РАМИХ





КРАТКИЙ ОЧЕРК АНАТОМО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЗВОНОЧНИКА

Э.А. Рамих

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

В очерке с позиции современных представлений о нормальной анатомии позвоночного столба изложены имеющие клинический интерес особенности его строения, развития и отчасти биомеханики. Последовательно представлены костная структура позвоночника, архитектура позвонка, анатомия межпозвонковых дисков, суставов, связок шейно-затылочной области, длинных и коротких связок позвоночного столба. Рассмотрены мышечная система, кровоснабжение позвоночника, варианты васкуляризации различных частей спинного мозга, анатомия спинного мозга и его оболочек. Приведенные данные нормальной анатомии позвоночника должны оказать помощь клиницисту в выявлении патоморфологических изменений, возникающих в результате травмы или после заболеваний, и тем самым в выборе патогенетически обоснованного лечения.

Ключевые слова: нормальная анатомия позвоночника, патоморфологические изменения, возникающие после травмы и заболеваний.

BRIEF OUTLINE OF ANATOMICO-FUNCTIONAL FEATURES OF THE SPINE

E.A. Ramikh

The paper presents the peculiarities of spinal column structure, development, and partly biomechanics in view of current concepts of its normal anatomy. Osseous structure of the spine, vertebra architectonics, anatomy of intervertebral discs, joints, ligaments of the cervico-occipital junction, and long and short paraspinal ligaments are consistently described. Muscular system and blood supply of the spine, vascularization variants of different parts of the spinal cord, anatomy of the spinal cord and its meninges are considered. Represented data on a normal spine anatomy would help a clinician to detect pathomorphological changes occurring after injury or disease, and to choose pathogenetically based treatment.

Key Words: normal anatomy of the spine, pathomorphological changes occurring after injury or disease.

Hir. Pozvonoc. 2007;(2):77–95.

Своевременная полноценная диагностика возникающих патоморфологических изменений при различных заболеваниях и повреждениях позвоночника предопределяет патогенетически обоснованный выбор эффективного лечения. Совершенствование лучевых (КТ, СКТ, МРТ) диагностических методов исследования, появление новых хирургических методов лечения диктуют необходимость более детального изучения, углубленного знания анатомии и биомеханики позвоночника.

Позвоночник в сложном ансамбле анатомии человеческого организма занимает одно из основных мест, являясь, с одной стороны, центральным органом статики и движения опорно-двигательной системы, а с другой – защитным каркасом для такого важного образования, как спинной мозг. Позвоночный столб образно сравнивается с гибким стержнем, колонной, представляющей основную ось тела, сохраняющую сегментарность строения. Kocher [52] рассматривал позвоночник как систему двух столбов: переднего, состоящего из объемных тел позвонков и лежащих между ними межпозвонковых дисков, и заднего, состоящего из относительно тонких, прочных, черепицеобразно

накладывающихся одна на другую дужек. С позиции концепции механизма возникновения перелома грудных и поясничных позвонков, Whitesides [60], исходя из теории двухколонной биомеханической опорной системы, сравнил позвоночник со строительным краном: противостоящие давлению тела позвонков и диски (передняя опора) соответствуют стреле крана, а задние структуры позвонка и связки с их силой тяги (задняя опора) соответствуют канатам.

Современные классификации повреждений рассматривают позвоночный столб как трехопорную биомеханическую систему [41, 42]. Новая классификация подосевых шейных повреждений базируется на оценке четырех колонн шейного отдела позвоночника [56]. Это передняя колонна, правая и левая боковые колонны и задний костно-связочный комплекс. Передняя колонна включает тело, межпозвонковый диск и фиброзное кольцо, переднюю и заднюю продольные связки. Боковые колонны включают ножки дужки, начинающиеся в их соединении с телом позвонка, верхними и нижними суставными отростками, боковой массой и капсулами сустава. Каждая колонна выделена

отдельно. Задняя колонна включает тонкую пластину дужки, остистые отростки, задний связочный комплекс.

Позвоночник состоит из 24 истинных позвонков в подвижной части и 9–10 ложных – в неподвижной (крестцовые, копчиковые). У новорожденного позвоночник состоит преимущественно из хрящевой ткани: хрящевая часть поясничного отдела равна его костной части. В грудном отделе хрящевая часть в три, а в шейном – в два раза больше окостеневшей части [13]. Позвоночник новорожденного открыт по средней линии всех дуг позвонков. Сращение половин дуг начинается с шейной области, и к концу второго года жизни позвонки между пятым шейным и третьим поясничным образуют полную дугу. У 4-летнего ребенка еще остаются широко открытыми дуги атланта, 5-го поясничного позвонка, 1, 4, 5-го крестцовых; более близкими к средней линии остаются половины дуг 2-го и 3-го крестцовых позвонков. Обычно к 7-летнему возрасту все дуги позвонков должны быть закрыты, иногда исключение составляет дуга 1-го крестцового позвонка. Процесс закрытия крестцового канала происходит в направлении снизу вверх и заканчивается у человека в возрасте 15–18 лет. Форма и величина позвоночника с возрастом человека претерпевают значительные изменения. Первые два года жизни позвоночник быстро растет, почти удваиваясь в длину, затем следует период медленного развития до 12–14-летнего возраста, потом опять наступает фаза активного роста. И в результате у взрослого человека позвоночник в 3,5 раза превосходит свою первоначальную длину [1].

Позвоночник в сагиттальной плоскости образует четыре физиологические кривизны. Верхняя кривизна образована шейными и верхними грудными позвонками и обращена выпуклостью кпереди, на вершине кривизны располагаются 5-й и 6-й шейные позвонки (шейный лордоз). Вторая кривизна – грудной кифоз образована грудными позвонками, выпуклость ее обращена назад, на вершине кривизны лежат 6-й и 7-й грудные позвонки. Третья кривизна – поясничный лордоз образована нижними грудными и поясничными позвонками. На вершине кривизны лежит 4-й поясничный позвонок. Четвертая кривизна, кифотическая, образована 5-м поясничным позвонком, крестцом и копчиком. Наиболее выступающая кзади ее часть проходит на уровне 4-го крестцового позвонка [12].

S-образный профиль позвоночника является результатом ортостатического положения человека. Кифотические

участки представляют собой филогенетическое наследие, а лордотические образуются только после рождения при поднятии головы и туловища [37]. Поясничная кривизна образуется в последнюю очередь [2]. Поясничный лордоз, точнее его вентральная выпуклость, образуется у человека, ходящего в вертикальном положении, в силу стремления перенести центр тяжести туловища кзади от крестцово-подвздошных сочленений и от оси тазобедренных суставов. Поясничный лордоз с возрастом увеличивается. Его индекс достигает максимальной величины к 25-летнему возрасту [25]. Степень выраженности физиологических изгибов позвоночника находится в прямой связи с определенными конституциональными типами человека и является определяющей в смысле устойчивости к травматическим воздействиям на позвоночник [30]. При хорошей выраженности физиологических изгибов (совершенный тип) позвоночник лучше противостоит травме.

Во фронтальной плоскости у человека имеется легкое физиологическое искривление грудной части позвоночника, чаще вправо, и соответственно этому – слабо выраженное противоискривление в поясничной части. Это физиологическое искривление позвоночника находит свое объяснение в несколько большем развитии правого плечевого пояса у большинства людей – правшей. Это следует учитывать при осуществлении дорсальной фиксации груднопоясничного отдела позвоночника при лечении компрессионных переломов тел позвонков.

Позвоночник совершает четыре рода движений:

- 1) сгибание и разгибание в сагиттальной плоскости;
- 2) сгибание и разгибание во фронтальной плоскости (боковые движения);
- 3) движения скручивания и раскручивания (ротационные);
- 4) пружинящие движения, обусловленные изгибами позвоночника [14].

При сгибании сгибается грудной отдел, а шейный и поясничный выпрямляются, при разгибании – наоборот [3]. Общая амплитуда подвижности позвоночника равна 117°, средняя амплитуда сгибания – 78°, а разгибания – 39°. Наибольшая амплитуда движений в поясничном отделе между 10-м грудным позвонком и крестцом, наименее подвижен грудной отдел (табл.). У мужчин старше 40 лет общая амплитуда подвижности равна 100°, у женщин – 104°. В поясничном отделе наиболее подвижен 4-й поясничный позвонок [20].

Таблица

Границы подвижности позвоночника, град. [20]

Отдел позвоночника	Сгибание	Разгибание	Качание	Вращение
Шейный	90	90	30	45
Грудной	90	45	100	40
Поясничный	23	90	35	5
Всего	203	225	165	90

Костная структура позвоночника, архитектура позвонка

Строение истинных позвонков подобно одно другому, своеобразное строение имеют только два первых шейных позвонка. Архитектоника позвонков целиком согласуется с функцией позвоночника и обусловлена ею.

Большая подвижность шейного отдела позвоночника, необходимость удержания головы, главным образом в вертикальном положении, характер сочленения позвоночника с головой – все это предопределяет строение как первых двух шейных позвонков, так и всего шейного отдела.

Атлант – 1-й шейный позвонок развивается из четырех первичных латеральных ядер окостенения, которые дают начало боковым массам и задней дуге (рис. 1). Соединение двух половин задней дуги происходит у ребенка в 5-летнем возрасте. Если слияния не происходит, образуется аномалия – незаращение задней дуги атланта. У 4–5-месячного ребенка появляются четыре вторичных ядра окостенения, из которых два – для передней дуги и по одному – для каждого поперечного отростка. Все ядра окостенения сливаются по достижении ребенком 5 лет, а передняя дуга может быть открытой у него до 9-летнего возраста.

Аксис – 2-й шейный позвонок претерпевает процесс окостенения из семи первичных ядер. Четыре латеральных ядра предназначены для дуги позвонка. Дуга сзади у ребенка закрывается на 8-м мес. и срастается с телом 2-го шейного позвонка в возрасте 4–5 лет. Последние два первичных ядра, предназначенные для зуба 2-го шейного позвонка, срастаются с телом позвонка по достижении ребенком 4–5 лет. Ядро окостенения верхушки зуба соединяется с основной частью зуба у человека в 8–12 лет. Об этом важно помнить при диагностике перелома зуба 2-го шейного позвонка и наличии так называемой зубовидной кости (рис. 2).

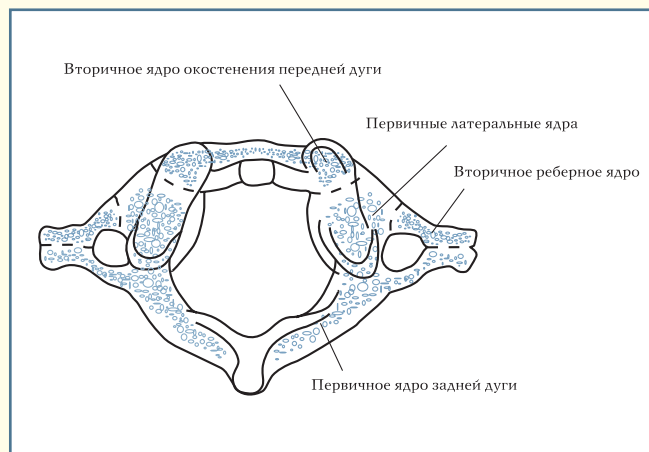


Рис. 1

Ядра окостенения 1-го шейного позвонка – атланта [1]

Атлант у взрослого человека представляет собой костное кольцо, состоящее из латеральных масс, соединенных передней и задней дугами. Располагаясь в виде своеобразной шайбы между черепом и аксисом, атлант принимает на себя всю тяжесть головы. Латеральные массы имеют суставные поверхности – верхние, сочленяющиеся с мыщелками затылочной кости (верхний сустав головы), и нижние, сочленяющиеся с суставными отростками аксиса (нижний сустав головы). Верхние суставные поверхности атланта вогнуты и направлены кверху и кнаружи. Вместе с мыщелками затылочной кости они образуют блоковидный сустав, основными видами движений в котором являются сгибание и разгибание. Нижние суставные поверхности незначительно вогнуты и направлены кнаружи и вниз. Нижний сустав головы относится к плоским суставам, основным видом движения в нем является ротация. На внутренней поверхности латеральных масс имеются бугристости – места прикрепления поперечной связки. Основная нагрузка, передаваемая от головы к позвоночнику, проходит через латеральные массы. От латеральных масс кнаружи отходят реберно-поперечные отростки, имеющие отверстия, в которых проходят позвоночные артерии. Внутренняя поверхность передней дуги имеет суставную поверхность, которая сочленяется с зубом аксиса (сустав Крювелье). Как правило, передняя дуга более развита, чем задняя. В области соединения задней дуги и латеральных масс имеются борозды, в которых проходят позвоночные артерии.

Аксис имеет тело, дугу и остистый отросток. Тело аксиса, в свою очередь, имеет зубовидный отросток, верхние суставные и реберно-поперечные отростки. Зубовидный отросток, или зуб аксиса, является телом атланта, сросшимся в онтогенезе с телом 2-го шейного позвонка. Зуб на передней и задней поверхностях имеет суставные фа-

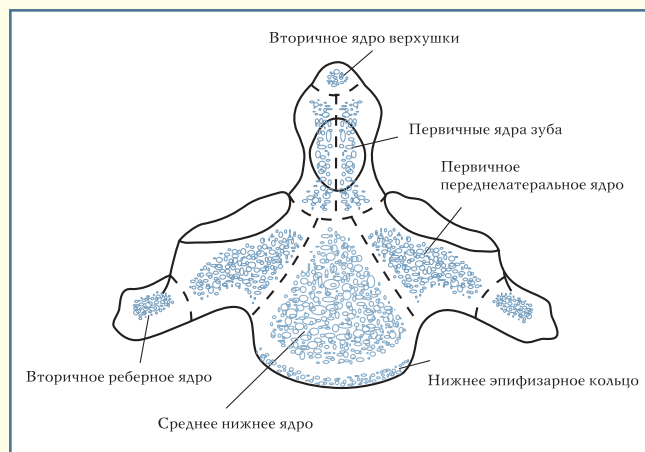


Рис. 2

Ядра окостенения 2-го шейного позвонка – аксиса [1]

сетки для сочленения с передней дугой атланта и поперечной связкой. Зубовидный отросток на уровне соединения с телом аксиса, слегка сужаясь, образует шейку. Сбоку от зуба находятся верхние суставные поверхности, эллипсовидной формы, плоские, направленные кнаружи и книзу. Ниже и латеральнее верхних суставных поверхностей находятся реберно-поперечные отростки, направленные кнаружи и книзу. Последние имеют отверстия, в которых проходят вертебральные артерии. Отверстия расположены почти горизонтально, что позволяет сосудам отклоняться кнаружи, огибая латеральные массы атланта.

В месте прикрепления дуги аксиса к телу позвонка имеются нижние суставные отростки, сочленяющиеся с верхними суставными отростками С₃ позвонка. Место перехода дуги аксиса в тело позвонка является самым уязвимым, так как это наиболее нагружаемый и наиболее узкий участок. Вес головы передается через латеральные массы на верхние суставные поверхности и далее – на тело аксиса и переднюю позвоночную колонну. Каудальная замыкательная пластинка тела аксиса направлена кпереди и книзу, что обуславливает его смещение кпереди. От этого смещения аксис предохраняют нижние суставные отростки, поверхности которых направлены противоположно верхним (кзади и книзу). Задние мышцы шеи, прикрепляющиеся к остистому отростку С₂ позвонка, тянут последний книзу, что также создает повышенные нагрузки в месте прикрепления дуги к телу позвонка. Отверстия, в которых проходят вертебральные артерии, ослабляют корни дужки аксиса, поэтому при чрезмерной нагрузке переломы дужки возникают именно у места прикрепления ее к телу позвонка. Дужка и остистый отросток аксиса наиболее мощные из всех шейных позвонков. Остистый отросток аксиса раздвоен, что увеличивает площадь прикрепления мышц.

Шейные позвонки, кроме двух первых, имеют низкие тела с наличием поперечной вогнутости на верхней поверхности и переднезадней – на нижней. От 2-го к 7-му тела шейных позвонков постепенно расширяются. Тела грудных позвонков выше шейных, и высота их увеличивается по направлению к поясничному отделу. На заднебоковой поверхности тел грудных позвонков имеются верхние и нижние реберные ямки. Нижняя фасетка тела грудного позвонка образует с верхней фасеткой нижележащего позвонка полную суставную ямку. Тело 1-го грудного позвонка имеет одну реберную ямку. Тело поясничного позвонка имеет бобовидную форму и более массивно.

Шейные позвонки образуют относительно широкий, треугольной формы, позвоночный канал. Позвоночный канал в грудном отделе несколько меньше и имеет округлую форму. Позвоночный канал, образуемый поясничными позвонками, больше, чем в грудном отделе, и имеет неправильную треугольную форму. Наибольшей (до 3 см) величины позвоночный канал достигает в поясничном отделе, на границе шейного и грудного отделов он сужен до 2,5 см, в грудном отделе он еще уже [9, 35]. Суставные поверхности верхних суставных отростков шейных по-

звонков направлены кзади и вверх, а нижних – кпереди и книзу. Суставные поверхности грудных позвонков лежат во фронтальной плоскости и направлены у верхних суставных отростков кзади, у нижних – кпереди. Суставные отростки поясничных позвонков, начиная от дуги, направлены кзади от поперечных отростков и расположены почти вертикально в сагиттальной плоскости. При сочленении двух соседних позвонков верхние суставные отростки одного позвонка охватывают с боков нижние суставные отростки другого.

Поперечные отростки шейных позвонков располагаются кпереди от суставных отростков и, отходя в стороны, несут на своей верхней поверхности глубокую борозду спинного нерва. Поперечные отростки грудных позвонков направлены кнаружи и несколько кзади и имеют небольшую реберную фасетку, сочленяющуюся с бугром ребра. Поперечный отросток поясничного позвонка располагается впереди суставного, расположен латерально и несколько кзади. Его большая часть представляет рудимент ребра. Поперечные отростки 1-го и 5-го поясничных позвонков прикрыты последним ребром и крылом подвздошной кости. Благодаря этому эти отростки не подвергаются повреждению при непосредственной травме.

У 1-го шейного позвонка нет остистого отростка. Остистые отростки остальных шейных позвонков постепенно увеличиваются в длину, концы их раздвоены и незначительно наклонены книзу. Остистый отросток 7-го шейного позвонка особенно длинный, на конце не раздвоен. Остистые отростки грудных позвонков трехгранной формы, длинные, остроконечные, направленные книзу. Остистые отростки среднегрудных позвонков прикрыты черепицеобразно один другим. Остистые отростки поясничных позвонков относительно короткие, широкие, закругленные на конце.

Неподвижная нижняя часть позвоночника представлена крестцовой и копчиковой костями. Крестцовая кость взрослого человека представляет собой единую, клиновидной формы, кость, образованную пятью слившимися позвонками. Они образуют заднюю стенку малого таза. Различают переднюю и заднюю поверхности и два боковых края крестцовой кости. Крестцовый канал имеет изогнутую форму. Передняя поверхность крестца вогнута, имеет четыре поперечных линии – следы сращения тел позвонков. Снаружи от них, с каждой стороны, имеются четыре крестцовых отверстия, ведущие в полость крестцового канала. Через эти отверстия проходят передние ветви крестцовых нервов и сопровождающие их сосуды. Задняя поверхность крестцовой кости выпуклая в продольном направлении, шероховатая, уже передней, имеет пять продольных гребешков.

Завершает строение позвоночника снизу копчиковая кость, представляющая собой сросшиеся 4–5, реже 3–6 копчиковых позвонков. Она имеет форму пирамиды, основание которой обращено вверх. Копчиковые позвонки состоят только из тел, и лишь на 1-м позвонке имеются

небольшие поперечные отростки, остатки суставных отростков в виде копчиковых рожков [7].

Внутренняя архитектура позвонка придает ему большую крепость и сопротивляемость действию силы тяжести. Известно, что тела позвонков различных отделов имеют различную прочность. Выявлено при помещении тел позвонков между двумя металлическими пластинами и наложении сверху груза до наступления перелома, что тела шейных позвонков ломаются при грузе 150–170 кг, грудных – 200–400 кг, поясничных – 400–425 кг [23]. Позвоночник выдерживает тяжесть в 350 кг [50]. Костная структура позвонка представляет собой определенную систему перекладин, располагающихся в основном в трех направлениях: вертикальном, косом и горизонтальном. В строении губчатого вещества образуются сети различной величины, преимущественно ячеистые в грудном отделе и трабекулярные – в поясничном [19, 25, 33]. Вертикальные трабекулы одного позвонка продолжают в другом на протяжении всего позвоночника. Такая архитектура позвоночника объединяет все позвонки в единое биомеханическое целое.

Система костных трабекул представлена четырьмя пучками, идущими косо из правого нижнего отростка в левую нижнюю часть тела позвонка и из левого верхнего отростка в правую нижнюю часть тела позвонка. В функциональном отношении наличие трех систем трабекул указывает на то, что позвонок более пассивен в своем теле и более активен в своих отростках. Трабекулярность выражена в большей степени в том позвоночнике, изгибы которого проявлены больше. Такой позвоночник более вынослив [19]. В архитектурном расположении губчатая кость тела позвонка представляет собой группы вертикальных трабекул, соединенных с горизонтальными, чтобы противостоять сжимающим силам. У пациентов с нарушенным остеогенезом самая большая потеря трабекул встречается в горизонтальной группе. Небольшие возрастающие потери из массы кости в позвоночном столбе могут быстро дестабилизировать способность позвоночника противостоять сжимающим нагрузкам из-за потери механического эффекта распорок [47] – компрессионные переломы тел позвонков при остеопорозе.

Исследования показали, что компактная кость позвонка имеет предельную прочность 12–17 кг/мм², губчатое вещество – 0,85 кг/мм², то есть прочность компактного вещества позвонка превышает прочность губчатого вещества в 16–20 раз [24].

Наибольшей выносливостью, как на растяжение, так и на давление, обладает костный «перстень» вокруг позвоночного канала [59]. Наибольшей сопротивляемостью к растяжению обладают дужки позвонка. Выносливость на давление отдельного позвонка почти в четыре раза выше, чем у группы позвонков, соединенных дисками.

Костная ткань позвоночника содержит уменьшающиеся в каудальном направлении неорганические вещества и увеличивающиеся органические вещества и воду. Отмечено,

что те отделы позвоночника, которые чаще подвержены переломам (нижний шейный, нижний грудной и верхний поясничный) содержат преобладающее количество неорганических веществ над органическими [5]. Внутренняя архитектура позвонка объясняет до некоторой степени, почему при компрессионных переломах тел позвонков повреждается его передневерхняя часть и тело позвонка приобретает клиновидную форму. Эластические свойства кости являются исключительной функцией коллагена, не зависящей от минерального содержания. Прочность кости при переломах – наиболее важное механическое свойство, зависящее от минерального составляющего и его архитектурного распределения. От количества минеральных соединений в кости зависит компрессионная прочность поясничных позвонков, коэффициент корреляции – 0,86 [38]. Таким образом, по плотности кости можно вычислить риск возникновения перелома.

Межпозвонковый диск

Межпозвонковые диски входят в единую функционально-анатомическую систему с телами прилежащих позвонков, дугоотростчатых суставами данного уровня, их связочным и капсульным аппаратом, желтой связкой и мышцами. У человека 23–24 двигательных сегментарных единицы позвоночника.

Каждый позвонок сочленяется с рядом лежащим в трех точках: в двух межпозвонковых сочленениях, сзади и спереди, между двумя телами. Между телами позвонков, между каудальной замыкательной пластинкой вышележащего позвонка и краниальной замыкательной пластинкой нижележащего позвонка, располагается межпозвонковый диск. В нем различают фиброзное кольцо – *annulus fibrosus*, занимающее периферическую часть, и студенистое ядро – *nucleus pulposus*, располагающееся центрально. Волокна фиброзного кольца располагаются в трех направлениях: концентрически, спирально и косо перекрещиваясь. Концы волокон теряются в надкостнице тел позвонков. Периферические пучки фиброзного кольца, тесно прилегая друг к другу, внедряются в костный краевой кант. Фиброзное кольцо сформировано параллельными концентрическими пластинами, каждая из которых состоит из односторонних коллагеновых волокон или их пучков. Коллагеновые волокна в пластинах ориентированы под углом около 60° к оси позвоночного столба и под углом около 120° относительно волокон смежных пластин [48]. Такая ориентация коллагеновых фибрилл в пластинах придает фиброзному кольцу некоторую эластичность при компрессии. Коллагеновые волокна наружной пластины фиброзного кольца переплетаются с волокнами продольных связок позвоночника. Фибриллы внутренних пластин фиброзного кольца продолжают в гиалиновые пластинки, отделяющие ткань межпозвонковых дисков от тел позвонков.

В центре фиброзно-волокнутого хряща расположено очень упругое эластичное образование – студенистое ядро, напоминающее резиновую подушку, наполненную водой. Пульпозное ядро межпозвонкового диска состоит из гидратированного гелеобразного вещества, в котором располагаются немногочисленные хондроциты. Пульпозное ядро – одна из самых малоклеточных тканей организма: плотность расположения клеток в нем в 2–2,5 раза ниже, чем в суставном хряще [55]. В волокнистом остоле пульпозного ядра удерживается основное вещество с физическими константами желатинового геля, содержащего 83–85 % воды. Кроме воды и коллагенового белка, основными и почти единственными компонентами пульпозного вещества являются протеогликаны. Гидрофильные свойства протеогликановых макромолекул чрезвычайно важны для функциональной полноценности межпозвонкового диска, поскольку сопротивление пульпозного ядра компрессии прямо пропорционально количеству связанной в нем воды [43, 44, 51].

В механическом отношении пульпозное ядро является функциональным центром межпозвонкового диска и соответствующего сегмента позвоночника и гасит около 80 % нагрузки на сегмент [57]. В шейных межпозвонковых дисках пульпозное ядро занимает центральный участок, в верхнегрудных оно располагается ближе кпереди, а во всех других – на границе задней и средней трети диска. Межпозвонковый диск отсутствует между первым и вторым шейными позвонками. Высота межпозвонковых дисков неравномерна в различных отделах позвоночника и постепенно нарастает сверху вниз. Высота каждого следующего диска увеличивается в каудальном направлении на 1–2 мм. Все диски поясничных позвонков имеют клиновидную форму, скошенностью обращенную кзади, причем скошенность наиболее выражена между 5-м поясничным и 1-м крестцовым позвонками, где разница переднего и заднего отделов диска бывает равной 9–10 мм. При резком сгибании клиновидная форма диска сглаживается, высота дисков в их передних и задних отделах становится одинаковой. У детей 6–8 лет и подростков 13–15 лет, в силу незначительной выраженности поясничного лордоза, высота дисков на всем протяжении одинакова, исключение составляет диск между L₅ и S₁ позвонками, он имеет клиновидную форму.

Каждый межпозвонковый диск обеспечивает прочное соединение тел смежных позвонков. Важнейшей функцией диска является гашение постоянных для позвоночника вертикальных и ударных нагрузок и колебательных движений. Непременным условием выполнения этой функции является способность диска к равномерному распределению нагрузки по поверхности тел позвонков [58].

Межпозвонковые суставы

Межпозвонковые суставы (*articulatio intervertebrales*) образуются между суставными отростками прилежащих позвонков. Верхние суставные отростки каждого истинного

позвонка сочленены с нижними суставными отростками расположенного выше позвонка, они образуют правый и левый межпозвонковые суставы. Атлантозатылочные суставы, образованные верхними суставными поверхностями атланта и мыщелками затылочной кости, имеют слабо натянутую капсулу. Боковые атлантоаксиальные суставы, образованные выпуклыми суставными поверхностями с почти горизонтальным их расположением, обеспечивают большой объем движений. Капсула бокового атлантоаксиального сустава прикрепляется спереди на расстоянии 0,3–0,4 см от края суставного хряща, а сзади – по его краю. Сустав Крювелье также имеет слабую, растяжимую капсулу. Капсула истинных дугоотростчатых суставов прикрепляется по краю суставного хряща. Суставные поверхности, как отмечено выше, расположены в направлении, приближающемся к горизонтальной плоскости в шейном отделе, к фронтальной – в грудном и к сагиттальной – в поясничном. В шейном и грудном отделах межпозвонковые суставы относятся к плоским суставам, в поясничном – к цилиндрическим. В функциональном отношении эти суставы малоподвижны. Движения одних межпозвонковых суставов влекут за собой симметричные движения этого и близлежащего позвонков. Farfan [45] рассматривает межпозвонковый диск и дугоотростчатые суставы позвоночника этого уровня как единый трехсуставный комплекс, правильное функционирование которого возможно лишь при сочетании действия каждого сустава.

Связки позвоночного столба

Многочисленные связки позвоночного столба делятся на две группы: длинные и короткие связки.

Длинные связки позвоночного столба. Передняя продольная связка (*lig. Longitudinale anterius*), начинаясь от нижней поверхности затылочной кости и переднего бугорка атланта, проходит вдоль передней и боковых поверхностей тел позвонков, достигая крестцовой кости, где теряется в надкостнице 1-го и 2-го крестцовых позвонков. Внизу связка расширяется и становится крепче. Передняя продольная связка тесно срастается с надкостницей тел позвонков и краями межпозвонковых дисков. С дисками она соединена рыхло. Глубокие волокна связки короче поверхностных, они соединяют прилежащие смежные позвонки, поверхностные – 4–5 смежных позвонков. Передняя продольная связка обладает большой прочностью. Davis [40] показал, что она может выдержать при среднем натяжении груз в 337 фунтов. Анатомические особенности данной связки положены в основу концепции консервативного лечения компрессионных переломов тел позвонков при одномоментной и постепенной их реклинации (рис. 3).

Задняя продольная связка (*lig. longitudinale posterior*) располагается на задней поверхности тел позвонков и образует переднюю стенку позвоночного канала. Она начинается от внутренней поверхности тела затылочной кости, впереди большого затылочного отверстия, постепенно су-

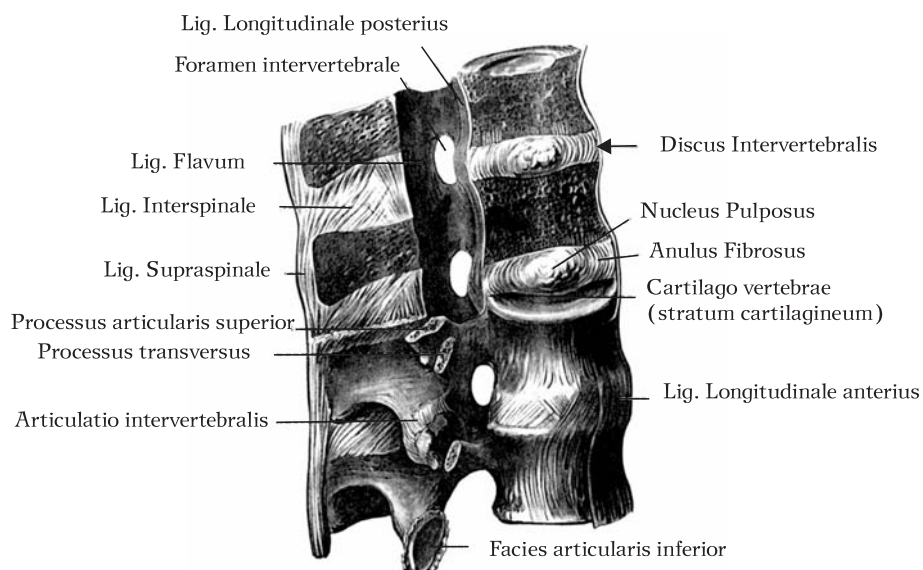


Рис. 3

Связки и суставы позвоночного столба: поясничная часть; позвоночный канал частично вскрыт, вид справа [26]

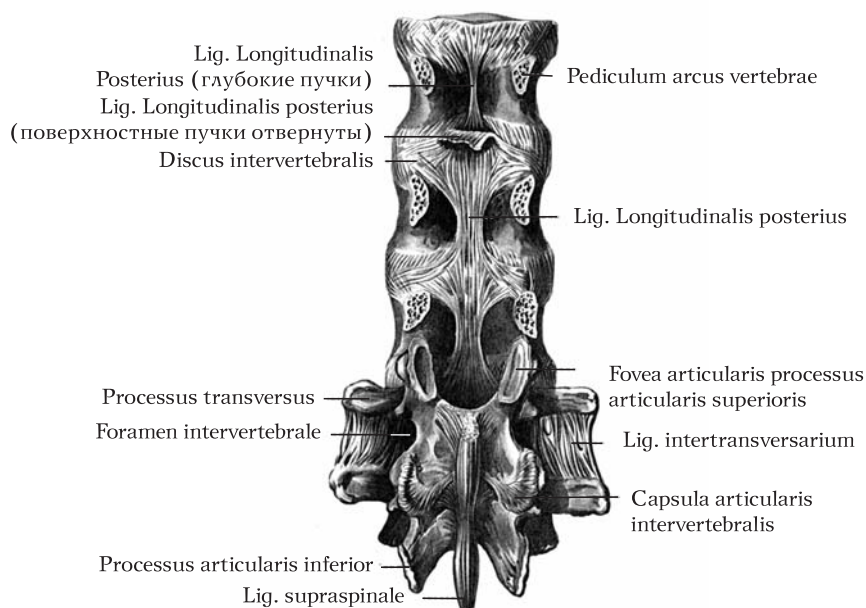


Рис. 4

Связки и суставы позвоночного столба: поясничная часть; дуги и отростки 12-го грудного и 1-го и 2-го поясничных позвонков удалены; вид сзади [26]

жаясь книзу, достигает начального отдела крестцового канала. Задняя продольная связка рыхло соединена с телами позвонков. Между связкой и телами позвонков, в соединительной ткани, располагаются венозные сплетения. На уровне дисков связки несколько шире и прочно сращены с ними. Поверхностные пучки длиннее глубоких. Задняя продольная связка слабее передней (рис. 4).

Короткие связки позвоночного столба. Желтая связка (*lig.flava, s.interarcuata*) – одна из наиболее мощных связок, соединяющих позвонки в единое целое. Начинаясь от внутренней поверхности нижнего края дуги вышележащего позвонка, она направляется к наружной поверхности верхнего края дуги нижележащего позвонка, ограничивая своим передним краем межпозвонковое отверстие. Желтая связка отсутствует между 1-м и 2-м шейными позвонками, где имеется атлантаксиальная мембрана. Желтая связка в основном состоит из эластических пучков, идущих вертикально. Наибольшего развития они достигают в поясничном отделе. Желтая связка в силу своей эластичности сближает позвонки, является своего рода антагонистом силы пульпозного ядра. Укорачиваясь, желтая связка действует подобно мышцам, обуславливая удержание туловища в состоянии разгибания и уменьшая при этом напряжение мышц.

Межостистые связки (*lig.interspinalia*) натянуты на всем протяжении позвоночника между обращенными один к другому краями остистых отростков соседних позвонков,

от основания остистых отростков, где они подходят к желтым связкам, и до их вершечек, где они сливаются с надостистой связкой. Наибольшей мощности они достигают в поясничном отделе.

Надостистая связка (*lig.supraspinale*) натянута в виде непрерывного тяжа вдоль вершечек остистых отростков. Расширяясь и утолщаясь от 7-го шейного позвонка, она переходит в выйную связку, которая, направляясь вверх, прикрепляется к затылочной кости.

Межпоперечные связки (*lig.intertransversaria*) – парные связки, соединяющие вершечки поперечных отростков соседних позвонков. Эти связки особенно мощны в поясничном отделе. В грудном отделе они приобретают округлую форму, в шейном отделе могут быть раздвоены или совершенно отсутствовать.

Связочный аппарат, соединяющий верхние шейные позвонки с черепом, подразделяется на вентральный, дорсальный и связки внутри позвоночного канала. Вентральные связки: передняя атлантазатылочная перепончатая, вентральная атлантаксиальная перепончатая, продолжающаяся в этой части, передняя продольная связка. Связочный аппарат верхних шейных позвонков внутри позвоночного канала обеспечивает прочное соединение позвонков с затылочной костью (рис. 5).

Связки внутри позвоночного канала. Задняя продольная связка – связка, идущая от внутренней поверхности тела затылочной кости кпереди от края большого затылочного

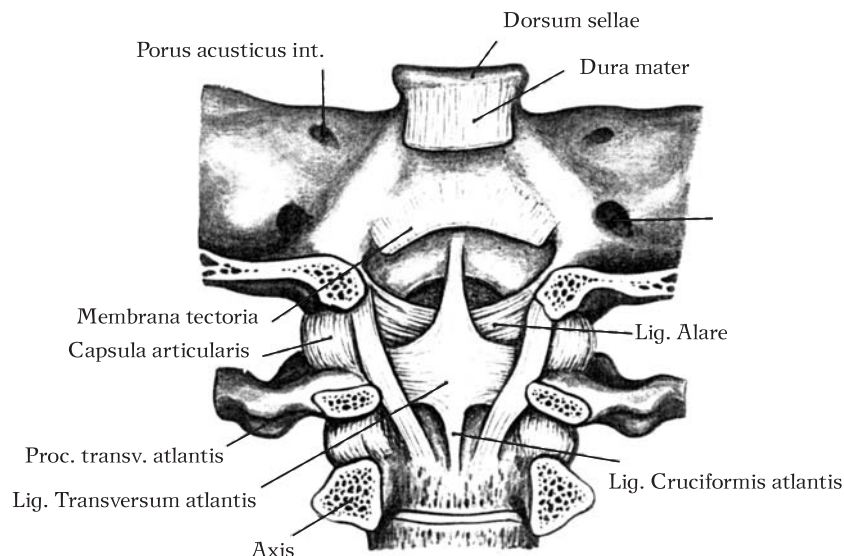


Рис. 5

Связки и суставы верхних шейных позвонков и затылочной кости: вид изнутри [26]

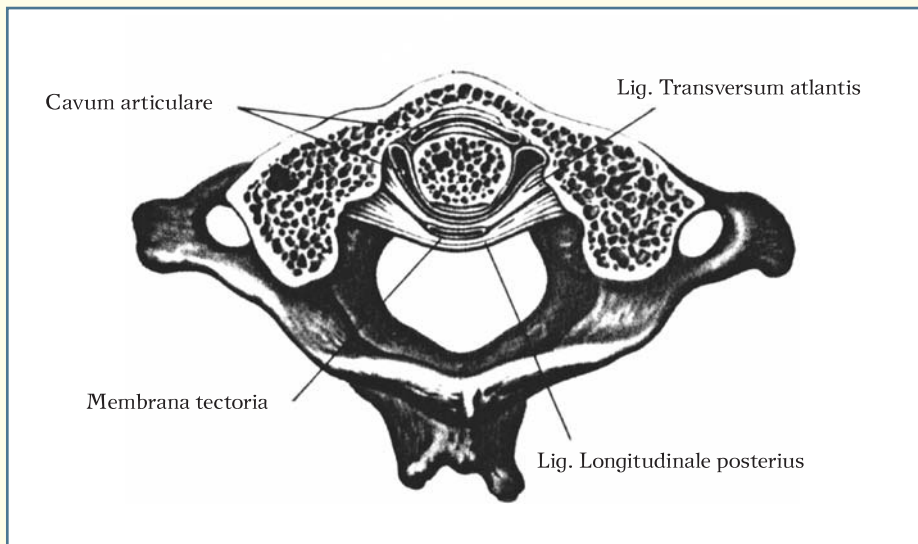


Рис. 6

Связки и суставы атланта и аксиса: вид сверху; горизонтальный распил [27]

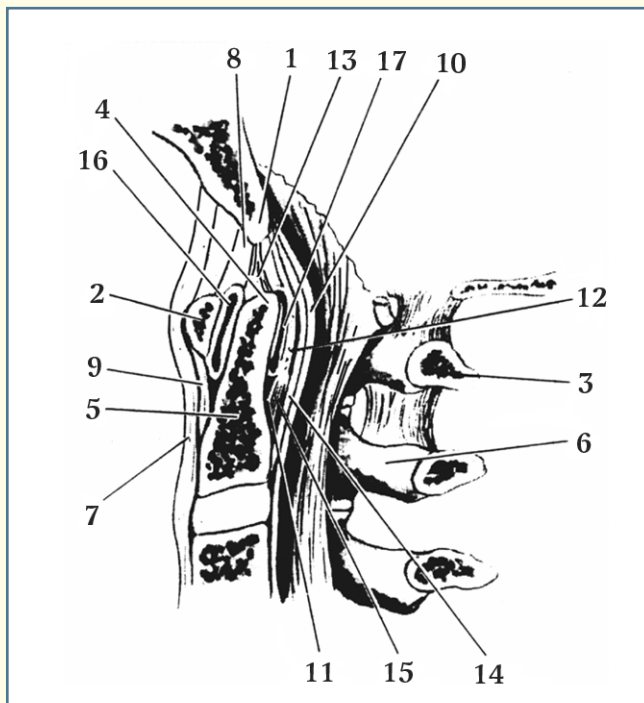


Рис. 7

Связочный аппарат шейно-затылочной области [7]:

1 – затылочная кость; 2 – передняя дуга атланта; 3 – задняя дуга атланта; 4 – зубовидный отросток аксиса; 5 – тело аксиса; 6 – дуга аксиса; 7 – передняя продольная связка; 8 – передняя атлантозатылочная мембрана; 9 – передняя атлантоаксиальная мембрана; 10 – задняя продольная связка; 11 – покровная перепонка; 12 – поперечная связка атланта; 13 – связка верхушки зубовидного отростка; 14 – задняя атлантозатылочная мембрана; 15 – задняя атлантоаксиальная мембрана; 16 – сустав Крювелье; 17 – сустав между зубовидным отростком и поперечной связкой атланта

отверстия. Покровная перепонка прикрывается сзади задней продольной связкой; сама она прикрывает сзади зубовидный отросток аксиса, срастаясь с ним. Поперечная связка первого шейного позвонка (*lig.transversum atlantis*) – связка в виде прочного соединительно-тканного тяжа натянута горизонтально между боковыми массами атланта; сзади ограничивает зубовидный отросток, формируя с ним костно-связочный сустав. Препятствуя смещению атланта кпереди, она выдерживает нагрузку до 130–150 кг. Вместе с верхней и нижней ножками поперечная связка образует крестообразную связку атланта (рис. 6). Кпереди от крестообразной связки расположены две собственные связки зубовидного отростка: крыловидная и связка верхушки зубовидного отростка.

Задняя группа связок включает в себя заднюю затылочно-позвоночную перепончатую, дорсальную атлантоаксиальную перепончатую, выйную и межпоперечные связки (рис. 7).

В верхнем отделе стабилизацию осевой нагрузки в основном обеспечивают латеральные массы атланта, тело аксиса, сдвиговые нагрузки – зуб, передняя дуга атланта, нижние суставные отростки аксиса, а динамическую нагрузку (сдвиговую, ротационную, флексивно-ротационную) воспринимает связочный аппарат. Смещению атланта кпереди препятствует поперечная связка. Осевому вращению головы, во время которого нет костного ограничения, – крыловидные связки. Эти связки являются первичными ограничителями движения. Для суставов C_0-C_1 и C_1-C_2 первичные и вторичные стабилизаторы различны. Поэтому при повреждении различных связок стабильность нарушается поразному. Например, при переломе зуба теряется опора для атланта (как передняя, так и задняя). При этом теряют свою напряженность крыловидные и апикальные связки между основанием черепа и C_2 позвонком. Вертикальная часть крестообразной связки остается как связка напряженности между C_0 и C_2 . Вообще, повреждение вертикальной части крестообразной связки больше дестабилизирует сегмент C_1-C_2 , чем перелом зуба [53].

Мощный связочный аппарат объединяет отдельные части позвоночника в очень устойчивое и выносливое к статической нагрузке образование. Устойчивость и выносливость позвоночного столба, его подвижность в значительной степени усилена мощной мускулатурой, активно обеспечивающей нормальную осанку позвоночного столба.

Мышечная система позвоночника

Многочисленные мышцы туловища, живота, мышцы, связывающие туловище с конечностями, обеспечивают и постоянно контролируют статико-динамический аппарат позвоночника. Особое значение в этом отношении имеют глубокие, собственные мышцы спины, косые мышцы живота (*m.m.longissimus lumborum, iliocostalis lumborum, iliopsoas*). Не меньшее значение в функциональном отношении имеют длинные мышцы спины: ременная (*m.splenius*), крестцово-остистая (*m.sacrospinalis*), поперечно-остистая (*m.transversospinalis*). Короткие мышцы спины: межостистые (*m.m.interspinalis*), межпоперечные (*m.m.intertransversarii*), мышцы, поднимающие ребро (*levatores costarum*), затылочно-позвоночные (*m.m.occipitovertebralis*).

Синергизм мышц спины, живота, плечевого пояса и нижних конечностей, среди которых ягодичные и пояснично-подвздошные мышцы, создает равновесие и физиологическую устойчивость позвоночника. Физиологический тонус мышц и связочного аппарата является важным фактором в сохранении нормальной формы и функции позвоночника. Ни одно повреждение позвоночника при различных механизмах травмы не происходит без функционального воздействия соответствующих групп мышц, усугубляющих повреждение и дислокацию фрагментов сломанного позвонка, величину и характер компрессии тела, вид подвывиха, вывиха позвонка. Совершенно очевидно, что восстановление физиологической устойчивости, функциональной способности позвоночника после коррекции и стабилизации травмированного отдела в системе реабилитации прежде всего связано с восстановлением функционального равновесия мышечной системы позвоночника.

Кровоснабжение позвоночника

На основании многочисленных анатомических, экспериментальных, клинко-анатомических исследований современные представления о кровоснабжении позвоночника и спинного мозга в специальной литературе достаточно полно раскрывают особенности топографии кровоснабжения позвоночного столба как в целом, так и каждого отдельного позвоночного сегмента. Крупные артериальные стволы (подключичные артерии, шеечно-щитовидный и реберно-шеечный стволы, грудная и брюшная аорта, средняя и боковые крестцовые, подвздошно-поясничные

артерии) отдают соответственно уровню позвоночника позвоночные артерии, восходящую артерию шеи, глубокую артерию шеи, межреберные и поясничные артерии, от которых, в свою очередь, отходит целый ряд артериальных ветвей, кровоснабжающих позвонки, связки, спинной мозг и его оболочки, прилежащие мягкие ткани каждого сегмента позвоночного столба (рис. 8).

Особое значение имеет позвоночная артерия, которая отходит от подключичной артерии кверху, поднимается по отверстиям в поперечных отростках шейных позвонков и входит через большое затылочное отверстие в полость черепа. Позвоночная артерия обычно отходит от верхней поверхности подключичной артерии на 1,5–2 см медиальнее устья других ее ветвей. Daseler [39] отметил следующие варианты ее отхождения: от 0,5 до 2 см медиальнее отхождения щитовидного ствола (83,12 %); смещение устья позвоночной артерии более чем на 2 см медиальнее щитовидного ствола (8,37 %); единое отхождение с щитовидным стволом или латеральное его (3,03 %); отхождение левой позвоночной артерии непосредственно от дуги аорты (2,46 %); отхождение правой позвоночной артерии от места деления безымянной артерии на подключичную и общую сонную артерии (1,11 %); отхождение правой позвоночной артерии непосредственно от правой сонной артерии (0,28 %); раздвоенные позвоночные артерии, когда одна из них отходит от дуги аорты, другая – от щитовидного ствола (0,72 %). Наиболее часто доминантная позвоночная артерия отходит от левой подключичной артерии (рис. 9).

Средний диаметр позвоночной артерии достигает 4,5 мм [8]. Позвоночные артерии часто асимметричны. Выраженная гипоплазия одной позвоночной артерии, по данным Л.С. Питкиной [10], наблюдается у 11 % людей. Чаще отмечается недоразвитие правой артерии, чем левой.

Снабжение кровью атланта и аксиса, капсул и связок атлантоаксиального сустава осуществляется позвоночными артериями. На уровне первого шейного позвонка позвоночная артерия дает ветви внутренней и наружной поверхностям задней дуги, связкам между затылочной костью и 1–2-м шейными позвонками. Сосуды связок тесно анастомозируют с костными сосудами атланта и аксиса [11, 36]. Зубовидный отросток аксиса почти со всех сторон окружен суставным хрящом и снабжается кровью в основном из сосудов каудальной стороны через кость. Дополнительное снабжение кровью зубовидный отросток получает через мелкие артерии крыловидных связок и связок верхушки зуба.

По литературным данным [46], позвоночная артерия входит в канал реберно-поперечных отростков в 89,8 % случаев на уровне С₆. Редко она входит в отверстия реберно-поперечных отростков – С₇ или С₅ позвонков и очень редко – С₄ или С₃ [6, 22]. Внутри канала артерия находится в ригидном фиброзно-мышечном футляре. Окружающая позвоночную артерию периостально-фиброзная оболочка прикрепляется к костной части отверстий реберно-поперечных отростков и к мышцам. Отделение ее от кости

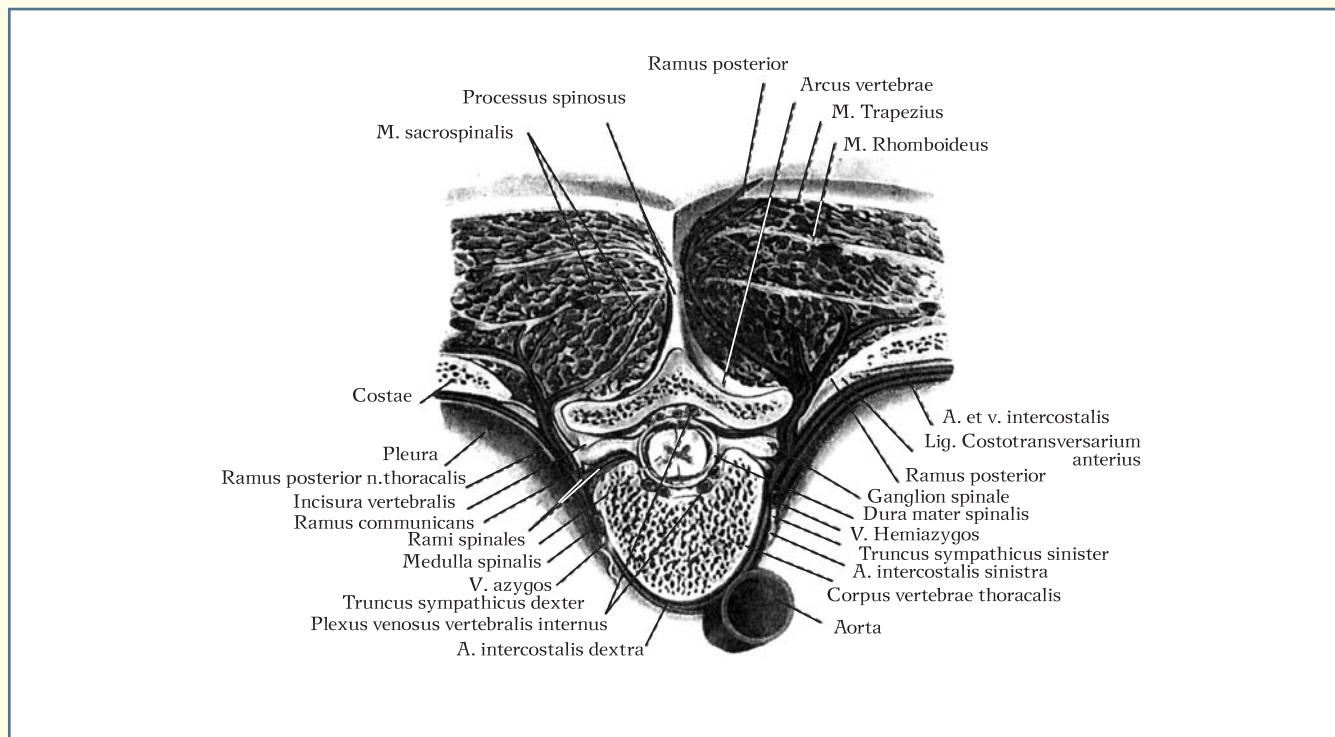


Рис. 8

Пристеночные ветви аорты: поперечный разрез задней стенки туловища на уровне 4-го грудного позвонка [7]

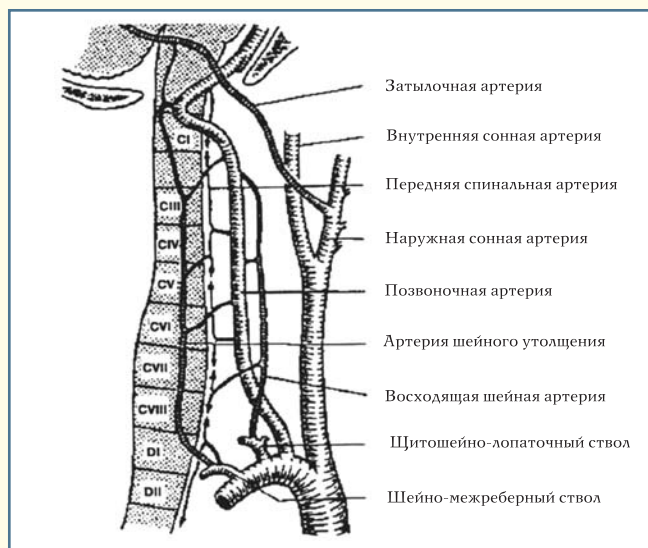


Рис. 9

Схема артериальной системы шейного отдела спинного мозга [54]

вместе с сосудами позволяет безопасно и бескровно мобилизовать позвоночную артерию. В костном канале артерию окружают венозное сплетение и слой жировой клетчатки. Жировая клетчатка вместе с периостальной оболочкой защищает позвоночную артерию от травматизации.

В области верхнего суставного отростка атланта позвоночная артерия проходит рядом с латерально-поперечной связкой и позади суставной. Эти связки могут оксифицироваться, создавая вместо борозды костный канал. Аномалия Киммерле может играть немаловажную роль в развитии дисциркуляторных нарушений в бассейне позвоночных артерий и встречается приблизительно в 3 % случаев [17, 18].

Позвоночная артерия, как и внутренняя сонная, представляет собой магистральный сосуд головного мозга. Вместе с одноименной артерией другой стороны она является источником кровоснабжения шейного отдела спинного мозга, ствола мозга, мозжечка, части зрительного бугра, гипоталамической области, внутреннего уха, затылочных долей и заднемедиобазальных отделов височных долей мозга.

Кровоснабжение шейного отдела спинного мозга состоит из двух бассейнов: сосудистого и нижнего сосудистого. Сосудистый бассейн верхнего шейного отдела спинного мозга (C₃, иногда C₁–C₄) питается двумя передними

спинальными артериями, нисходящими из внутримозговой части позвоночных артерий и сливающимися в одну на передней поверхности спинного мозга. Из этих артерий, кроме шейных сегментов, получают питание также передний отдел продолговатого мозга, перекрест пирамид, медиальная часть нижних олив, задний продольный пучок и ядра подъязычного нерва. Верхнейший сосудистый бассейн спинного мозга подкрепляется корешково-медулярной артерией С₃ или за счет нескольких средних или нижних шейных корешково-медулярных артерий. Нижний сосудистый бассейн спинного мозга питается мощными корешково-медулярными артериями С₆, которые чаще отходят от глубокой шейной или восходящей ветвей дуги аорты. Эти артерии шейного утолщения – артерии Лазорты [29] играют важную роль в кровоснабжении шейного отдела спинного мозга. Нередко артерия Лазорты бывает непарной, находится обычно слева. Иногда она входит в позвоночный канал не с корешком С₆, а с 5-м или 7-м корешками.

В кровоснабжении грудной, поясничной и крестцовой частей спинного мозга также выделяют два бассейна – верхний и нижний [4, 49]. К верхнему артериальному бассейну относится вся шейная часть спинного мозга и 1–2 верхних грудных сегмента, получающих кровоснабжение от позвоночных артерий и других проксимальных ветвей подключичных артерий (*a.cervicalis ascendens et profunda, a.a.intercostales supremae*). К нижнему артериаль-

ному бассейну относятся все сегменты спинного мозга ниже уровня D₂.

А.А. Скоромец [28] выделяет четыре варианта васкуляризации грудной, поясничной и крестцовой частей спинного мозга (рис. 10). У части людей артерии, сопровождающие корешки L₅ или S₁, участвуют в кровоснабжении спинного мозга. При этом артерия, сопровождающая L₅ корешок, является наиболее постоянной [16].

Общая схема кровоснабжения грудной, поясничной и крестцовой частей спинного мозга представляется следующим образом. К этим частям спинного мозга кровь доставляется несколькими корешково-медулярными артериями, включая артерию Адамкевича, которые являются ветвями межреберных артерий. А у части людей артерии, идущие с поясничным и крестцовым корешком, являются ветвями, отходящими непосредственно от аорты, и ветвями подвздошных или крестцовых артерий. После вхождения в субдуральное пространство корешковые артерии, достигающие спинного мозга, делятся на две конечные ветви: переднюю и заднюю. Ведущее функциональное значение имеют передние ветви радикуломедулярных артерий. Передняя спинно-мозговая артерия обеспечивает кровоснабжение 2/3 передних зон поперечника спинного мозга и его центральной зоны за счет отходящих в глубину бороздчатых артерий. На один сегмент спинного мозга приходится несколько бороздчатых артерий. Сосуды интрамедуллярной сети обычно функционально концевые.

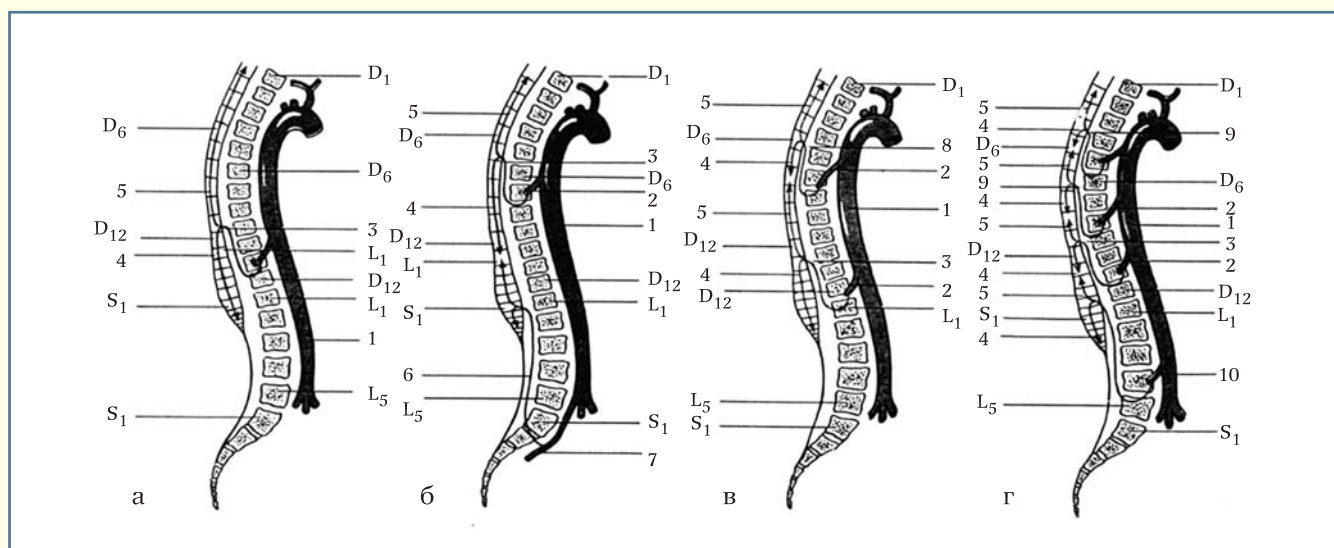


Рис. 10

Варианты васкуляризации грудной, поясничной и крестцовых частей спинного мозга [28]:

а – первый; **б** – второй; **в** – третий; **г** – четвертый; 1 – аорта; 2 – межреберные артерии; 3 – большая радикуломедулярная артерия Адамкевича; 4 – нисходящая ветвь передней радикуломедулярной артерии; 5 – восходящая ветвь передней радикуломедулярной артерии; 6 – нижняя дополнительная радикуломедулярная артерия; 7 – срединная крестцовая артерия; 8 – верхняя дополнительная радикуломедулярная артерия; 9 – радикуломедулярные артерии; 10 – поясничная артерия

Задние – более многочисленные и меньшие по диаметру ветви радикуломедуллярных артерий формируют систему задней спинальной артерии. Ее короткие ветви питают заднюю 1/3 спинного мозга.

Венозная система

Многочисленные вены позвоночного столба располагаются в виде сплетений вдоль всего позвоночника, как снаружи, так и внутри. Они разделяются на передние и задние. Эти сплетения через *v.v.lumbales*, *v.v.intercostales* соединяются с нижней и верхней полыми венами своими задними ветвями на всем протяжении позвоночного столба.

Располагаясь снаружи позвоночного столба, наружное венозное сплетение делится на передние и задние сплетения. Внутреннее венозное сплетение собирает кровь от позвонков и спинного мозга и располагается на всем протяжении позвоночного канала снаружи от передней поверхности спинного мозга. Внутреннее венозное сплетение делится на переднее и заднее внутренние сплетения позвоночного столба. Задние сплетения правой и левой стороны соединяются между собой анастомозами в виде петель. Все сплетения, как наружное, так и внутреннее, соединяются между собой большим количеством анастомозов. Межпозвонковые вены выходят вместе со спинно-мозговыми

нервами через межпозвонковые отверстия и впадают в позвоночные, межреберные и поясничные вены.

Венозная система спинного мозга не повторяет артериальную систему, за исключением передней и задней спинно-мозговых вен. Число вен на дорсальной поверхности спинного мозга больше, чем на вентральной. От вещества спинного мозга кровь отводится из капиллярной сети серого и белого вещества, преимущественно по радиально расположенным сосудам. Основная масса венозной крови из центральных отделов спинного мозга оттекает по наиболее постоянным и значительным по диаметру задним срединным венам. От остальной периферической части серого и от белого вещества спинного мозга кровь отводится прямо к периферии спинного мозга по многочисленным периферическим венам, образующим поперечные боковые ветви, анастомозирующие с системами передней и задней спинно-мозговых вен. Из поверхностной венозной сети отток происходит через передние и преимущественно задние корешковые вены. Среди корешковых вен указывается на наличие большой медулло-радикулярной вены, соответствующей бассейну артерии Адамкевича и обычно проходящей с одним из поясничных корешков слева. Система вен спинного мозга с оттоком крови по корешковым венам является автономной [15]. Эта система заканчивается в венозных сплетениях межпозвонковых отверстий (рис. 11).

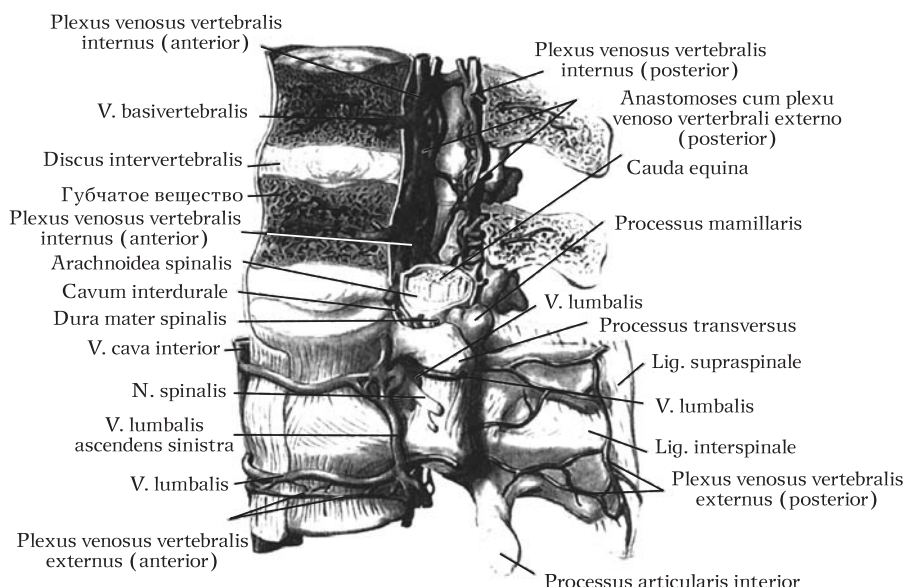


Рис. 11

Вены позвоночного столба: поясничная часть; вид слева [26]

Блокирование дренирующих корешковых вен, обеспечивающих отток от спинного мозга, в силу анатомических вариантов строения венозной системы, когда отсутствуют функционирующие анастомозы, или при определенных функциональных состояниях, когда нарушается венозный переток из одного коллектора в другой, может создавать условия для застоя в венах спинного мозга с развитием морфологических и функциональных изменений его ткани. Серое вещество спинного мозга орошается кровью в 2–3 раза интенсивнее, чем белое. Серое вещество более чувствительно к редукции кровотока. В зоне функциональной активности нейронов спинного мозга происходит локальное увеличение кровотока. Этот факт имеет значение в клинике, когда при ходьбе у пациента возникает относительная ишемия спинного мозга в результате недостаточности его кровоснабжения [34].

Спинной мозг и его оболочки

Спинной мозг, располагаясь в позвоночном канале, окружен тремя оболочками: твердой мозговой оболочкой (*dura mater*), паутинной (*arachnoidea*) и сосудистой (*pia mater*). Между надкостницей внутренней поверхности позвоночного канала и твердой мозговой оболочкой располагается эпидуральное пространство, выполненное рыхлой жировой клетчаткой и соединительной тканью. В эпидуральном

пространстве располагаются мощные внутрипозвоночные эпидуральные венозные сплетения, сообщаемые с верхней и нижней полыми венами. Эпидуральные вены лишены клапанов, повреждение их грозит воздушной эмболией. При повреждении эпидуральных вен могут образовываться пластинчатого вида эпидуральные гематомы, при травме нижнегрудного отдела возможно образование нисходящих гематом. В обоих случаях это нередко приводит к сдавлению спинного мозга и его корешков (рис. 12).

Твердая мозговая оболочка – наиболее мощная, поверхностно располагающаяся оболочка спинного мозга. Она образует для спинного мозга своего рода футляр – дуральный мешок, начинающийся от большого затылочного отверстия и заканчивающийся слепым концом на уровне третьего крестцового позвонка. Твердая мозговая оболочка простирается на корешки, проходящие через межпозвонковые отверстия, и покрывает их в виде чехлов. Твердая мозговая оболочка участвует в ликворообращении, выполняя дренажную роль. Она хорошо иннервирована и является важной рефлексогенной зоной. При механическом раздражении твердой мозговой оболочки изменяются пульс, артериальное давление [21].

Другой оболочкой, покрывающей спинной мозг, является нежная прозрачная перепонка – паутинная оболочка. Непосредственно к спинному мозгу прилежит мягкая оболочка, содержащая сосуды, вступающие в спинной мозг

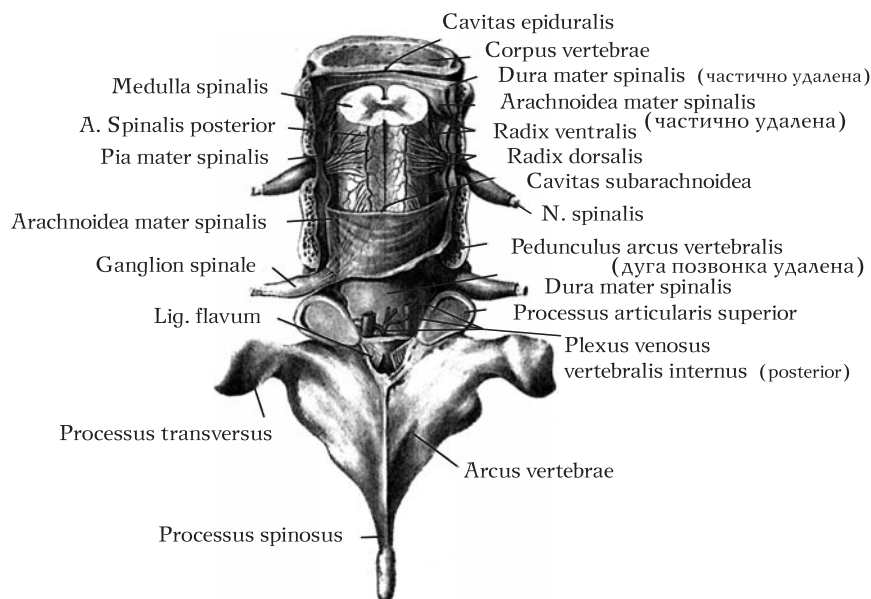


Рис. 12

Оболочки спинного мозга: вид сзади; дуги и остистые отростки двух позвонков удалены [27]

соединены только узкой спайкой – белой и серой комиссурами. В центре серой спайки проходит центральный канал спинного мозга, содержащий ликвор и сообщающийся с четвертым желудочком головного мозга. На уровне конуса спинного мозга он заканчивается образующимся здесь желудочком.

Спинной мозг состоит из серого и белого вещества. Серое вещество спинного мозга несет древние центры простых спинальных рефлекторных дуг. Оно сохраняет функциональную и морфологическую сегментарность, выражением которой является сегментарное расположение двигательных и чувствительных корешков. Сегментарные центры спинного мозга взаимосвязаны и находятся под регулирующим трофическим влиянием головного мозга, его коры [32].

Серое вещество на поперечном срезе имеет вид бабочки. Различают передние и задние рога серого вещества, состоящего из ганглиозных клеток. Двигательные клетки располагаются в передних рогах, их аксоны образуют передние двигательные корешки. Чувствительные корешки подходят к задним рогам. Спинно-мозговые узлы, расположенные в области межпозвоночных отверстий, образованы аксонами псевдоуниполярных клеток, проходящих в составе задних корешков. В сером веществе спинного мозга различают еще боковые рога, в них на уровне 8-го шейного и всех грудных и поясничных сегментов располагаются

симпатические клетки (центры Якубовича – Якобсона), их аксоны проходят в составе передних корешков к пограничным симпатическим стволам. Двигательные и чувствительные корешки спинного мозга сразу за пределами межпозвоночных отверстий образуют смешанные спинно-мозговые нервы. Каждый спинно-мозговой нерв делится на заднюю ветвь, иннервирующую мышцы, кожу спины и затылочной области, и переднюю ветвь, участвующую в образовании плечевого и поясничного сплетений, межреберных нервов. От спинно-мозгового нерва отделяется белая соединительная ветвь, направляющаяся к пограничному симпатическому стволу, и оболочечная ветвь, иннервирующая твердую мозговую оболочку.

Спинной мозг как наиболее древний отдел центральной нервной системы находится под регулирующим влиянием головного мозга, в частности его коры, которое осуществляется через проводящие пути, заложенные в белом веществе спинного мозга. В белом веществе спинного мозга, исходя из отношения к серому веществу и бороздам спинного мозга, различают передние, боковые и задние столбы. Взаимосвязь между головным и спинным мозгом осуществляется через проводящие пути, в большинстве миелинизированные, которые идут от головного мозга к спинному и наоборот (рис. 14).

Восходящие центростремительные афферентные проводящие пути спинного мозга:

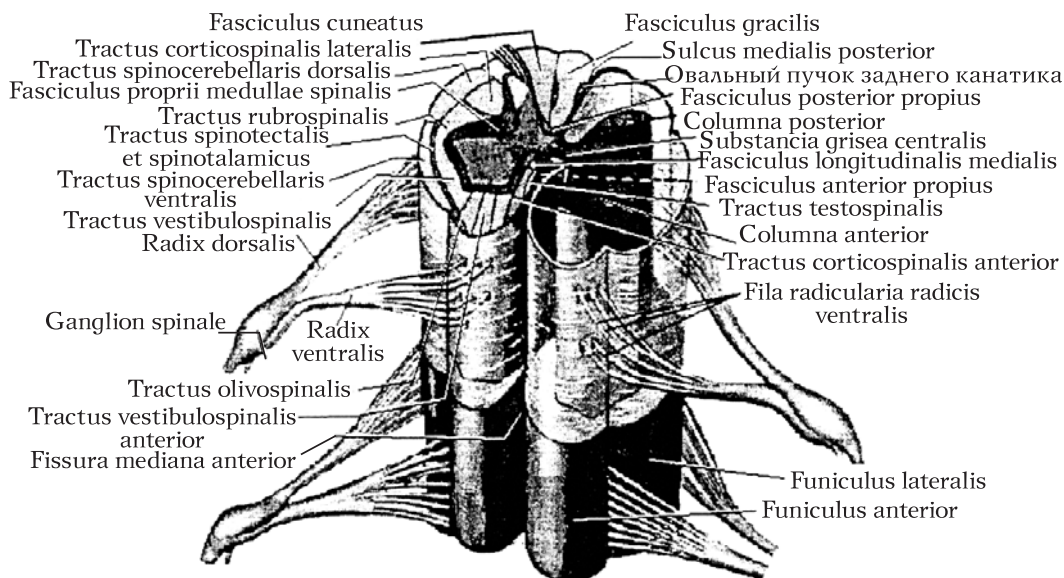


Рис. 14

Схема проводящих путей спинного мозга [26]

- а) пути глубокой и осязательной чувствительности в виде пучков Голля (*fasciculus gracilis*) и пучков Бурдаха (*fasciculus cuneatus*), входящие в задние столбы спинного мозга;
- б) перекрещивающиеся пути болевой и температурной, отчасти осязательной, чувствительности – спинно-таламический путь (*tractus spinothalamicus*); проходит в переднем отделе боковых столбов; волокна, соответствующие нижележащим отделам спинного мозга, отодвинуты к срединной плоскости;
- в) проводники проприоцептивных импульсов, идущих к мозжечку, проходят в составе боковых столбов в виде *tractus spinocerebellares dorsales*, пучков Флексига; другая часть проводников проприоцептивных импульсов проходит в переднелатеральных отделах боковых столбов в виде пучков Гаверса.

Нисходящие центробежные эфферентные проводящие пути спинного мозга:

- а) *tractus corticospinalis* или *tractus pyramidalis* – пирамидный, не перекрещивающийся в спинном мозге путь,

располагается в боковых столбах кзади от *tractus rubrospinalis* и кнутри от *tractus spinocerebellaris dorsalis*;

- б) *tractus rubrospinalis* – монаховский пучок, начинающийся от красного ядра и проходящий впереди пирамидного пути;

- в) *tractus vestibulospinales* – путь, проходящий в области передних отделов передних столбов спинного мозга [31].

При определении уровня повреждения спинного мозга важно помнить, что длина спинного мозга меньше длины позвоночного канала и сегменты спинного мозга располагаются в шейном отделе выше на один позвонок, в верхнегрудном отделе – на два, в нижнегрудном – на три.

В заключение отметим, что приведенные известные данные анатомии важно иметь в виду при диагностике, оценке характера морфологии, классификации возникшего повреждения позвоночника, интерпретации клинкорентгенологических, МРТ-данных и, наконец, при выборе оптимального метода хирургического лечения, комплекса мер медицинской реабилитации.

Литература

- Андронеску А. Анатомия ребенка. Бухарест, 1970.
- Баландин И.Ф. О происхождении нормальной кривизны позвоночника у человека. 1871.
- Бернштейн Н.Н. Общая биомеханика. Основы учения о движениях человека. М., 1926.
- Богородинский Д.К., Скоромец А.А. О патологии кровообращения в спинном мозгу // Журн. невропатол. и психиатр. 1967. Вып. II. С. 1619–1920.
- Брудницкая М.А. К вопросу о химическом составе костей позвоночного столба человека: Сб. науч. тр. Сталинградского мед. инст. 1951. Т. 8. С. 329–339.
- Верещагин Н.В. Патология вертебробазиллярной системы и нарушения мозгового кровообращения. М., 1980.
- Воробьев В.П. Атлас анатомии человека. М., 1948. Т. 1, 4.
- Герман Д.Г. Ишемические нарушения спинального кровообращения. Кишинев, 1972.
- Геселевич А.М. Позвоночник и спинной мозг // Краткий курс оперативной хирургии с топографической анатомией. М., 1947.
- Гиткина Л.С. Ишемический инсульт (инфаркт мозга): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Минск, 1971.
- Голев В.П. Морфология затылочной области человека. Диоптриграфическое исследование: Дис. ... д-ра мед. наук. Ижевск, 1956.
- Зернов Д.И. Руководство по описательной анатомии человека. М., 1939.
- Иванов Г.Ф. Основы нормальной анатомии человека. М., 1949.
- Казакевич И.Е. Клиника и лечение закрытых повреждений позвоночника. М., 1959.
- Кузмичев А.Я. Нарушения венозного кровообращения при остеохондрозе позвоночника // Вопр. нейрохир. 1967. № 3. С. 20–23.
- Лазорт Г., Гаузе А., Джинджян Р. Васкуляризация и гемодинамика спинного мозга. М., 1977.
- Луцкий А. А. Хирургическое лечение расстройств мозгового кровообращения в вертебробазиллярной системе. Л., 1977.
- Луцкий А.А., Раткин И.К., Никитин М.Н. Кранио-вертебральные повреждения и заболевания. Новосибирск, 1998.
- Москаленко В. Клинические иллюстрации значения типов позвоночника в механизме его переломов // Ортопед и травматол. 1927. № 4. С. 15–22.
- Николаев Л.П. Руководство по биомеханике в применении к ортопедии, травматологии и протезированию. Киев, 1950.
- Николакина Н.А. К вопросу об изменениях артериального давления при оперативных вмешательствах на травмированном спинном мозге и конском хвосте // Вопросы комплексного изучения и хирургического лечения последствий травм спинного мозга. Саратов, 1954.
- Паулюкас Г.А. Тактические и технические аспекты операций на брахицефальных артериях: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Вильнюс, 1991.
- Покотило В.Л. О показаниях к оперативному лечению огнестрельных повреждений позвоночника и спинного мозга // XIV съезд Рос. хирургов. М., 1927.
- Раубер А. Руководство анатомии человека. 1911.
- Ротенберг Я.А. Экспериментальное обоснование механизма перелома тел позвонков: Дис. ... д-ра мед. наук. Днепрпетровск, 1939.
- Синельников Р.Д. Атлас анатомии человека. М., 1952. Т. 1.
- Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека. М., 1994. Т. 4.
- Скоромец А.А. К вопросу о клинике нарушения кровообращения в нижней половине спинного мозга // Вопросы патологии нервной системы. Кишинев, 1966. Вып. 5. С. 270–279.
- Скоромец А.А. Ишемический спинальный инсульт: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Л., 1972.
- Трегубов С.А. Повреждения позвоночника военного времени // Ортопед и травматол. 1934. № 2. С. 15–23.
- Угрюмов В.М. Повреждения позвоночника и спинного мозга и их хирургическое лечение. М., 1961.
- Угрюмов В.М. Хирургическое лечение травм позвоночника. Руководство по хирургии. М., 1963. Т. 4. С. 199–224.
- Царенко П.П. Топографо-анатомические и экспериментальные данные к клинике переломов позвоночника (у взрослых и детей): Дис. ... д-ра мед. наук. Ташкент; Фрунзе, 1940.
- Шустин В.А., Панюшкин А.И. Клиника и хирургическое лечение дискогенных пояснично-крестцовых радикуломиелопатий. Л., 1985.
- Шевкуненко В.Н., Максименков А.Н. Краткий курс оперативной хирургии с топографической анатомией. Л., 1951.

36. **Шукина В.Л.** Кровоснабжение позвоночника человека. Л., 1939.
37. **Asmussen E.** The weight-carrying function of the human spine // *Acta Orthop. Scand.* 1960. Vol. 29. P. 276–290.
38. **Burstein A.H., Zika J.M., Heiple K.G., et al.** Contribution of collagen and mineral to the elastic-plastic properties of bone // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1975. Vol. 57. P. 956–961.
39. **Daseler J.K.** Die dorsale atlantoaxial verschrandung // *Ortop.* 1995. Bd. 20. N 2. S. 154–162.
40. **Davis A.G.** Tensile strength of the anterior longitudinal ligament in relation to treatment of 132 crush fractures of the spine // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1938. Vol. 20. P. 429–438.
41. **Denis F.** The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries // *Spine.* 1983. Vol. 8. P. 817–831.
42. **Denis F.** Spinal instability as defined by three-column spine concept in acute spinal trauma // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1984. N 189. P. 65–76.
43. **DePalma A.F., Rothman R.H.** The intervertebral disc. Philadelphia, 1970.
44. **Eyre D.R.** Biochemistry of the intervertebral disc // *Int. Rev. Connect. Tissue Res.* 1979. Vol. 8. P. 227–291.
45. **Farfan H.F.** Effects of torsion on the intervertebral joints // *Can. J. Surg.* 1969. Vol. 12. P. 336–341.
46. **Franke D., Jostes E.** [Asymptomatic fractures of the dens epistrophei] // *Med. Welt.* 1963. Vol. 34. P. 1665–1668. German.
47. **Hall J.C., Einhorn T.A.** Metabolic Bone Disease of the Adult Spine // In: *The Adult Spine: Principles and Practice.* Ed. by J.W.Frymoyer et al. Philadelphia, 1997. P. 783–802.
48. **Horton W.G.** Further observations on the elastic mechanism of intervertebral disc // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1958. Vol. 40. P. 552–557.
49. **Jellinger K.** [On the morphology and pathogenesis of spinal lesions in cervical spine injuries] // *Acta Neuropathol. (Berl).* 1964. Vol. 3. P. 451–468.
50. **Kazmirowicz B.** [Problem of spinal fractures without paralysis in miners] // *Chir. Narzadow Ruchu Ortop. Pol.* 1959. Vol. 24. P. 103–111. Polish.
51. **Kempson G.E., Muir H., Swanson S.A., et al.** Correlations between stiffness and the chemical constituents of cartilage on the human femoral head // *Biochim. Biophys. Acta.* 1970. Vol. 215. P. 70–77.
52. **Kocher T.** Die Verletzungen der Wirbelsaule zugleich als Beitrag zur Physiologie des menschlichen Ruckenmarks // *Mitt. Grenzgeb. Med. Chir.* 1896. Vol. 1. P. 415–480.
53. **Krag M.H.** Biomechanics of the cervical spine // In: *The Adult Spine: Principles and Practice.* Ed. by J.W.Frymoyer et al. Philadelphia, 1997. P. 1075–1117.
54. **Lazorthes G., Gouaze A., Djingjan R.** Vascularisation et circulation de la moelle epiniere. Paris, 1973.
55. **Maroudas A.** Biophysical chemistry of cartilaginous tissues with special reference to solute and fluid transport // *Biorheology.* 1975. Vol. 12. P. 233–248.
56. **Moore T.A., Vaccaro A.R., Anderson P.A.** Classification of lower cervical spine injuries // *Spine.* 2006. Vol. 31. P. S37–S43.
57. **Nachemson A.L.** The lumbar spine, an orthopedic challenge // *Spine.* 1976. Vol. 1. P. 59–71.
58. **Nachemson A.L.** Recent advances in the treatment of low back pain // *Int. Orthop.* 1985. Vol. 9. P. 1–10.
59. **Tylman D., Ramotowski W.** [Studies on the resistance of individual elements of the spine] // *Chir. Narzadow Ruchu Ortop. Pol.* 1961. Vol. 26. P. 21–26. Polish.
60. **Whitesides T.E.** Traumatic kyphosis of the thoracolumbar spine // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1977. N 128. P. 78–92.

Адрес для переписки:

Рамих Эдвард Александрович
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
НИИТО,
ERamikh@niito.ru

Статья поступила в редакцию 17.11.2006