

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. АНАТОМИЯ И БИОМЕХАНИКА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА	7
1.1. Позвоночник как функциональная физиологическая система	7
1.2. Движения позвоночника	27
Глава 2. ОСТЕОХОНДРОЗ ПОЗВОНОЧНИКА	36
2.1. Патогенетические механизмы при остеохондрозе позвоночника	36
2.2. Пато- и саногенез вертеброгенных заболеваний нервной системы	43
2.3. Физиология боли	47
2.4. Классификация боли.....	56
Глава 3. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ	62
3.1. Основные принципы и механизмы восстановления нарушенных функций	62
3.2. Немедикаментозная терапия боли	65
3.2.1. Школа боли в спине	65
3.2.2. Психотерапия (психокоррекция)	66
3.2.3. Лечебная физическая культура	71
3.2.4. Мануальная терапия	110
3.2.5. Физиотерапия	122
3.2.6. Рефлексотерапия	127
3.2.7. Массаж	134
3.2.8. Миофасциальный релиз.....	157
3.2.9. Пилатес	161
3.2.10. Кинезиотейпирование	162
Глава 4. АНАТОМИЯ ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА	166
4.1. Анатомо-физиологические особенности шейного отдела позвоночника	166
4.2. Анатомо-топографические особенности грудного отдела позвоночника	182
Глава 5. ОСТЕОХОНДРОЗ ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА	191
5.1. Клиническая картина остеохондроза шейного отдела позвоночника	191
5.1.1. Боль в шее и верхних конечностях	193
5.1.2. Шейные вертеброгенные синдромы.....	196
5.1.3. Диагностика остеохондроза шейного отдела позвоночника	224
5.2. Клиническая картина остеохондроза грудного отдела позвоночника	258
5.2.1. Классификация вертеброгенных поражений	259
5.2.2. Диагностика остеохондроза грудного отдела позвоночника	273

Глава 6. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОСТЕОХОНДРОЗА ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА	284
6.1. Комплексное лечение корешкового синдрома	287
6.1.1. Тракция шейного отдела позвоночника	288
6.1.2. Терапевтические приемы мануальной терапии	289
6.1.3. Классический (лечебный) массаж.....	291
6.1.4. Лечебная физкультура	299
6.2. Комплексное лечение скелетно-мышечных синдромов	311
6.2.1. Рефлекторно-сегментарный массаж	311
6.2.2. Точечный массаж	313
6.2.3. Релаксационные и анальгетические приемы мануальной терапии	314
6.2.4. Лечебная физкультура	325
Глава 7. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА	335
7.1. Анатомия пояснично-крестцового отдела позвоночника	335
7.2. Пояснично-крестцовый сустав (сочленение)	344
7.3. Крестцово-подвздошный сустав	348
7.4. Воздействие силовых нагрузок на позвоночный столб	350
Глава 8. ОСТЕОХОНДРОЗ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА	358
8.1. Поясничные боли	358
8.2. Пояснично-крестцовые вертеброгенные синдромы	360
8.2.1. Корешковые синдромы	360
8.2.2. Рефлекторные синдромы	374
8.2.3. Клинические синдромы	381
8.2.4. Триггерная точка (ТТ, триггерная зона)	385
8.2.5. Фибромиалгический синдром	389
8.3. Нейроортопедическое обследование. Диагностические тесты, принятые в вертеброневрологии	393
8.3.1. Клинико-функциональные исследования	393
8.3.2. Общий осмотр	401
8.3.3. Специальный осмотр (нейроортопедическое исследование)	417
8.3.4. Инструментальные исследования.....	447
8.3.5. Рентгенологические исследования	454
Глава 9. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОСТЕОХОНДРОЗА ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА	478
9.1. Принципы восстановительного лечения	478
9.2. Рекомендации по лечению хронической боли в спине	481
9.3. Немедикаментозное лечение корешковых синдромов	483
9.3.1. Двигательный режим	484

9.3.2. Тractionная терапия	484
9.3.3. Мануальная терапия	489
9.3.4. Лечебная физическая культура	495
9.3.5. Массаж	506
9.3.6. Классический (лечебный) массаж	507
9.3.7. Сегментарно-рефлекторный массаж	515
9.3.8. Соединительнотканый массаж	518
9.3.9. Точечный массаж	522
9.4. Немедикаментозное лечение скелетно-мышечных синдромов	522
9.4.1. Массаж	525
9.4.2. Метод растяжения мышц	525
9.4.3. Миофасциальный релиз	541
9.4.5. Лечебная физкультура	547
9.4.4. Система аналитической гимнастики PNF	554
9.4.5. Корректирующие упражнения	555
9.4.6. ЛФК в восстановительный период	560
9.4.7. Аэробные и силовые упражнения. Упражнения, направленные на улучшение гибкости и подвижности	566
Глава 10. ФИЗИОТЕРАПИЯ	569
10.1. Природные и преформированные физические факторы	569
10.2. Принципы применения лечебных физических факторов	570
10.3. Поликлинический этап применения физических факторов	572
10.3.1. Электротерапия	572
10.3.2. Магнитотерапия	578
10.3.3. Термотерапия	579
10.3.4. Механические колебания	580
10.3.5. Фототерапия	581
10.4. Санаторно-курортный этап применения физических факторов	582
10.5. Водолечение	584
10.5.1. Бальнеотерапия	585
10.5.2. Минеральные ванны	585
10.5.3. Радоновые ванны	588
10.5.4. Гидротерапия	589
10.6. Термолечение	596
Глава 11. ПОСЛЕДСТВИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА ПОЗВОНОЧНИКА	603
11.1. Причины и механизм травмы позвоночника	603
11.2. Восстановительные регенеративные процессы в пораженных тканях	608
11.3. Клиническая картина и диагностика повреждений связочного аппарата позвоночника	613
11.3.1. Миостатические изменения и нарушения координации движений	613

11.3.2. Клиническая картина повреждений связочного аппарата в шейном отделе позвоночника	615
11.3.3. Клиническая картина повреждений связочного аппарата в грудном отделе позвоночника	616
11.3.4. Клиническая картина повреждений связочного аппарата в поясничном и пояснично-крестцовом отделах позвоночника	617
11.3.5. Диагностика повреждений связочного аппарата позвоночника	617
11.4. Немедикаментозное лечение повреждений связочного аппарата позвоночника	628
Глава 12. ПОВРЕЖДЕНИЯ И ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОЯСНИЧНОГО КРЕСТЦОВО-КОПЧИКОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА	634
12.1. Анатомо-биомеханические особенности поясничного крестцово-копчикового отдела позвоночника	634
12.2. Повреждение крестцово-копчиковой зоны	642
12.3. Кокцигодиния	647
12.3.1. Этиология и диагностика	647
12.3.2. Средства медицинской реабилитации в комплексном лечении кокцигодинии	652
Глава 13. ПРОФИЛАКТИКА ОБОСТРЕНИЙ, ПРОТИВОРЕЦИДИВНАЯ ТЕРАПИЯ.....	663
Библиографический список	672
Алфавитный указатель	678

Глава 1

АНАТОМИЯ И БИОМЕХАНИКА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

*А Вы ноктюрн сыграть могли бы
На флейте водосточных труб?
В. В. Маяковский*

1.1. ПОЗВОНОЧНИК КАК ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Позвоночник — именно та флейта, на которой можно сыграть любую мелодию — и ноктюрн, и рок-н-ролл. Это орган, имеющий специфические анатомо-физиологические особенности, зависящие от строения и функции костно-связочного и мышечно-сухожильного аппарата, иннервации и кровоснабжения. Вместе с иннервирующими его структурами центрально-периферической организации и системой кровообращения позвоночник может рассматриваться как функциональная физиологическая система, реализующая (Коган О. Г., Веселовский В. П.):

- преодоление гравитации в виде поддержания центра тяжести и сохранения равновесия при различных движениях;
- перемещение тела в пространстве;
- преодоление гравитации предметов окружающего мира при манипулировании с ними;
- соединение различных элементов организма в виде структурно относительно жестких связей (череп, ребра, тазовые кости), структурно-функциональных (мышцы плечевого и тазового пояса) и функциональных связей (рефлекторные вертебровисцеральные, вертебровазальные, вертебромускулярные);
- создание условий для сохранения анатомо-физиологической целостности элементов, находящихся в позвоночном канале, межпозвонковых отверстиях поперечных отростков шейных позвонков;
- участие в кроветворной функции;
- участие в обмене веществ, особенно в минеральном.

Анатомически позвоночник состоит из 32, иногда из 33 отдельных позвонков, соединенных между собой межпозвоноквыми дисками (*art. intersomatica*), которые представляют синхондроз, и суставами (*art. intervertebrales*). Стабильность или устойчивость позвоночника обеспечивается мощным связочным аппаратом, соединяющим тела позвонков (*lig. longitudinale anterius et posterius*), и капсулой межпозвоноквых сочленений, связками, соединяющими дужки позвонков (*lig. flava*), связками, соединяющими остистые отростки (*lig. supraspinosum et interspinosum*).

С биомеханической точки зрения позвоночник подобен кинематической цепи, состоящей из отдельных звеньев. Каждый позвонок сочленяется с соседним в трех точках: в двух межпозвоноквых сочленениях сзади и телами (через посредство межпозвонокгового диска) спереди (рис. 1.1).

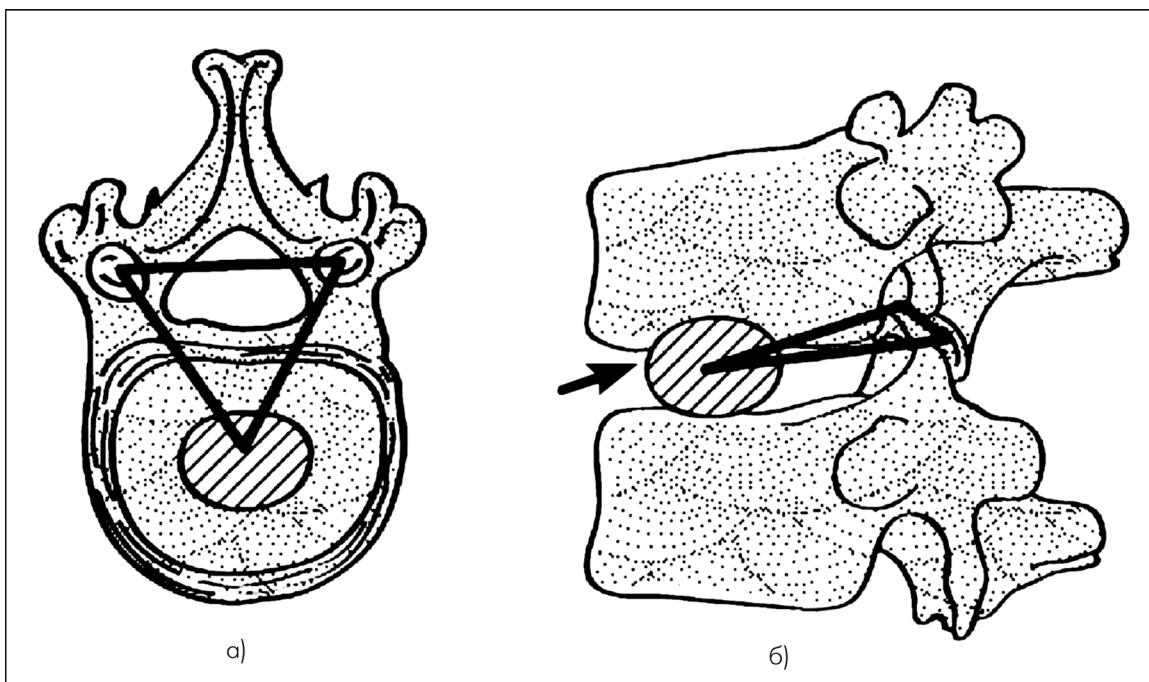


Рис. 1.1. Сочленения между телами позвонков (*articulation intersomatica* и *processus articulares*):

а — схема соединения трех сочленений; б — то же в боковой проекции

Позвоночный столб является центральной осью тела и выполняет опорную функцию (цит. по Капанджи А. И.):

- в области шеи позвоночный столб должен поддерживать голову и лежит максимально близко к ее центру тяжести;
- в грудной клетке он смещается назад внутренними органами (в частности, сердцем);
- в поясничном отделе, где он должен поддерживать массу всего тела, он вновь лежит центрально и выпирает в брюшную полость.

Кроме поддержки тела позвоночный столб защищает нервную ось. Позвоночник состоит из четырех сегментов (рис. 1.2):

- Шейный сегмент, где позвонки (*C*) расположены почти центрально.
- Спинной сегмент (грудной), где позвонки (*Th*) находятся ближе к плоскости спины.
- Поясничный сегмент, где позвонки (*L*) расположены центрально.
- Крестцово-копчиковый сегмент, образованный из двух моноблоков (*S*).



Рис. 1.2. Позвоночник: защита нервной оси

Позвоночный столб — это ось тела, которая должна соответствовать двум противоположным механическим условиям: устойчивости и пластичности. Это достигается особенностями его собственной «вантовой» структуры. Фактически в симметричном положении позвоночный столб в целом можно рассматривать как мачту корабля. Эта мачта опирается на таз и продолжается до головы (Бернштейн Н. А., Дзяк А., Капанджи А. И.):

- на уровне плечевого пояса поддерживает поперечную грота-рею, то есть плечевой пояс;
- на всех уровнях есть натяжные устройства, играющие роль вантов, то есть соединяющие собственно мачту с ее основанием, то есть тазом.

Другая система вантов тесно связана с плечевым поясом и имеет форму ромба с длинной продольной и короткой поперечной осью.

В симметричном положении силы с обеих сторон взаимно уравновешены, и мачта стоит прямо и вертикально (рис. 1.3а).

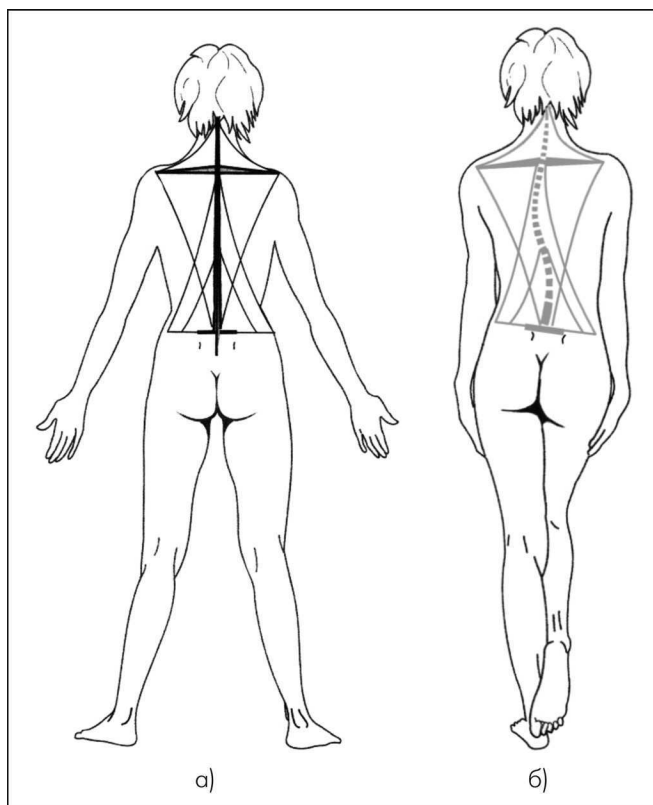


Рис. 1.3. Положение позвоночного столба (А. И. Капанджи):

а — симметричное; б — асимметричное

По мнению Н. А. Бернштейна, мышцы туловища — это не только двигательный, но и структурный элемент, без которого прочность позвоночника мало отличается от нуля. В то время когда масса тела переносится на одну ногу (рис. 1.3б), тазовая ось наклоняется в противоположную сторону, и возникает компенсаторная деформация:

- в поясничной области за счет выпуклости в сторону свободной ноги;
- в грудном отделе — за счет вогнутости;
- в шейном отделе — за счет вогнутости.

Мышечные группы (натяжители) рефлекторно адаптируются для поддержания равновесия, и эта адаптация находится под контролем экстрапирамидной системы, которая изменяет тонус мышц, поддерживающих позу. Каждый раз, когда нарушается симметричность активных усилий в аппарате равновесия, наступает изменение конфигурации позвоночника и наоборот. Основная роль в статике и динамике позвоночника принадлежит глубоким мышцам спины (выпрямители туловища). Этот мышечный тяж проходит по обе стороны остистых отростков от основания черепа до крестцовой кости.

Главным антагонистом глубоких мышц спины является прямая мышца живота, называемая иначе сгибателем туловища. Обе антагонистические группы мышц действуют на противоположных концах двуплечего рычага, точкой опоры которого является пульпозное ядро межпозвоночных

дисков. Прямая мышца живота и ее синергисты действуют со стороны длинного плеча силы, который образован ребрами, а выпрямитель туловища — со стороны плеча очень короткого, которое образовано поперечными и остистыми отростками и углами ребер. Синергистом мышц живота, кроме того, является сила тяжести содержимого грудной клетки и брюшной полости.

Неудивительно, что для того, чтобы уравновесить действие мышц живота, выпрямитель туловища должен развивать усилие порядка 350 кг (Дзюк А.). В результате межпозвоночные диски испытывают на себе огромную осевую нагрузку, которая в поясничном отделе позвоночника может достигать 400 кг, то есть силы достаточной для разрыва фиброзного кольца и выталкивания пульпозного ядра (чему и препятствуют мышцы брюшного пресса).

В сагиттальной плоскости позвоночный столб имеет четыре изгиба (рис. 1.4).

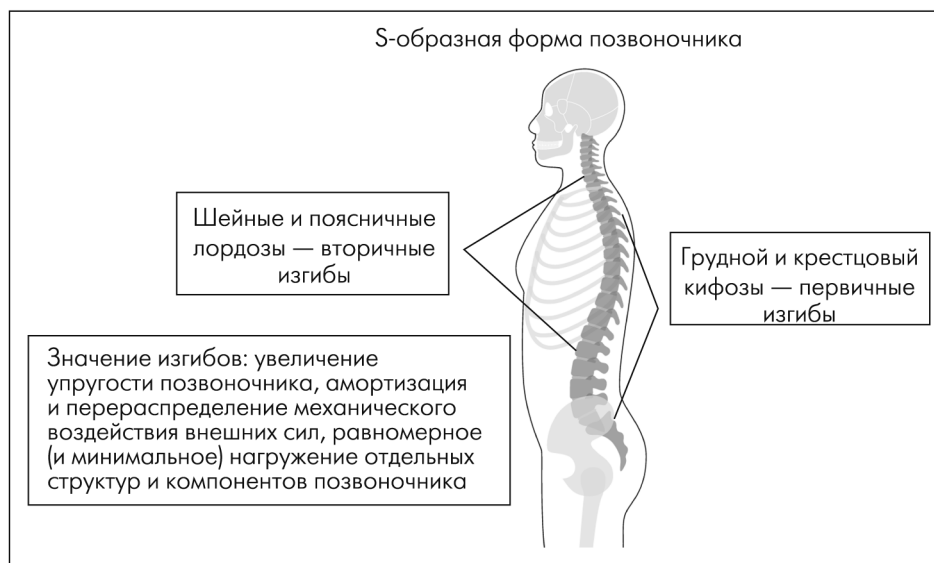


Рис. 1.4. Физиологические изгибы позвоночника

Благодаря физиологическим изгибам позвоночный столб может выдерживать осевую нагрузку в 18 раз больше, чем бетонный столб такой же толщины (Ситель А. Б., Janda V.). Это возможно в связи с тем, что при наличии изгибов сила нагрузки распределяется равномерно по всему позвоночнику.

Изгибы позвоночника при различных движениях тела обычно изменяются следующим образом:

- При наклоне туловища вперед увеличивается грудной изгиб и уменьшается шейный и поясничный;
- При разгибании туловища происходит обратное явление — шейный и поясничный изгибы увеличиваются, а грудной — уменьшается.

Изгибы позвоночника удерживаются активной силой мышц, связками и формой самих позвонков. Это имеет важное значение для поддержания устойчивого равновесия без лишней затраты мышечной силы. Изогнутый таким образом позвоночник благодаря своей эластичности и пружинящему противодействию выдерживает нагрузку тяжести головы, плечевого пояса, верхних конечностей и туловища. Линия тяжести перекрещивает S-образную линию в нескольких

местах. S-образная форма смягчает толчки и удары при движениях. Самой перегруженной дугой при этой форме позвоночника оказывается поясничный лордоз, амортизирующий нагрузку всего тела и противонагрузки со стороны нижних конечностей и таза при вертикальном положении человека.

Тела позвонков после рождения человека имеют скругленные верхние и нижние поверхности и напоминают, таким образом, двояковыпуклую линзу. Со временем тела позвонков уплощаются и ближе к зрелому возрасту, когда появляются вторичные ядра окостенения в периферических отделах замыкательных пластинок, формируется кольцо, не полностью замкнутое сзади и срастающееся с телом позвонка, когда возраст человека достигает 16 лет – 21 года. Позвонки отдельных сегментов позвоночного столба имеют разную форму в зависимости от их назначения и функций, специфичных для каждого из сегментов (рис. 1.5).

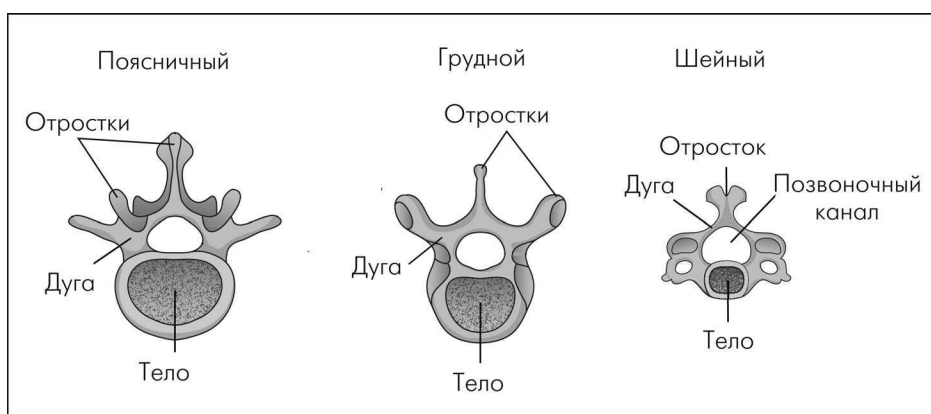


Рис. 1.5. Строение позвонков

Тела позвонков приспособлены к тому, чтобы нести на себе тяжесть тела, выполняют роль опоры. Хрящевые замыкательные пластинки защищают губчатое вещество тел позвонков от чрезмерного давления, а также исполняют роль посредника в обмене веществ между телами позвонков и межпозвоноковыми дисками.

Роль дужек заключается в механической защите (с трех сторон) спинного мозга и в сочленении между собой отдельных позвонков с помощью суставов. Остистые и поперечные отростки являются местом прикрепления межпозвоноковых связок, а также выполняют роль рычагов для мышц позвоночника (обеспечивая увеличение момента силы).

Основным функционально-структурным элементом в системе *позвоночника* является позвоночный двигательный сегмент (англ. *spinal motion segment, functional spinal unit*, от лат. *segmentum* — «отрезок»), включающий в себя два смежных позвонка с соединяющими их капсулярно-связочными структурами, межпозвоноковыми мышцами и сосудами, иннервируемыми спинально-сегментарными образованиями (рис. 1.6).

Позвоночно-двигательный сегмент (ПДС) фиксируется позвоночными суставами, связками и *мышцами*.

- Каждый позвонок соединяется с соседним в трех точках: двумя дугоотростчатыми (фасеточными) суставами и межпозвоноковым диском.

- Позвоночные фасеточные суставы образованы примыкающими поверхностями суставных отростков двух смежных позвонков и расположены симметрично относительно средней линии позвонка.
- Связочный аппарат позвоночного столба представлен *передней* и *задней* продольной связками (располагаются по передней и задней поверхностях тел позвонков — соответственно) и желтой связкой (располагается между нижней поверхностью дужки вышележащего позвонка и верхней поверхностью дужки нижележащего позвонка).
- Каждый сегмент образует межпозвоночные (фораминальные) отверстия, находящиеся по боковым поверхностям сегмента, через которые выходят корешки спинномозговых нервов, вены и артерии.

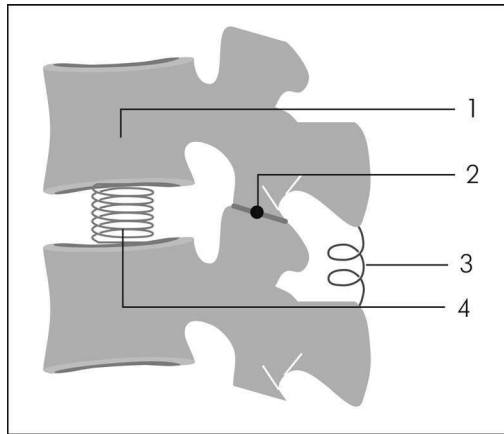


Рис. 1.6. Схема позвоночного двигательного сегмента:

- 1 — тело позвонка; 2 — межпозвоночный сустав (ось вращения сегмента); 3 — связочный аппарат;
4 — межпозвоночный диск.

Деформируемость ядра придает сегменту эластичность и увеличивает свободу движений

Вместе с длинными мышцами они составляют позвоночник. В пределах ПДС следует рассматривать его передние (тела смежных позвонков, межпозвоночные диски, передняя и задняя продольная связки, унковертебральные сочленения) и задние отделы (дуга с ее отростками, межпозвоночные суставы, мышцы, связки).

Межпозвоночный диск, являясь «душой движения» позвоночника (*Franceschilli, 1947*), представляет собой важнейший стабилизирующий и амортизирующий элемент позвоночного столба, который:

- прочно соединяет и удерживает смежные позвонки;
- осуществляет движение тел смежных позвонков по отношению друг к другу (в полусуставе);
- выполняет амортизационную функцию (воспринимает и поглощает нагрузки на позвоночный столб), что предохраняет тела смежных позвонков от постоянной травматизации.

Эластичность, упругость позвоночника, его подвижность и способность выдерживать значительные нагрузки в основном определяются состоянием межпозвоночного диска — пульпозного ядра и фиброзного кольца.

Пульпозное ядро макроскопически представляет собой полужидкую, гелеобразную, желатиноподобную гомогенную массу, ограниченную с боков фиброзным кольцом, а сверху и снизу — терминальными хрящевыми пластинками (рис. 1.7).

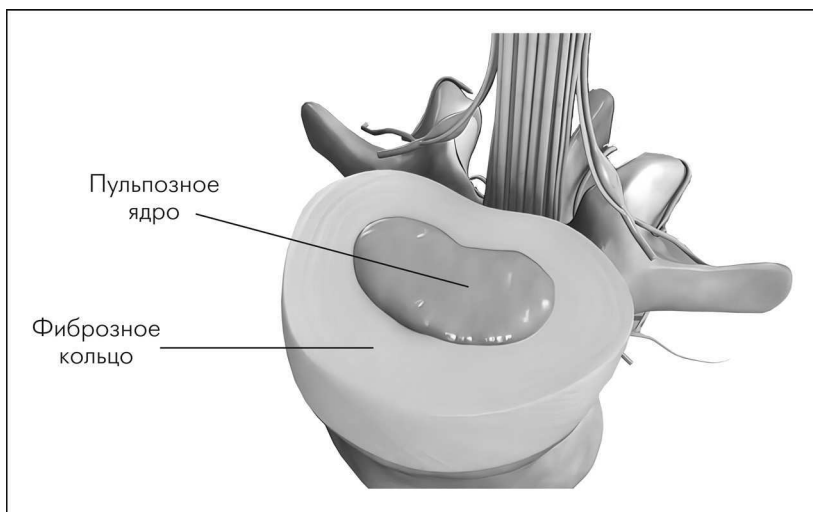


Рис. 1.7. Межпозвонковый диск. Топография пульпозного ядра

Пульпозное ядро служит точкой опоры для вышележащего позвонка, амортизатором при действии сил сжатия и растяжения, которые оно распределяет равномерно во все стороны. Кроме того, пульпозное ядро участвует в обмене жидкости между фиброзным кольцом и телами позвонков. При рождении пульпозное ядро содержит до 88 % воды, в возрасте 18 лет — 80 %, в возрасте 77 лет гидратация ядра снижается до уровня 69 % (*Puschel J.*). Из-за воздействия гравитационных и других сил пульпозное ядро постоянно находится под большим гидростатическим давлением. Давление может уменьшаться за счет соседних хрящевых пластинок межпозвоночных дисков на телах соседних позвонков, а также фиброзных колец, которые превращают сжимающую силу в силу растяжения. Таким образом, пульпозные ядра играют роль «водной подушки», или гидравлического пресса, между телами двух соседних позвонков (рис. 1.8).

На протяжении дня давление на диск растет, и вес диска увеличивается. Это обусловлено тем, что вода поднимается из субдуральных кровеносных сосудов в узкие костные пространства, принимающие участие в питании диска. В результате зависимого от давления изменения содержания воды в межпозвонковом диске рост человека в течение дня уменьшается приблизительно на 1 % (1,5–2,0 см).

Фиброзное кольцо. Другим важным элементом ПДС является фиброзное кольцо межпозвонкового диска (см. рис. 1.6). Оно обеспечивает объединение тел смежных позвонков в функциональное единство:

- небольшие по объему движения между телами за счет растяжимости, а также косоугольного и спирального расположения волокон;
- аварийное торможение при попытке совершить движение неадекватно большой амплитуде;
- удерживание пульпозного ядра и участие в создании и поддержании его тургора.

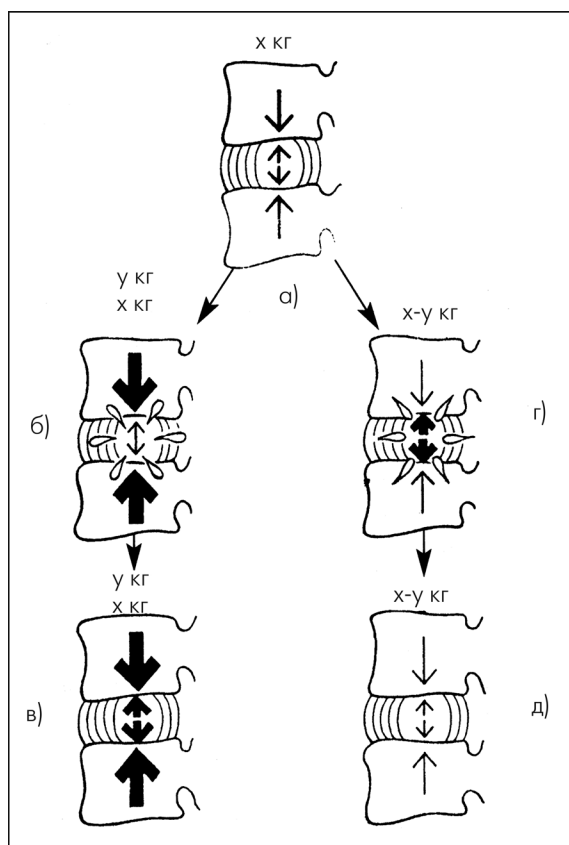


Рис. 1.8. Механизм гидратации пульпозного ядра:

а — в условиях нормы сила всасывания воды уравнивает силу сжатия ядра при нормальной его гидратации; б — по мере возрастания сил сжатия наступает момент, когда давление извне превышает силу всасывания и происходит вытеснение жидкости из межпозвоночного диска; в — в результате потери жидкости происходит возрастание силы всасывания воды и восстановление равновесия; г — уменьшение сил сжатия вызывает временное преобладание силы всасывания, в результате чего происходит увеличение содержания жидкости в ядре; д — повышение гидратации ядра ведет к уменьшению силы всасывания и возвращению состояния равновесия (по Armstrong)

Фиброзное кольцо содержит коллагеновые волокна, взаимосвязанные друг с другом и образующие от 12 до 20 слоев, косо идущих между телами позвонков. Число и плотность их варьируют таким образом, что кольцо расширяется и вентрально. В фиброзном кольце выделяют три зоны: а) наружную — с плотными волокнистыми структурами и клетками типа фибробластов; б) среднюю — с менее плотными и менее регулярными волокнистыми структурами, вплетающимися в тело позвонка, и внутреннюю — переходную к пульпозному ядру. Фиброзное кольцо — это мощное образование, выдерживающее колоссальные нагрузки, чем и определяются его морфологические особенности: наличие большого количества нейтральных мукополисахаридов, играющих стабилизирующую роль (Попелянский Я. Г., Janda V., Cairns D. et al.). Растяжимость фиброзного кольца незначительна, так как подвижность коллагеновых пластин резко ограничена силой сцепления между ними. Сила эта в неизменных дисках очень велика.

Таким образом, структура фиброзного кольца адаптирована для поглощения тангенциальных сил. При этом вертикальная компрессия, независимо от уровня диска, сопровождается небольшим растяжением вентральной части фиброзного кольца, а наименьшим — дорзальной. В верхних поясничных дисках задний сегмент кольца даже укорачивается.

Такое распределение растяжения разных отделов фиброзного кольца имеет физиологическое объяснение: растяжение и выпячивание переднего и переднебокового сегментов кольца анатомически не ограничены, к тому же утолщенная вентральная часть фиброзного кольца — наиболее мощная в механическом отношении. Меньшая растяжимость дорзальной части кольца объясняется анатомическими (она более слабая и тонкая) и функциональными факторами (предохраняет содержимое позвоночного канала и межпозвонковых отверстий от механических воздействий). Эластичность фиброзного кольца обеспечивается также характерной локализацией и формой пульпозного ядра (Попелянский Я. Г., Хабиров Ф. А и др., Веселовский В. П., Carter С. О.).

Итак, основным элементом, воспринимающим вертикальные нагрузки на ПДС, является диск. В меньшей степени участие в восприятии и передаче вертикальных нагрузок принимают задние отделы ПДС и, в частности, межпозвонковые суставы (Коган О. Г. и др., *Armstrong J., Singounas E. G. et al., Falconer D. S.*). Последние обеспечивают прежде всего направление и регламентацию движений в позвоночном столбе, ограничивая его гибкость и придавая им определенное направление сообразно положению суставных поверхностей в различных отделах позвоночника. Например, в поясничном отделе они ограничивают смещение позвонков вперед и в стороны, а также ротационные перемещения. На шейном уровне кроме межпозвонковых суставов в состав ПДС входят унковертебральные сочленения (суставы Люшка), которые предотвращают соскальзывание вышележащего позвонка в стороны.

Иннервация наружных отделов фиброзного кольца, задней продольной связки, надкостницы, капсулы суставов, сосудов и оболочек спинного мозга осуществляется синуввертебральным нервом (нерв Люшка), состоящим из симпатических и соматических волокон (рис. 1.9).

Обмен веществ в межпозвонковых дисках. Абсолютно все диски лишены собственных кровеносных сосудов, а обмен веществ в них осуществляется по диффузному механизму. Другими словами, они получают питание из кровеносных сосудов близлежащих тканей, расстояние до которых может достигать 7–8 мм. Во время приложения нагрузки на диск, например во время ходьбы, и его сжатия происходит «выдавливание» жидкости, и создается градиент концентрации питательных веществ. Вышедшая из диска жидкость насыщается питательными веществами и при снятии нагрузки и соответственно «расправлении» диска всасывается назад (рис. 1.10)¹.

Важную роль в выполнении функций ПДС играют также межпозвонковые мышцы и связочный аппарат. Наличие сжимающих сил последнего и высокий (даже в положении пациента — лежа) тонус мышц туловища вместе с другими факторами обеспечивают уровень внутридискового давления уже в состоянии покоя.

Связочный аппарат. Позвоночник снабжен мощным связочным аппаратом, образованным большим количеством различных связок. Основными из них являются передняя и задняя продольные связки, желтая связка.

Передняя продольная связка образована волокнами и пучками разной длины, которые крепко прикреплены к телам позвонков и значительно более рыхло к соответствующим межпозвонковым дискам. Она проходит по передней и боковой поверхностям тел позвонков. Данная связка берет начало от затылочной кости и проходит через весь позвоночный канал вплоть до 1-го крестцового позвонка.

¹ <https://spinelife.ru/mezhpozvonkovyy-disk>.

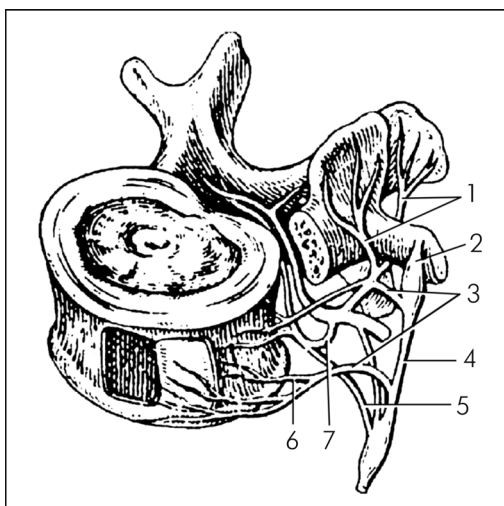


Рис. 1.9. Система нерва Люшка (по А. А. Отелину):

1 — задняя ветвь спинномозгового нерва и ветви от нее к отросткам позвонка; 2 — ветви от симпатического узла к поперечному отростку; 3 — ветви от симпатического ствола к телу позвонка; 4 — симпатический ствол; 5 — симпатический корешок к менингеальной ветви; 6 — корешок от сплетения на сосудах к менингеальной ветви; 7 — менингеальная ветвь

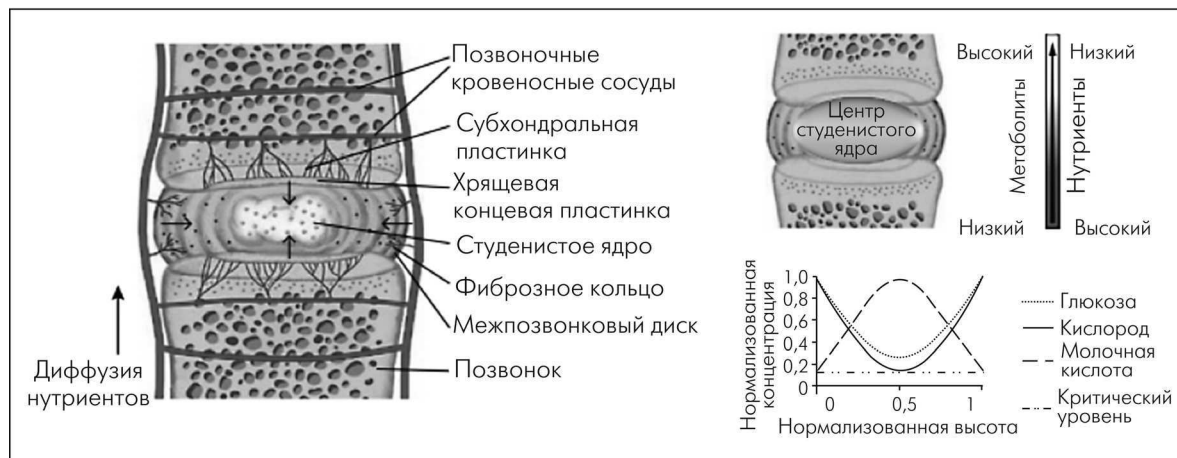


Рис. 1.10. Пути поступления питательных веществ (Ткачев А. М., Епифанов А. В., Акарачкова Е. С. и др.)

Задняя продольная связка также берет начало от затылочной кости, покрывает заднюю поверхность тел позвонков вплоть до нижней части крестцового канала. Ее толщина больше, чем у передней аналогичной связки, и при этом она более эластична за счет присутствия большого количества эластических волокон. В отличие от передней она крепко срастается с межпозвоночными дисками, но рыхлее прикреплена к костным телам позвонков. Поэтому в местах контакта

с хрящевыми пластинами она более толстая в поперечном срезе, а в месте прикрепления к позвонкам она приобретает вид узкой полоски. Боковые части задней продольной связки образуют тонкую мембрану, которая разграничивает венозные сплетения тел позвонков от твердой спинномозговой оболочки, чем предохраняет спинной мозг от компрессии.

Желтая связка расположена между дугами позвонков, замыкая просветы и формируя позвоночный канал (всего 23 связки) располагаются сегментарно, начиная от С1 до S1. Они образованы из эластичных волокон, но с возрастом склонны уплотняться, то есть оссифицироваться. Желтые связки противостоят чрезмерному сгибанию позвоночника вперед и его разгибанию. В связи с тем, что они наиболее развиты в поясничной области, в случаях их патологической гипертрофии могут наблюдаться явления компрессии конского хвоста (рис. 1.11). Также существуют межкостистые, межпоперечные и надкостистые связки, соединяющие соответствующие отростки.

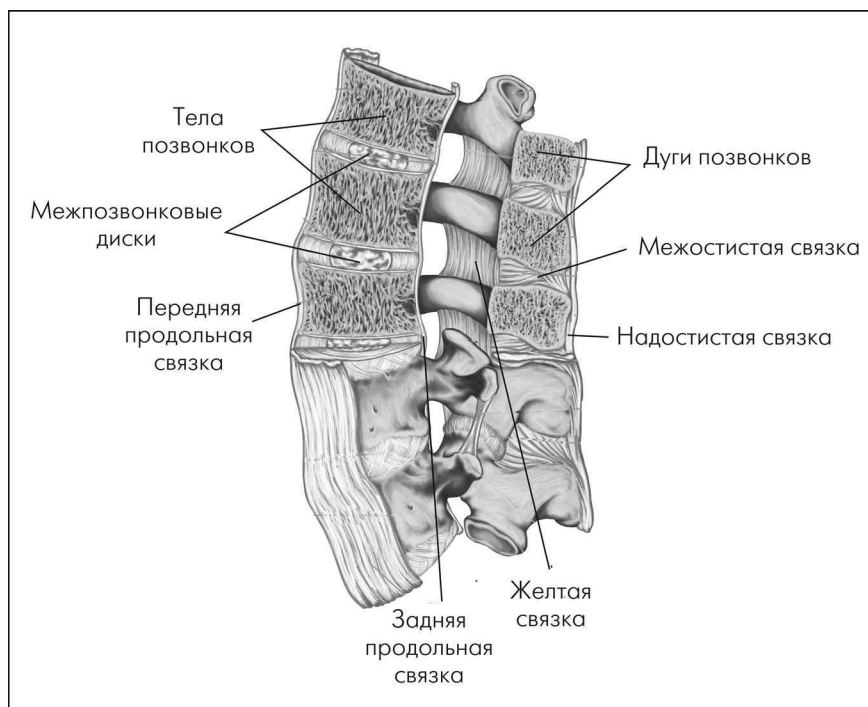


Рис. 1.11. Связки позвоночника

Механическая роль этих связок различна и особенно важна с точки зрения статики и кинематики позвоночного столба:

- они сохраняют шейный и поясничный лордоз, укрепляя таким образом действие околопозвоночной мускулатуры;
- определяют направление движений тел позвонков, амплитуда которых контролируется межпозвоночными дисками;
- защищают спинной мозг непосредственно путем закрытия пространства между пластинками и косвенно посредством их эластической структуры, благодаря которой вовремя

разгибания туловища эти связки остаются полностью растянутыми (при условии, если бы они сокращались, то их складки сдавливали бы спинной мозг);

- вместе с околопозвоночной мускулатурой содействуют приведению туловища из вентральной флексии в вертикальное положение;
- оказывают тормозящее действие на пульпозные ядра, которые путем междискового давления стремятся отдалить два смежных тела позвонков.

Соединение дужек и отростков смежных позвонков осуществляется не только желтой, но и межжестистой, надостистой и межпоперечной связками. Прочность связочного аппарата очень велика: разрыв передней продольной связки, например, происходит лишь при приложении силы в 2,12 кг на 1 мм², а задней продольной связки — при приложении силы в 1,58 кг на 1 мм² поперечного сечения. Прочность связочного аппарата у молодых людей (до 20 лет) приблизительно на 30 % выше, чем у лиц старше 50 лет.

Капсулы межпозвоночных суставов весьма упруги. Их внутренний слой образует плоские складки, глубоко внедряющиеся в суставную щель, — суставные мениски (по К. Lewit et al.). Их функция заключается в сглаживании неконгруэнтных суставных поверхностей при движении (рис. 1.12). В менискоидных структурах — длинных синовиальных ворсинках — различают три части:

- 1) периферическую. Рыхлая, соединительная и жировая ткань, связанная с сумкой сустава;
- 2) среднюю. Синовиальная оболочка, обильно снабженная извитыми кровеносными капиллярами;
- 3) свободную. Тонкая, бессосудистая оболочка, состоящая из плотной соединительной ткани.

Помимо дисков и продольных связок позвонки соединены двумя межпозвоночными суставами, образованными суставными отростками, имеющими особенности в различных отделах. Эти отростки ограничивают межпозвоночные отверстия, через которые выходят нервные корешки.

Межпозвоночные (фораминальные) отверстия расположены в боковых отделах позвоночного столба и образованы ножками, телами и суставными отростками двух соседних позвонков. Через фораминарные отверстия из позвоночного канала выходят нервные корешки и вены, а артерии входят в позвоночный канал для кровоснабжения нервных структур. Между каждой парой позвонков расположено два фораминарных отверстия — по одному с каждой стороны (рис. 1.13).

Фасеточные суставы известны как зигапофизарные или апофизарные суставы и представляют собой синовиальные суставы между верхними суставными отростками нижележащего позвонка и нижними суставными отростками вышележащего позвонка. В каждом ПДС имеется два фасеточных сустава.

Фасеточные суставы расположены позади тел позвонков и образуют «суставные столбы», которые обеспечивают структурную стабильность позвоночного столба в целом (рис. 1.14). Благодаря своей геометрии и функции фасеточные суставы (вместе с межпозвоночными дисками) несут нагрузку, а также направляют и ограничивают движения в позвоночнике.

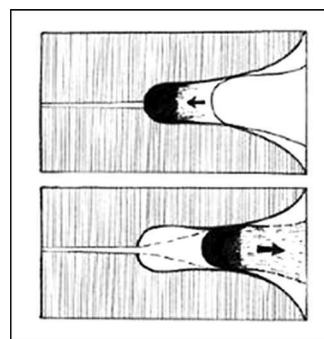


Рис. 1.12. Механизм функционального блокирования ПДС

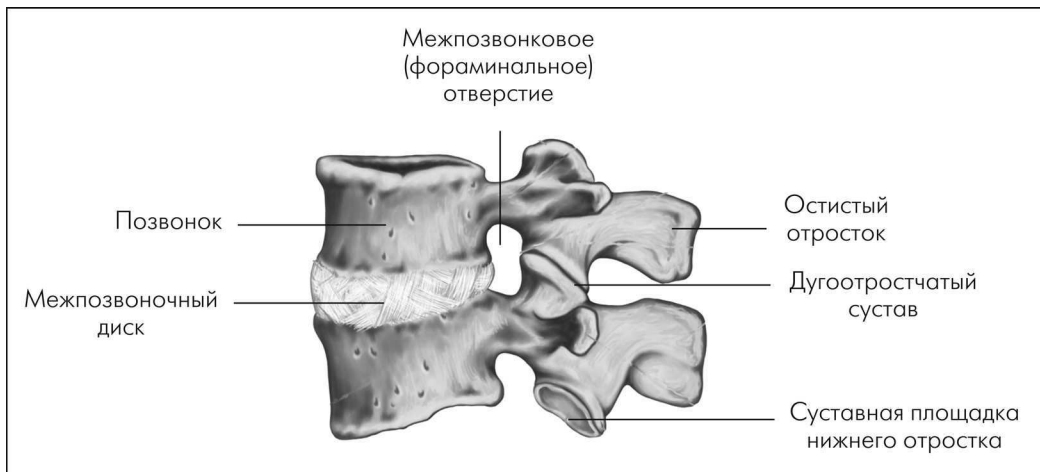


Рис. 1.13. Позвоночно-двигательный сегмент. Межпозвонковое отверстие (Данилов И. М.)

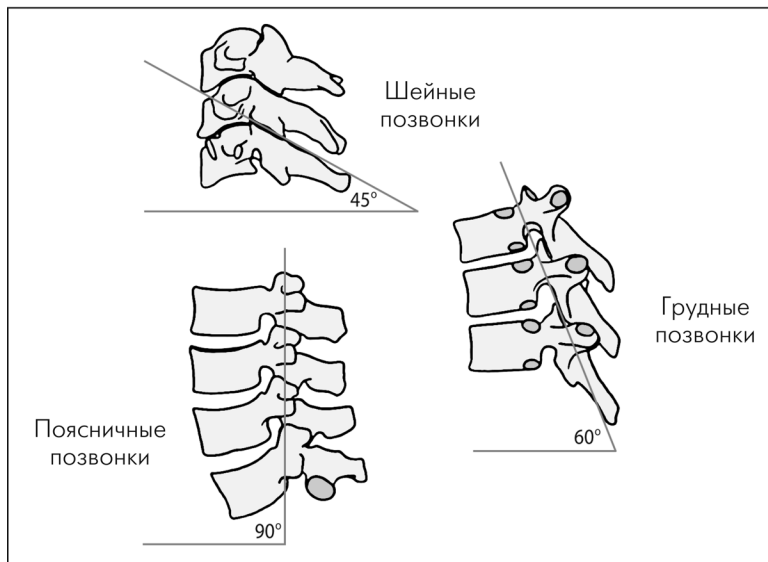


Рис. 1.14. Фасеточные суставы

Фасеточный сустав образован суставной поверхностью верхнего суставного отростка нижележащего позвонка и суставной поверхностью нижнего суставного отростка вышележащего позвонка. В шейном и грудном отделах позвоночника суставная поверхность верхнего суставного отростка нижележащего позвонка плоская, в поясничном отделе — выпуклая (суставная поверхность нижнего суставного отростка вышележащего позвонка поясничного отдела вогнута и образует дугу, вершина которой обращена в сторону тела позвонка).

Синдром фасеточных суставов характеризуется болями в спине, которые вызваны патологическими процессами в них.

Всего в позвоночнике имеется 24 позвоночно-двигательных сегмента: 7 шейных, 12 грудных и 5 поясничных. Последний поясничный сегмент (самый нижний) образуют 5-й поясничный позвонок (L5) и первый крестцовый (S1).

В медицинских протоколах позвоночно-двигательный сегмент называется в соответствии с позвонками сверху и снизу в этом сегменте, например сегмент L5–S1.

Функциональная триада (по В. Д. Чаклину). Функцию позвоночника, особенно его поясничного отдела, следует рассматривать в связи с сочленениями таза и тазобедренными суставами, которые рассматриваются как единое целое (рис. 1.15).

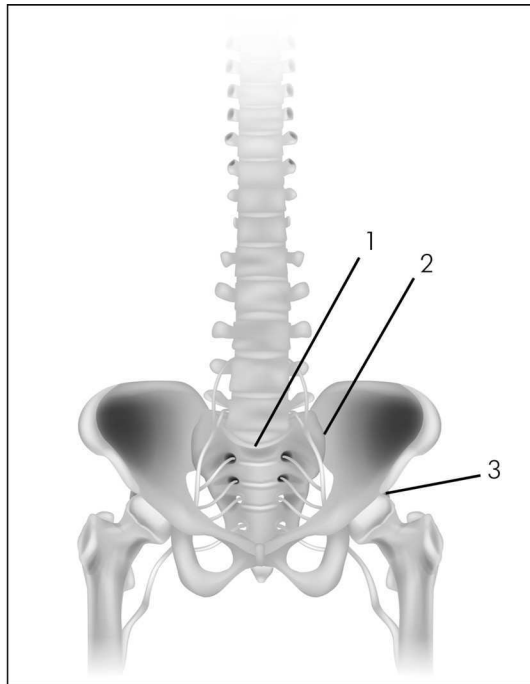


Рис. 1.15. Функциональная триада (по В. Д. Чаклину):

Функциональная триада В. Д. Чаклина: 1 — пояснично-крестцовое сочленение; 2 — крестцово-подвздошное сочленение; 3 — тазобедренное сочленение

Роль отдельных компонентов функциональной триады особенно выявляется в начальном дегенеративно-дистрофическом заболевании. Вследствие начальных признаков синостоза крестцово-подвздошного сочленения разгибание в тазобедренном суставе ниже физиологической нормы даже в отсутствии патологических изменений в тазобедренном суставе. При поражении обоих крестцово-подвздошных сочленений походка больных нарушается, ширина шага уменьшается. Разумеется, при таком клинико-морфологическом изменении в сочленениях наступает обычно также и небольшая контрактура *m. iliopsoas*. Но пока сохраняется функция поясничных межпозвоноковых и пояснично-крестцовых сочленений, происходит компенсация за счет сохранившейся подвижности в остальных двух компонентах триады. С наступлением синостоза крестцово-подвздошных и пояснично-крестцовых сочленений функции триады заметно нарушаются. Она компенсируется свободой движений в тазобедренных суставах и частично за счет сохранившихся движений в вышележащих

позвонках (Юмашев Г. С. и др.). Когда же нарушается функция всех трех компонентов триады, наступают весьма тяжелые функциональные расстройства движений туловища, походки, сидения. Все это имеет важное значение для понимания патологии и для построения плана лечения заболеваний позвоночника с учетом мобилизации одного из компонентов триады (например, *art. coxae*).

- **Крестцовая кость.** Вместе с двумя тазовыми костями крестец образует таз, представляющий своего рода опорный мост для позвоночного столба (рис. 1.16).

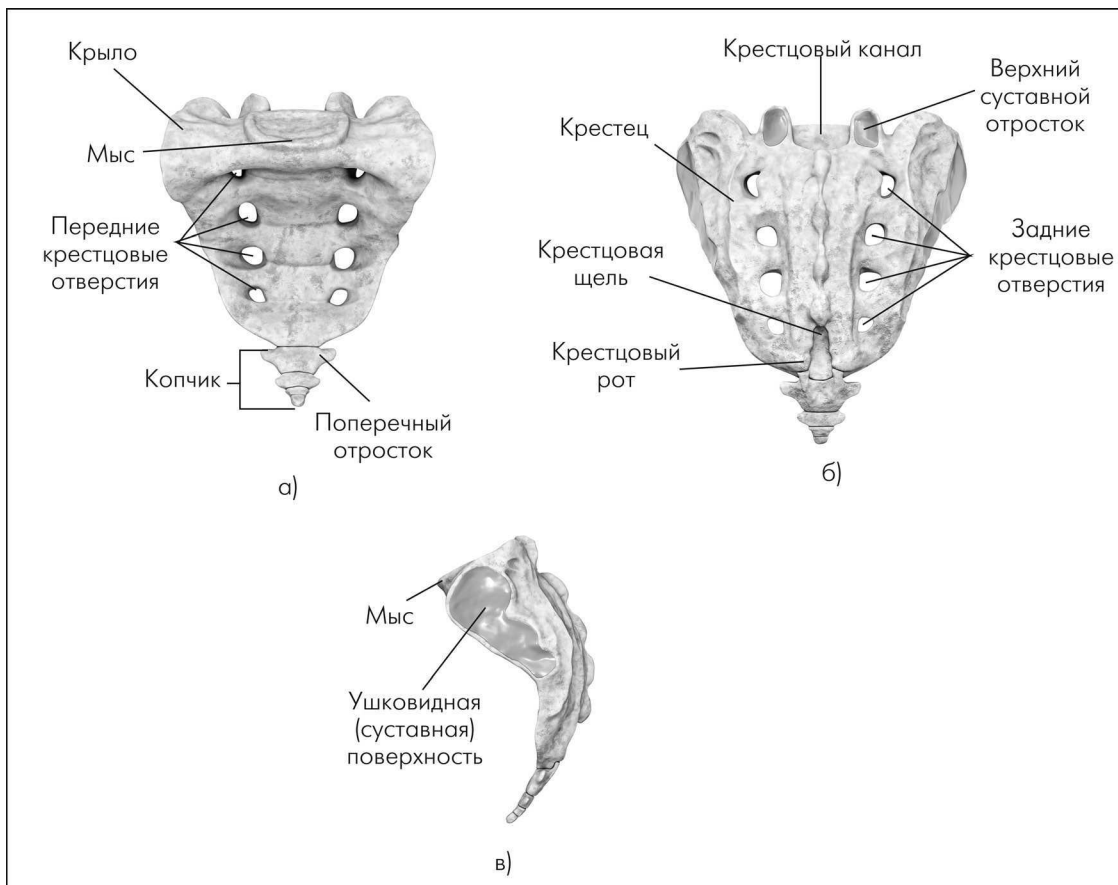


Рис. 1.16. Крестец:

а — внутренняя (тазовая поверхность); б — наружная (задняя) поверхность; в — вид слева

Крестец и пятый поясничный позвонок (L5) являются базисом всего позвоночника, они обеспечивают опору для всех его вышележащих отделов и испытывают наибольшую нагрузку. На формирование позвоночника и образование его физиологических и патологических изгибов оказывает немалое влияние положение IV и V поясничных позвонков (L4 и L5) и крестца, то есть соотношение между крестцовой и вышележащей частью позвоночника.

В норме крестец по отношению к вертикальной оси тела находится под углом 30° (рис. 1.17). Резко выраженный наклон таза вызывает для сохранения равновесия поясничный лордоз.

Позвоночный столб можно рассматривать как эластическую колонну, составленную из множества элементов, опирающуюся на мышцы и 2 камеры — брюшную полость и грудную клетку.

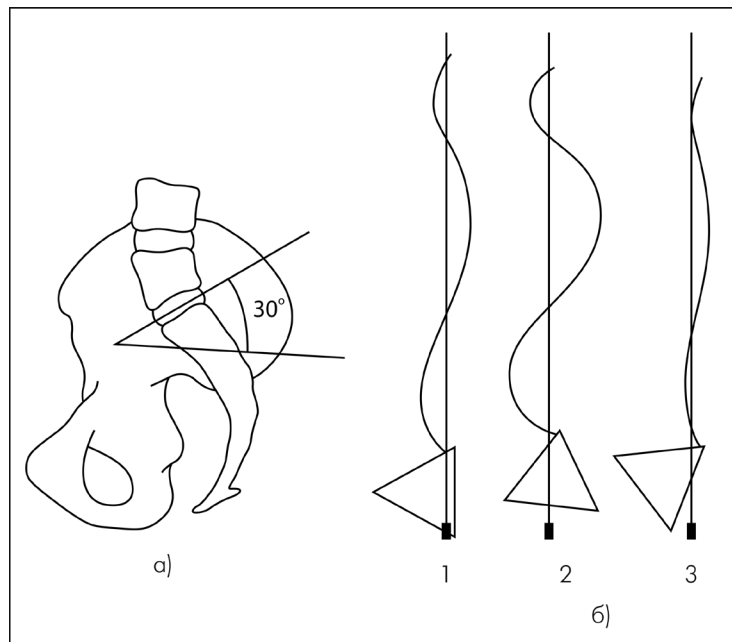


Рис. 1.17. Пояснично-крестцовый угол составляет приблизительно $26\text{--}57^\circ$ (а); влияние установки таза на величину физиологических искривлений позвоночника (б); нормальный лордоз (1); гиперлордоз (2) и слабо выраженный лордоз (3)

- **Аномалии развития позвоночника** — это врожденные изменения количества или конфигурации позвонков. В зависимости от вида и выраженности нарушений могут протекать бессимптомно либо сопровождаться изменением внешнего вида пациента и неврологической симптоматикой: нарушениями чувствительности, парезами, трофическими расстройствами.

С учетом анатомических особенностей различают следующие группы пороков развития позвоночного столба:

- **Изменение количества позвонков:** окципитализация (сращение затылочной кости и I шейного позвонка), сакрализация (сращение крестца и V поясничного позвонка), люмбализация (отделение I крестцового позвонка от крестца), слияние нескольких позвонков.
- **Изменение формы позвонков:** полупозвонки или клиновидные позвонки (при задержке развития костных структур в передних отделах), спондилолиз (при задержке развития позвонков в задних отделах).
- **Недоразвитие отдельных частей позвонков:** незаращение дужек и тел позвонков.

При люмбализации или сакрализации:

- Искривляется позвоночник, вследствие чего возможно развитие сколиотической болезни или увеличение лордоза в поясничном отделе.
- Крестец смещается кзади, перераспределяется центр тяжести туловища.
- В области сращенного переходного позвонка развивается спондилоартроз и остеохондроз в межпозвонковом диске, а также спондилез смежных позвонков.
- Ухудшение кровоснабжения позвоночника, мягкие ткани спины претерпевают патологические изменения.

- Болевой синдром, увеличивающийся со временем, ограничивает физические возможности пациента.

Позвоночный столб можно рассматривать как эластическую колонну, составленную из множества элементов, опирающуюся на мышцы и 2 камеры — брюшную полость и грудную клетку.

По мере повышения давления в брюшной полости и грудной клетке в связи с сокращением соответствующих мышц происходит стабилизация позвоночника, — он получает опору в результате своеобразного «шинирования» (рис. 1.18).

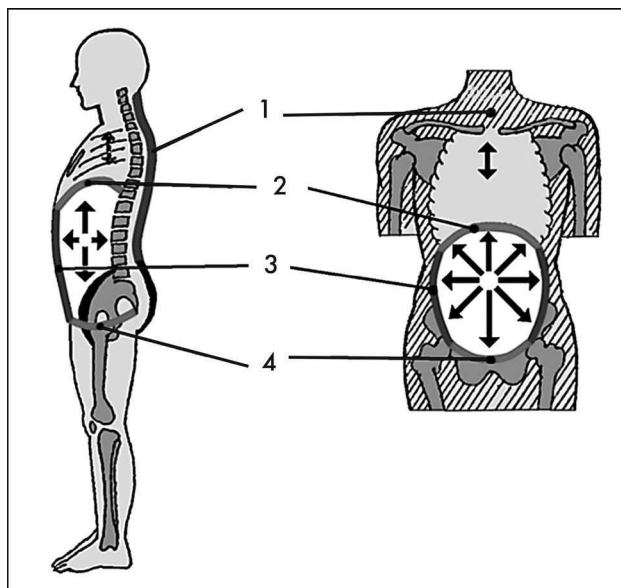


Рис. 1.18. Физиологическое «шинирование» поясничного отдела позвоночника под влиянием давления в полостях тела, которому содействует сзади стабилизирующий эффект мышц позвоночника и мышц туловища (по J. Armstrong):

- 1 — мышцы, выпрямляющие позвоночник; 2 — диафрагма грудная; 3 — мышцы брюшной стенки живота; 4 — диафрагма таза (мышцы тазового дна)

Давление в грудной клетке повышается в результате сокращения межреберных мышц, мышц плечевого пояса и диафрагмы (основная роль принадлежит поперечной мышце живота, прямая мышца живота обеспечивает упругость брюшной стенки) (рис. 1.19).

Вдох и выдох обеспечиваются дыхательными экскурсиями (движениями) грудной клетки и диафрагмы. Изменение объема грудной клетки происходит благодаря сокращению межреберных мышц, движению ребер и уплощению диафрагмы (рис. 1.20).

Механизм вдоха. При сокращении инспираторных мышц ребра поднимаются, перемещаются вокруг оси, проходящей через сочленения в грудных позвонках. В результате объем грудной клетки увеличивается, особенно в ее нижних отделах, что определяет значительно большую вентиляцию нижних отделов легких по сравнению с верхушками. Сокращение мышцы диафрагмы также вызывает увеличение объема грудной клетки. Во время вдоха диафрагма уплощается, а в покое и особенно во время выдоха купол ее поднимается в грудную клетку. При грудном типе дыхания возникает за счет сокращения межреберных мышц, при брюшном типе в основном сокращается диафрагма, которая одновременно смещает органы брюшной полости.

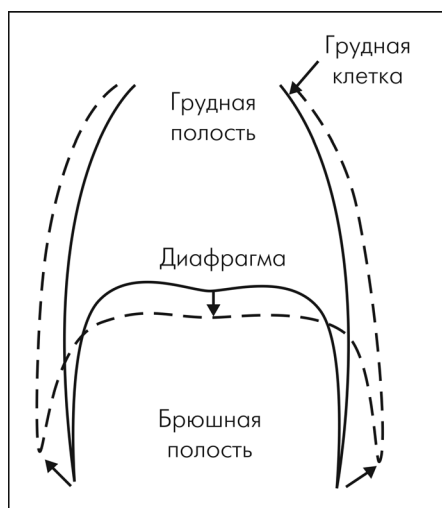


Рис. 1.19. Влияние сокращения диафрагмальной мышцы на объем грудной полости. Сокращение диафрагмальной мышцы при вдохе (пунктирная линия) вызывает опускание диафрагмы вниз, смещение органов брюшной полости вниз и вперед. В результате увеличивается объем грудной полости

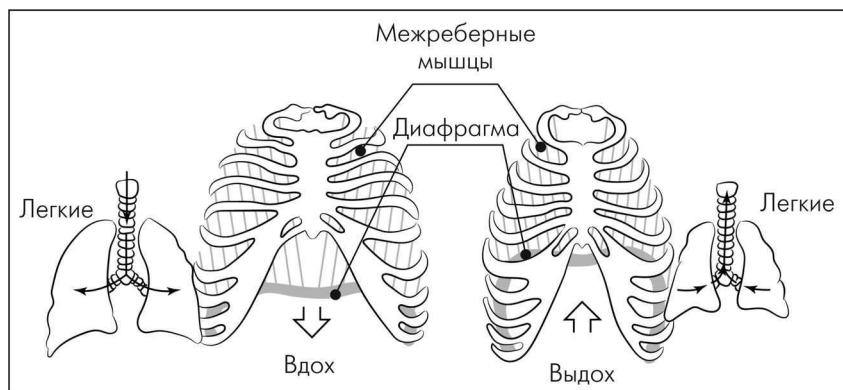


Рис. 1.20. Механизм дыхания

Механизм выдоха. Выдох в основном происходит пассивно, межреберные мышцы расслабляются, купол диафрагмы поднимается. В результате объем грудной клетки уменьшается и давление в плевральной полости возрастает. Это давление передается на мышечную ткань, так что одновременно повышается давление воздуха в альвеолах.

Давление внутри брюшной полости повышается в результате сокращения мышц живота и диафрагмы (основная роль в этом принадлежит поперечной мышце живота, прямая мышца обеспечивает упругость брюшной стенки).

При физическом напряжении давление внутри грудной клетки становится ниже, чем в брюшной полости, но в грудной клетке оно поддерживается на более постоянном уровне. Однако когда совершаемое усилие действует в течение длительного времени, давление внутри грудной клетки не может удерживаться

на одном уровне в связи с истощением запаса поступившего при вдохе воздуха, в то время как внутрибрюшное давление может поддерживаться на высоком уровне продолжительный период времени.

Сокращение межреберных мышц и мышц плечевого пояса придает грудной клетке ту самую жесткость и упругость, благодаря которой она может принять на себя часть давления, приходящегося на грудной отдел позвоночника. В результате нагрузка на него уменьшается практически в половину. Подобным же образом брюшная полость (вследствие сокращения диафрагмы и мышц живота) разгружает поясничный отдел позвоночника. Этот механизм способен уменьшить давление, приходящееся на межпозвонковые диски поясничного отдела, приблизительно на треть.

Мышцы. Каждый раз, когда нарушается симметричность активных усилий в аппарате равновесия, наступает изменение конфигурации позвоночника и наоборот. Основная роль в статике и динамике позвоночника принадлежит глубоким мышцам спины, в частности выпрямителю туловища. Этот мышечный тяж проходит по обе стороны остистых отростков от основания черепа до крестцовой кости. Главным антагонистом глубоких мышц спины является прямая мышца живота, называемая иначе сгибателем туловища (рис. 1.21).

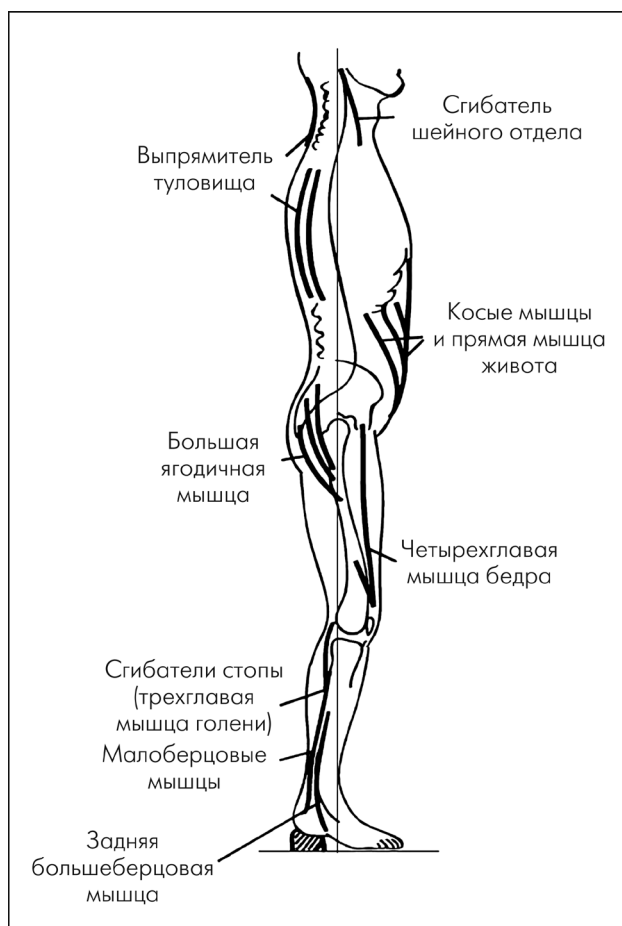


Рис. 1.21. Мышцы, обеспечивающие стабильное положение головы, туловища и нижних конечностей, от которых в значительной степени зависит осанка

Обе антагонистические группы мышц действуют на противоположных концах двулучевого рычага, точкой опоры которого является студенистое ядро межпозвоночных дисков. Прямая мышца живота и ее синергисты действуют со стороны длинного плеча силы, который образован ребрами, а выпрямитель туловища — со стороны плеча очень короткого, которое образовано поперечными и остистыми отростками и углами ребер. Синергистом мышц живота, кроме того, является сила тяжести содержимого грудной клетки и брюшной полости. Неудивительно, что для того, чтобы уравновесить действие мышц живота, выпрямитель туловища должен развивать усилие порядка 460 кг (*H. Bradford*). В результате межпозвоночные диски испытывают на себе огромную осевую нагрузку, которая в поясничном отделе позвоночника может достигать 400 кг, то есть силы, достаточной для разрыва фиброзного кольца и выталкивания студенистого ядра наружу (чему и препятствуют мышцы брюшного пресса).

1.2. ДВИЖЕНИЯ ПОЗВОНОЧНИКА

Все движения в системе позвоночного столба совершаются одновременно в трех суставах, а именно в **суставе** между телами позвонков и в двух **суставах**, образованных отростками дужек. Объем движений позвоночника зависит от пространственного расположения плоскостей **суставов**, образованных отростками дужек позвонков, а также от высоты и эластичности межпозвоночных дисков.

Объем движений позвоночника зависит от пространственного расположения плоскостей суставов, образованных отростками дужек позвонков, а также от высоты и эластичности межпозвоночных дисков. Величина наклона тел позвонков прямо пропорциональна квадрату высоты межпозвоночного диска и обратно пропорциональна квадрату площади поперечного сечения тела позвонка. Иными словами, чем толще межпозвоноковый диск и менее массивно тело позвонка, тем больше объем возможного движения.

Шейный отдел. Суставные отростки имеют плоскую овальную форму и расположены в пространстве под углом к фронтальной плоскости 10–15°, к сагиттальной — 45°, к горизонтальной — 45°. Таким образом, любое смещение, производимое вышерасположенным суставом относительно нижерасположенного, будет происходить под углом одновременно к трем плоскостям. Тело позвонка имеет вогнутость верхней и нижней поверхностей и многими авторами рассматривается как фактор, способствующий увеличению объема движения.

Грудные позвонки. Суставные отростки наклонены к фронтальной плоскости под углом 20°, к сагиттальной — под углом 60°, горизонтальной и фронтальной — под углом 20°.

Такое пространственное расположение суставов способствует перемещению вышерасположенного сустава относительно нижерасположенного одномоментно вентрокраниально или дорсокаудально в сочетании с его медиальным или латеральным смещением. Преобладающий наклон суставные площадки имеют в сагиттальной плоскости.

Поясничные позвонки. Пространственное взаиморасположение их суставных площадок отличается от грудного и шейного отделов. Они имеют дугообразную форму и расположены к фронтальной плоскости под углом 45°, к горизонтальной — под углом 45°, к сагиттальной плоскости под углом 45°. Такое пространственное взаиморасположение способствует перемещению вышерасположенного сустава относительно нижерасположенного как дорсолатерально, так и вентромедиально в сочетании с краниальным или каудальным смещением.

О важной роли межпозвонковых суставов в движении позвоночника свидетельствуют и широко известные работы Лесгафта (1951), в которых большое внимание уделено совпадению центров тяжести сферической поверхности суставов в сегментах С5–С7. Этим и объясняется преобладающий объем движения в них. Кроме того, наклон суставных площадок одновременно к фронтальной, горизонтальной и вертикальной плоскостям способствует одномоментному линейному движению в каждой из этих трех плоскостей, исключая возможность одноплоскостного движения. Помимо этого, форма суставных площадок способствует скольжению одного сустава по плоскости другого, ограничивая возможность одновременного выполнения углового движения. Эти представления согласуются с исследованиями *White P.* (1978), в результате которых после удаления суставных отростков с дужками увеличился объем углового движения в позвоночном двигательном сегменте в сагиттальной плоскости на 20–80 %, фронтальной — на 7–50 %, горизонтальной — на 22–60 %. Данные рентгенологического исследования *Jirout W.* (1973) подтверждают эти результаты.

Высота межпозвоночных дисков является переменной величиной и зависит от различных факторов. Решающее влияние на высоту межпозвонкового диска оказывает состояние студенистого ядра, в частности количество содержащейся в нем воды. В период активного роста организма отмечается высокий уровень содержания воды в студенистом ядре; после 25 лет происходит снижение уровня гидратации, в результате чего снижается высота и растяжимость межпозвонковых дисков. Известно, что величина подвижности в любом участке позвоночного столба в значительной степени зависит от соотношения высоты межпозвонковых дисков и костной части позвоночного столба. По мнению Капанджи А. И. (1987), это отношение обуславливает подвижность определенного сегмента позвоночного столба: чем выше соотношение, тем больше подвижность. Шейный отдел позвоночного столба имеет наибольшую подвижность, так как указанное соотношение в нем составляет 2:5, или 40 %. Менее подвижен поясничный отдел (соотношение 1:3, или 33 %). Грудной отдел является еще менее подвижным (соотношение 1:5, или 20 %).

Поведение диска во время движений (цит. по Капанджи А. И.):

- Компрессионные силы, прилагаемые к межпозвонковому диску, тем сильнее, чем ближе этот диск находится к крестцу, что объясняется увеличением силы тяжести с увеличением воздействующей высоты.
- Во время осевой компрессии (синяя стрелка) межпозвонковый диск уплощается и расширяется, пульпозное ядро становится более плоским, значительно увеличивая свое внутреннее давление, которое передается на внутренние волокна фиброзного кольца. Следовательно, вертикальная сила трансформируется в боковые силы, растягивающие волокна кольца (рис. 1.22а).
- Если применить к диску усилие осевого растягивания (синие стрелки), тела позвонков раздвигаются, увеличивая толщину диска. И в то же время его ширина уменьшается с увеличением натяжения волокон кольца. Пульпозное ядро, несколько уплощенное, становится более сферичным. Растяжение снижает внутреннее давление пульпозного ядра; следовательно, это может служить обоснованием лечения грыжи диска при помощи тракции позвоночника. При удлинении позвоночника по оси желатинозная субстанция выдвинутого диска (грыжа) перемещается назад в свою «ячейку» (рис. 1.22б).
- При разгибании верхний позвонок движется назад, уменьшая межпозвоночное пространство и сдвигая его назад, в то время как пульпозное ядро направляется вперед и оказывает давление на передние волокна фиброзного кольца, увеличивая их натяжение, что ведет к возвращению верхнего позвонка в исходное положение.

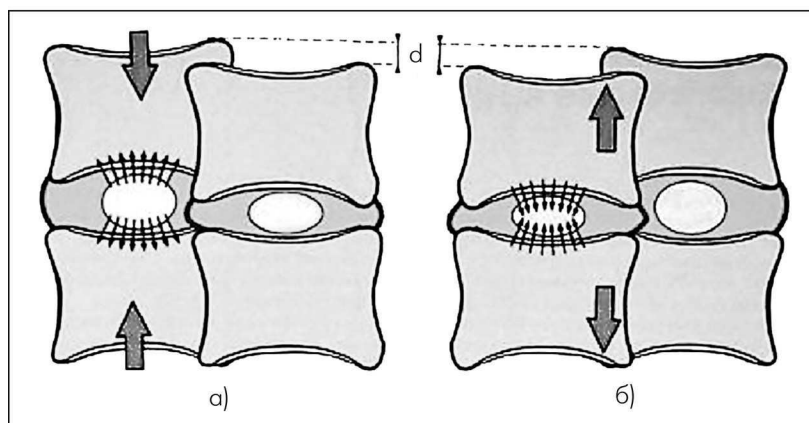


Рис. 1.22. Физиологическое движение межпозвоночного диска (схема):

а — диск, подверженный осевой компрессии;
 б — диск, подверженный осевому растяжению (Капанджи А. И.)

- Во время сгибания верхний позвонок движется вперед. Межпозвоночное пространство уменьшается и сдвигается к переднему краю. Пульпозное ядро смещается назад и оказывает давление на задние волокна фиброзного кольца, усиливая их натяжение. Происходит процесс самостабилизации благодаря согласованному действию системы «пульпозное ядро-фиброзное кольцо» (рис. 1.23).

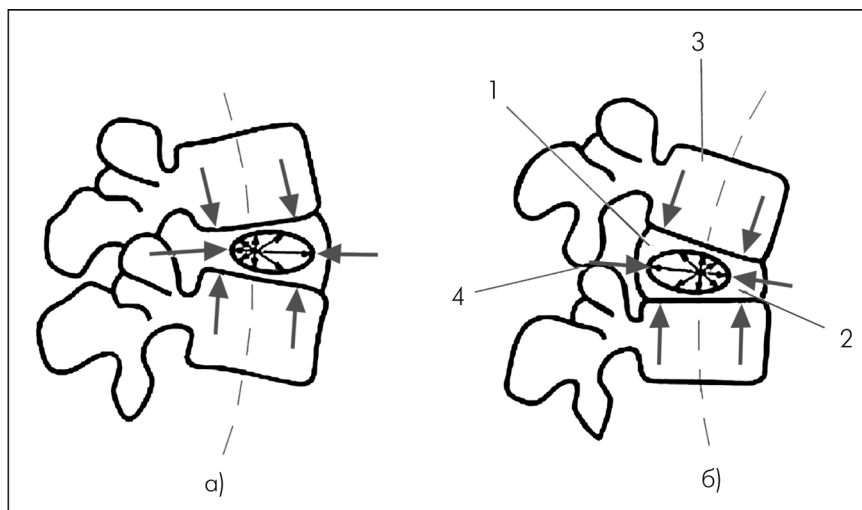


Рис. 1.23. Физиологическое перемещение пульпозного ядра при:

а — разгибании позвоночника; б — сгибании позвоночника:

1 — студенистое ядро; 2 — межпозвоночный диск; 3 — тело позвонка; 4 — дуготростчатый сустав

- При боковом наклоне вышележащий позвонок наклоняется в сторону сгибания, а пульпозное ядро перемещается в противоположную сторону. Это вызывает самостабилизацию.

- При осевой ротации (белые стрелки) косые волокна, идущие противоположно направлению движения, растягиваются, тогда как промежуточные волокна с противоположным направлением расслабляются. Натяжение достигает максимума в центральных волокнах кольца, имеющих наиболее косое направление. Пульпозное ядро, таким образом, сильно сдавливается, и внутреннее давление увеличивается пропорционально углу поворота. Это объясняет, почему сгибание с осевой ротацией может привести к разрыву кольца, увеличивая давление, и вывести фрагменты дегенерированного пульпозного ядра назад, через щели фиброзного кольца (рис. 1.24).

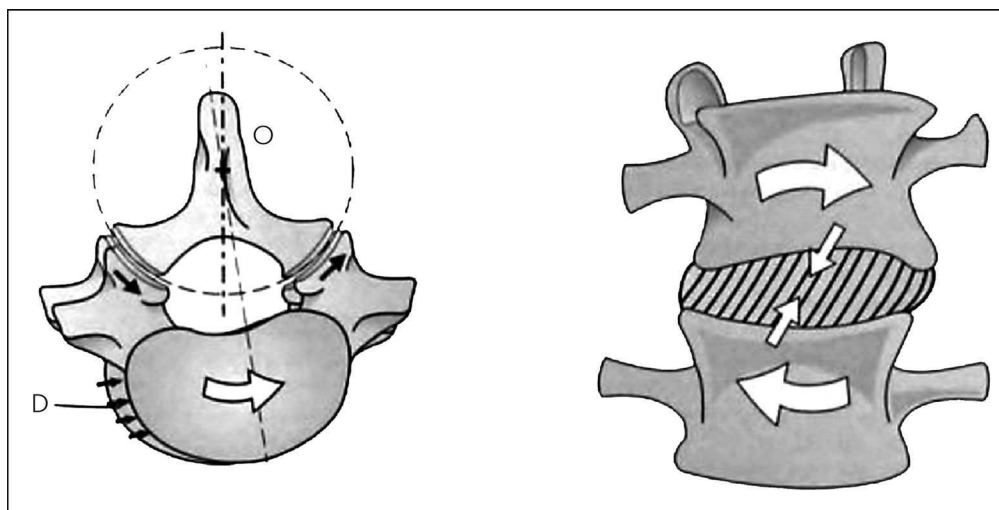


Рис. 1.24. Осевая ротация позвоночника (Капанджи А. И.)

Вариации структуры диска по отношению к уровню позвоночника (цит. по Капанджи А. И.).

Толщина межпозвоночного диска изменяется в зависимости от расположения диска в позвоночнике (рис. 1.25):

- Они наиболее плотные в поясничной области (рис. 1.25а), достигая 9 мм.
- На уровне грудного отдела (рис. 1.25б) толщина дисков равна 5 мм.
- В области шейного отдела (рис. 1.25в) толщина дисков достигает 3 мм.

Соотношение толщины диска к высоте тела позвонка. Фактически это соотношение описывает подвижность каждого отдельного сегмента позвоночника. Таким образом: чем больше соотношение, тем больше подвижность. В порядке убывания следует отметить, что:

- в шейном отделе позвоночник наиболее подвижен, так как соотношение диск/тело соответствует 2/5;
- в поясничном отделе подвижность несколько меньше — с соотношением 1/3;
- в грудном отделе подвижность наименьшая — с соотношением 1/5.

Сагиттальное сечение различных отделов позвоночника показывает, что пульпозное ядро находится не точно по центру диска. Если разделить диск спереди назад на 10 равных частей, то:

- в шейном отделе (рис. 1.25г) ядро лежит в 4/10 от передней границы и в 3/10 от задней границы, заполняя промежуточные 3/10. Оно лежит точно на оси подвижности (синяя стрелка);

- в грудном отделе (рис. 1.25д) ядро расположено несколько ближе к заднему краю диска, чем к переднему. Опять же оно достигает $3/10$ размера диска, но лежит сзади от оси подвижности. Синяя стрелка, представляющая эту ось, проходит четко спереди от ядра;
- в поясничном отделе (рис. 1.25е) ядро лежит в $4/10$ от передней границы и в $2/10$ от задней границы диска, но теперь оно достигает $4/10$ размера диска, то есть имеет большую площадь поверхности, соответствующую большим осевым усилиям, прилагаемым здесь. Так же, как и в шейном отделе, оно лежит точно на оси подвижности (синяя стрелка).

Центр ядра равноудален от передней границы позвонка и от желтой связки. Оно, очевидно, представляет собой точку равновесия, так как задние связки активно тянут ядро назад (*Leonardi F.*).

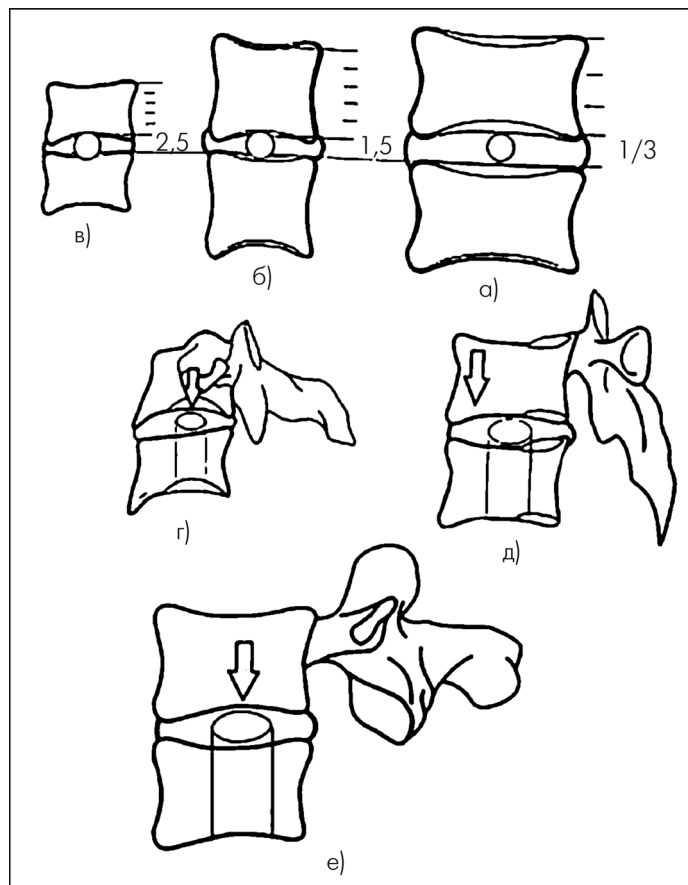


Рис. 1.25. Соотношение толщины диска к высоте тела позвонка

Изолированные движения отдельного ПДС осуществляют короткие мышцы позвоночника, частично и ротаторы, перекидывающиеся через позвонок, а также и отдельные части длинных паравертебральных мышц: спереди — подвздошно-поясничных, сзади — многораздельных. В меньшей степени это касается длинных разгибателей спины и квадратных мышц поясницы, всегда осуществляющих разгибание целого раздела позвоночника. В пределах одного ПДС наклон в одну сторону осуществляется за счет межпоперечных мышц, назад — за счет межкостистых,

вперед — за счет выключения соответствующей межкостистой и активного сокращения подвздошно-поясничной, передних шейных; ротация осуществляется с участием мышц-вращателей (Попелянский Я. Ю., Хабиров Ф. А. и др.).

В целом позвоночный столб от крестца до черепа соответствует суставу с тремя степенями подвижности:

- сгибание и разгибание;
- латерофлексия вправо и влево;
- осевая ротация.

Этот сустав является аналогом *энартроза* (шаровидного сустава), расположенного между черепом и крестцом (Капанджи А. И.).

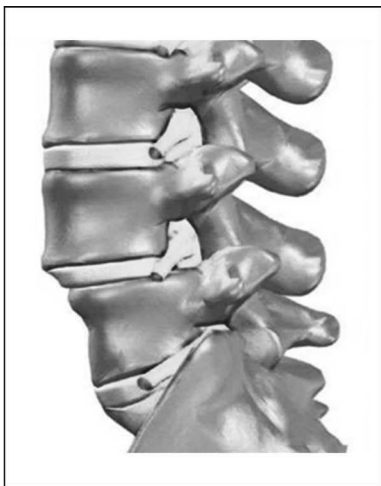


Рис. 1.26. Сегментарная нестабильность

Сегментарная нестабильность возникает как одно из ранних проявлений дистрофического процесса в любом из составляющих элементов ПДС, ведущего к нарушению гармоничной его функции, и проявляется избыточной подвижностью между элементами ПДС (рис. 1.26).

В результате возможна чрезмерная степень сгибания и разгибания в ПДС, а также соскальзывание кпереди или кзади (псевдоспондилолистезы). В патогенезе развития нестабильности основное значение имеет дистрофия фиброзного кольца, которое теряет свою эластичность и соответственно фиксационную способность. Соскальзыванию вышележащего тела по отношению к нижележащему способствуют разрывы фиброзного кольца, утрата тургора пульпозным ядром, а также вовлечение в дистрофический процесс задних отделов ПДС (Коган О. Г. и др., Попелянский Я. Ю.).

Проанализировав движения в поясничном отделе вокруг поперечной оси (сгибание и разгибание), Б. Л. Дубнов (1967) выявил следующие происходящие при этом изменения.

При сгибании:

- ✓ Растяжение задней продольной связки и волокон задней части кольца диска;
- ✓ Относительное смещение кзади пульпозного ядра; увеличивающееся напряжение заднего полукольца;
- ✓ Растяжение желтых и межкостистых связок;
- ✓ Расширение межпозвонкового отверстия и натяжение капсулы межпозвонковых суставов;
- ✓ Напряжение мышц передней брюшной стенки и расслабление мышц-разгибателей спины;
- ✓ Натяжение твердой мозговой оболочки и корешков.

При разгибании:

- ✓ Растяжение переднего полукольца диска;
- ✓ Относительное смещение пульпозного ядра кпереди;
- ✓ Сокращение желтых связок (их укорочение) и расслабление межкостистых связок;
- ✓ Сужение межпозвонковых отверстий;

- ✓ Растяжение мышц передней брюшной стенки и напряжение длинных мышц спины;
- ✓ Расслабление твердой мозговой оболочки и корешков.

В таблице 1.1 приведены амплитуды (объем) движения позвоночника, выраженные в градусах.

Таблица 1.1

Подвижность позвоночного столба (в градусах) (Иваницкий М. Ф.)

Отдел позвоночника	Сгибание (фронтальная ось)	Разгибание (фронтальная ось)	Качание (сагиттальная ось)	Вращение (вертикальная ось)
Шейный	70	60	30	75
Грудной	50	55	100	40
Поясничный	40	30	35	5
Всего:	160	145	165	120

Следует, однако, отметить, что цифровые данные по материалам разных авторов, весьма широко варьируют. Так, например, сгибание позвоночника в целом изменяется в пределах 33–200 градусов. Эти колебания, несомненно, связаны со многими факторами — степенью натренированности мускулатуры, возрастом и профессией, эластичностью связочного аппарата и др.

Функциональные группы мышц, обеспечивающие движения позвоночного столба

Шейный отдел: движения вокруг фронтальной оси.

Сгибание:

1. Грудино-ключично-сосцевидная мышца.
2. Передняя лестничная мышца.
3. Задняя лестничная мышца.
4. Длинная мышца шеи.
5. Длинная мышца головы.
6. Передняя прямая мышца головы.
7. Подкожная мышца шеи.
8. Лопаточно-подъязычная мышца.
9. Грудино-подъязычная мышца.
10. Грудино-щитовидная мышца.
11. Щитоподъязычная мышца.
12. Двубрюшная мышца.
13. Шилоподъязычная мышца.
14. Челюстно-подъязычная мышца.
15. Подбородочно-подъязычная мышца.

Движения вокруг сагиттальной оси:

1. Длинная мышца шеи.
2. Передняя лестничная мышца.

3. Средняя лестничная мышца.
4. Задняя лестничная мышца.
5. Трапецевидная мышца.
6. Грудино-ключично-сосцевидная мышца.
7. Мышца, выпрямляющая позвоночник.
8. Ременная мышца шеи.
9. Длинная мышца головы.

Движения вокруг вертикальной оси — скручивание:

1. Передняя лестничная мышца.
2. Средняя лестничная мышца.
3. Задняя лестничная мышца.
4. Грудино-ключично-сосцевидная мышца.
5. Верхняя часть трапецевидной мышцы.
6. Ременная мышца шеи.
7. Мышца, поднимающая лопатку.

Круговые движения в шейном отделе (циркумдукция):
при поочередном участии всех групп мышц, производящих сгибание, наклон в сторону и разгибание позвоночника в шейном отделе.

Поясничный отдел: движения вокруг фронтальной оси.

Сгибание:

1. Подвздошно-поясничная мышца.
2. Квадратная мышца поясницы.
3. Прямая мышца живота.
4. Наружная косая мышца живота.

Разгибание (грудной и поясничный отделы):

1. Мышца, выпрямляющая позвоночник.
2. Поперечноостистая мышца.
3. Межостистые мышцы.
4. Межпоперечные мышцы.
5. Мышцы, поднимающие ребра.
6. Трапецевидная мышца.
7. Широчайшая мышца спины.
8. Большая ромбовидная мышца.
9. Малая ромбовидная мышца.
10. Верхняя задняя зубчатая мышца.
11. Нижняя задняя зубчатая мышца.

Движения в стороны (латеральное сгибание) вокруг сагиттальной оси (грудной и поясничный отделы):

1. Межпоперечные мышцы.
2. Мышцы, поднимающие ребра.
3. Наружная косая мышца живота.

4. Внутренняя косая мышца живота.
5. Поперечная мышца живота.
6. Прямая мышца живота.
7. Квадратная мышца поясницы.
8. Трапецевидная мышца.
9. Широчайшая мышца спины.
10. Большая ромбовидная мышца.
11. Верхняя задняя зубчатая мышца.
12. Нижняя задняя зубчатая мышца.
13. Мышца, выпрямляющая позвоночник.
14. Поперечно-остистая мышца.

Движения вокруг вертикальной оси — скручивание:

1. Подвздошнопоясничная мышца.
2. Мышцы, поднимающие ребра.
3. Квадратная мышца поясницы.
4. Наружная косая мышца живота.
5. Внутренняя косая мышца живота.
6. Наружная межреберная мышца.
7. Внутренняя межреберная мышца.
8. Трапецевидная мышца.
9. Большая ромбовидная мышца.
10. Широчайшая мышца спины.
11. Верхняя задняя зубчатая мышца.
12. Нижняя задняя зубчатая мышца.
13. Мышца, выпрямляющая позвоночник.
14. Поперечноостистая мышца.

Круговые вращательные движения со смешанными осями (циркумдукция): при поочередном сокращении всех мышц туловища, производящих разгибание, наклон в сторону и сгибание позвоночного столба.

Глава 2

ОСТЕОХОНДРОЗ ПОЗВОНОЧНИКА

Начиная с *Hildebrandt* (1933), предложившего обозначение «остеохондроз межпозвонкового диска» для определения обширного дегенеративного процесса, поражающего не только хрящ, но и субхондральную часть смежных позвонков, этот термин получил широкое распространение в работах клиницистов и морфологов.

Остеохондроз позвоночника (ОП) (по данным разных авторов) — дегенеративно-дистрофическое мультифакториальное, хроническое, рецидивирующее заболевание, начинающееся с пульпозного ядра межпозвонкового диска, распространяющееся на фиброзное кольцо, затем на другие элементы позвоночного двигательного сегмента (ПДС), проявляющееся в определенных условиях полиморфными (рефлекторными, компрессионными, компрессионно-рефлекторными и рефлекторно-компрессионными) неврологическими синдромами.

2.1. ПАТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПРИ ОСТЕОХОНДРОЗЕ ПОЗВОНОЧНИКА

Наличие генетических механизмов предрасположения к ОП предрешает включение основного звена патогенеза — нарушения нормального метаболизма в тканях ПДС, в первую очередь в межпозвонковом диске, что реализуется в виде типичного патологического процесса — дистрофии (Коган О. Г., Попелянский Я. Ю, *Nag S. et al.*, *Chaffin D. B.*). На начальном этапе это проявляется прежде всего в уменьшении количества хондроитин-сульфатов, относительном увеличении содержания кератан-сульфата и некотором снижении содержания сиаловых кислот в межпозвонковом диске (Осна А. И. и др., Цивьян Я. Л., Сак Н. Н., *Budithi S. et al.*). Атрофически-деструктивный процесс сопровождается обезвоживанием тканей диска, а затем его растрескиванием и фрагментацией. Хрящевая ткань все больше заменяется фиброзной. Дистрофия замыкательной гиалиновой пластинки и появление дефектов в ней приводят к нарушению костно-хрящевой границы с проникновением одной ткани в другую, а также вращением сосудов (рис. 2.1).

Наращение дегенеративных изменений в диске имеет соответствующий морфологический субстрат и характерные клинические проявления. С целью систематизации этих изменений А. И. Осна разделил течение заболевания на четыре периода (табл. 2.1).

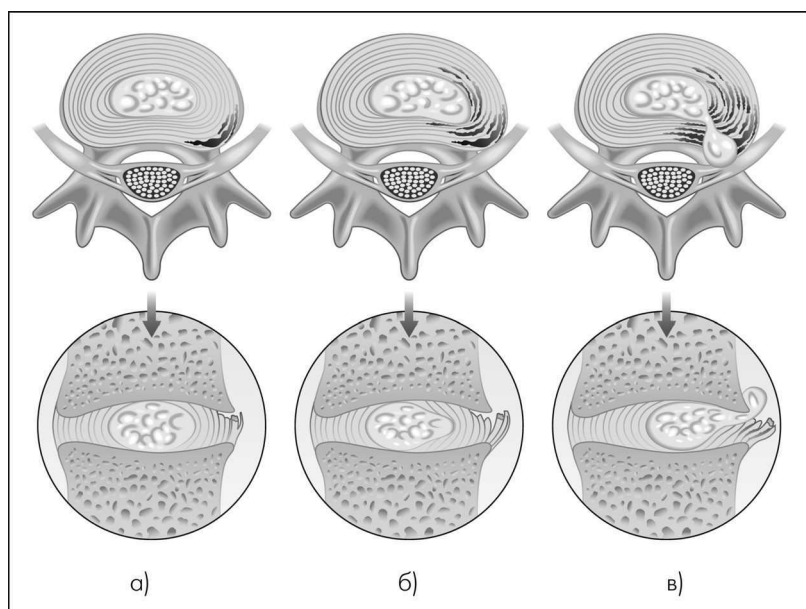


Рис. 2.1. Механизм формирования остеохондроза:

а — изменение пульпозного ядра; *б* — поражение внутренней пластинки фиброзного кольца;
в — разрыв наружной пластинки фиброзного кольца

Таблица 2.1

Периоды развития остеохондроза (по А. И. Осна, 1973)

Периоды развития остеохондроза	Характеристика
I период	внутридисковое перемещение пульпозного ядра, которое происходит в сторону задней продольной связки и раздражает заложенные в ней окончания синуввертебрального нерва
II период	неустойчивость всего позвоночного сегмента (подвывихи, патологическая подвижность)
III период	полный разрыв фиброзного кольца, что часто вызывает различные неврологические нарушения
IV период	распространение патологического процесса на другие элементы позвоночного сегмента

Примечание. В настоящее время I период ряд специалистов (Дзукаев Д. Н., Аксенов Ю. А. и др.) предлагают обозначить как стадию начальных дегенеративных изменений; II период — как стадию сегментарной нестабильности; III период — как рестабилизации

Одновременно с развитием атрофически-деструктивного процесса наблюдаются признаки репаративно-регенеративных процессов в виде регенерации хряща — многократные его

перестройки, развитие хондроидной ткани, замена гиалинового хряща волокнистым, перестройка костной ткани с расширением поверхностей тел позвонков и ее разрастание для компенсации снижения опорной функции диска. К числу компенсаторных и регенеративных процессов относится также развитие субхондрального склероза, предотвращающего повреждение костных балок при нагрузках в связи с утратой защитных свойств гиалиновой пластинки (*Bicket M. C. et al., Chakrabarty S. et al., Jarvik J. G. et al.*).

Таким образом, для патоморфологических процессов в межпозвоночном диске при ОП характерны изменения двух типов: атрофически-деструктивные и репаративные процессы рубцового восстановления. Если в ходе взаимодействия деструктивного и репаративных процессов замещение дистрофически-измененной ткани диска волокнистой окажется достаточно эффективным, наступает исходное состояние в виде фиброза диска, иногда с частичным его обызвествлением. Это обеспечивает стабилизацию ПДС позвоночника (Попелянский Я. Ю., Хабиров Ф. А., Веселовский В. П.).

Патобиомеханические процессы являются ближайшим следствием дистрофии в ПДС позвоночника. При этом изменения в одном из составных его элементов влекут за собой патологию в других элементах самого ПДС, затем в соседних двигательных сегментах, отделах позвоночника и могут приводить к нарушению биомеханики всего опорно-двигательного аппарата (ОДА). В первую очередь страдают амортизационные свойства пульпозного ядра. Снижается, а затем утрачивается способность к повышению внутривдискового давления в ответ на вертикальные нагрузки. Пульпозное ядро теряет способность воспринимать и равномерно распределять эти нагрузки, в итоге они воздействуют на место приложения (*Kapural L. et al., Hooten W. M. et al.*). Вместе с дистрофическими изменениями самих тканей это способствует повышенной травматизации последних и усугублению патологического процесса. Усилиями растрескивания диска, перемещения и пролабирования его элементов он становится ниже. При этом травмируется гиалиновая замыкательная пластинка, поскольку диск из эластического образования постепенно превращается в «полуфиброзную прокладку» (рис. 2.2а-г).

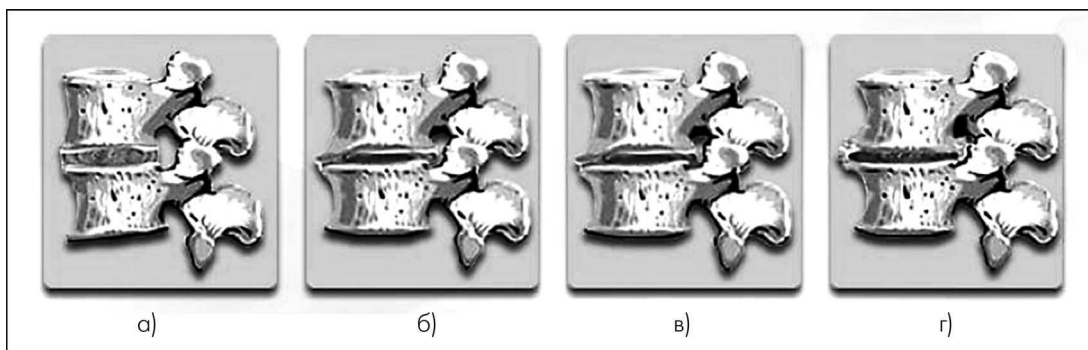


Рис. 2.2. Дистрофические процессы в пораженном ПДС:

а — I стадия остеохондроза; б — II стадия остеохондроза; в — III стадия остеохондроза;
г — IV стадия остеохондроза

Дистрофический процесс приводит к изменениям фиброзного кольца, которое теряет свои растяжимые свойства и фиксационную способность. Из-за дефектности пульпозного ядра на него теперь приходится не только тангенциальные, но и вертикальные нагрузки. Все это, во-первых,

обуславливает пролабирование фиброзного кольца за пределы диска, а во-вторых, способствует его нестабильности. Кроме того, в связи с утратой эластических свойств фиброзное кольцо не может удерживать пульпозное ядро или его фрагменты, что создает условия для грыжеобразования (Manchikanti L. et al., Wolfe F.), (рис. 2.3).

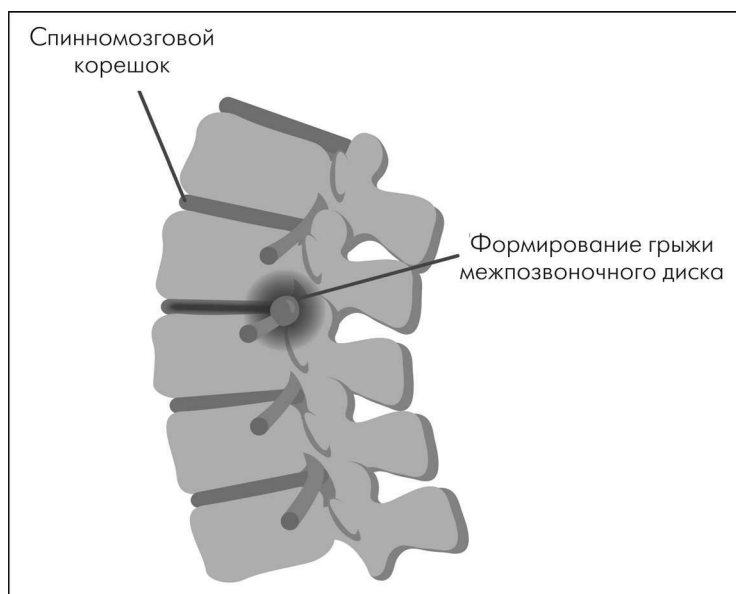


Рис. 2.3. Схема формирования грыжи межпозвоночного диска (по Дееву Р. В.)

Под влиянием повышенных нагрузок на позвоночник в появившиеся трещины проникает вещество пульпозного ядра, со временем по мере истончения фиброзного кольца оно выбухает в сторону позвоночного канала. В определенной стадии развития дегенеративных изменений может образоваться выбухание диска без прорыва фиброзного кольца, что обозначается термином «протрузия диска» (Kendall N. A. et al., Polsunas P. J. et al.). После полного разрыва фиброзного кольца фрагменты диска приходят в непосредственное соприкосновение с корешками и твердой мозговой оболочкой (пролапс, или грыжа диска) (рис. 2.4а–г).

В связи с этим существенное значение приобретают форма и размеры образовавшегося выпячивания, а также размеры и форма позвоночного канала. Чаще всего грыжевое выпячивание имеет округлую форму и широкое основание. В тех случаях, когда происходит обширное поражение задней части фиброзного кольца и имеется массивная дислокация пульпозного ядра, образовавшееся выпячивание настолько велико, что может наступить значительное сужение позвоночного канала. В подобных случаях происходит ущемление твердой мозговой оболочки и нервных проводников (Попелянский Я. Ю., Rashbaum R. F. et al., Murakami E. et al.).

Частично выдавленные фрагменты пульпозного ядра могут подвергаться ущемлению между краями тел позвонков, по существу блокируя два соседних позвонка. В подобной ситуации каждое движение позвоночника может освободить ущемившийся между телами позвонков фрагмент пульпозного ядра, создавая возможность для этого фрагмента (в зависимости от степени его перемещения) полностью перейти в позвоночный канал или вернуться на должное место в пределы фиброзного кольца (Попелянский Я. Ю., Хабиров Ф. А. и др., Saltychev M. et al.).

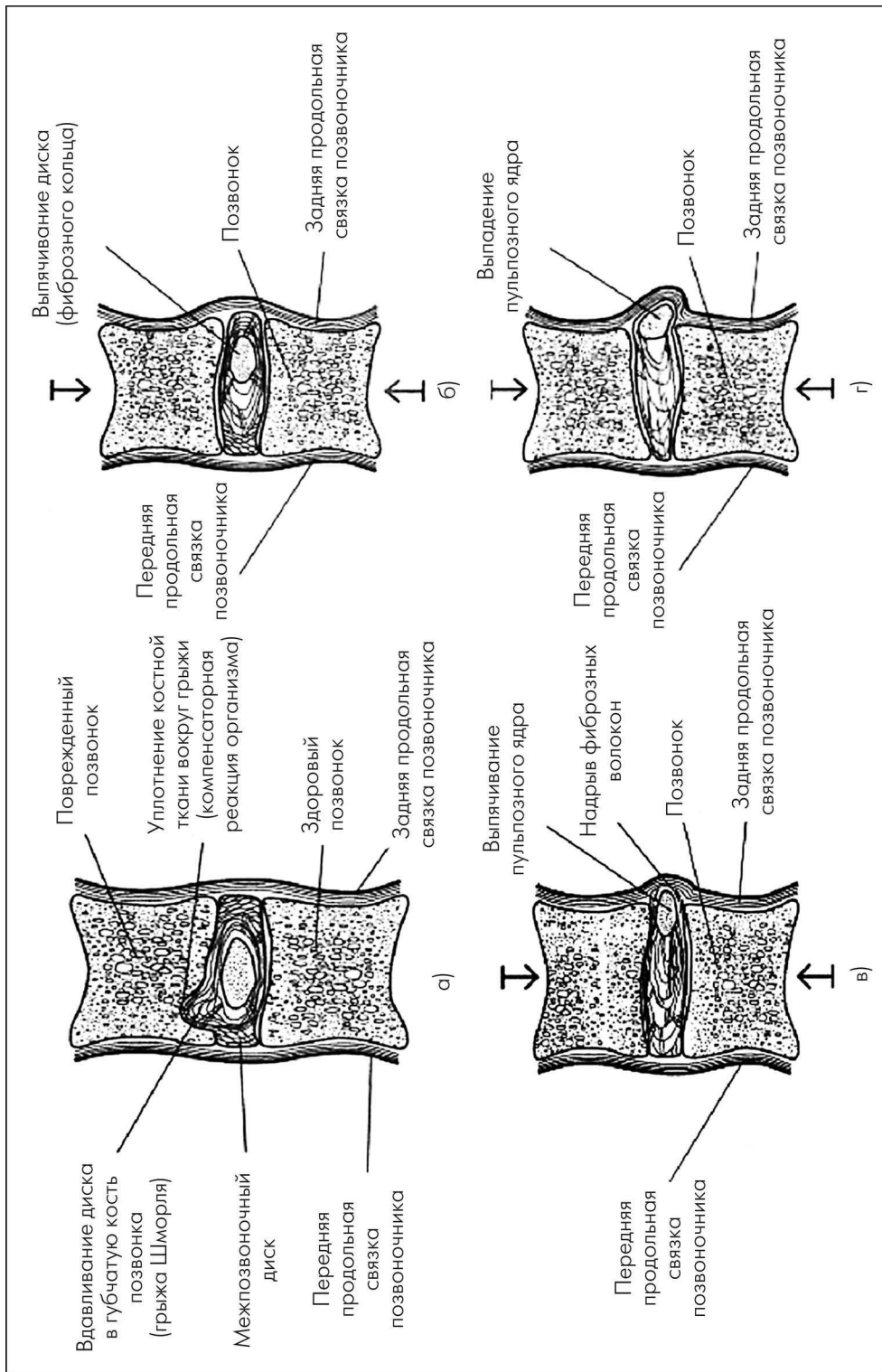


Рис. 2.4. Выпячивание пульпозного ядра (грыжеобразование):

а — грыжа Шморля; б — выпячивание диска (неполная протрузия); в — выпячивание пульпозного ядра (истинная протрузия); г — выпадение пульпозного ядра (пролапс); \updownarrow — направления повреждающего воздействия