

УДК 616.711  
ББК 54.18  
Е67

В создании книги большую помощь и поддержку  
оказала *Иванова Ирина Ивановна* — доктор медицинских наук,  
профессор кафедры физической и реабилитационной медицины.

**Епифанов, Виталий Александрович.**  
Е67 **Остеохондроз позвоночника : методики немедикаментозного лечения болей в спине / В. А. Епифанов, А. В. Епифанов, М. С. Петрова. — Москва : Эксмо, 2023. — 688 с. : ил. — (Медицинский атлас).**

ISBN 978-5-04-179748-5

Остеохондроз позвоночника — одно из самых часто диагностируемых заболеваний опорно-двигательного аппарата. Этим недугом страдают как пожилые люди, так и представители среднего возраста. Новая книга профессора, академика Виталия Александровича Епифанова посвящена методам реабилитации больных остеохондрозом: бальнеологическому лечению, мануальной терапии, миофасциальному релизу и другим современным техникам восстановления организма.

УДК 616.711  
ББК 54.18

ISBN 978-5-04-179748-5

© Епифанов В.А., Епифанов А.В., Петрова М.С., текст, 2023  
© ООО «Издательство «Эксмо», 2023

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Глава 1. АНАТОМИЯ И БИОМЕХАНИКА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА</b> .....	7
1.1. Позвоночник как функциональная физиологическая система .....	7
1.2. Движения позвоночника .....	27
<b>Глава 2. ОСТЕОХОНДРОЗ ПОЗВОНОЧНИКА</b> .....	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
<b>Глава 3. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ</b> .....	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
<b>Глава 4. АНАТОМИЯ ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА</b> .....	166
4.1. Анатомо-физиологические особенности шейного отдела позвоночника .....	166
4.2. Анатомо-топографические особенности грудного отдела позвоночника .....	182
<b>Глава 5. ОСТЕОХОНДРОЗ ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА</b> .....	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

<b>Глава 6. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОСТЕОХОНДРОЗА ШЕЙНО-ГРУДНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА</b> .....	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
<b>Глава 7. АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА</b> .....	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
<b>Глава 8. ОСТЕОХОНДРОЗ ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА</b> .....	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
<b>Глава 9. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНОЕ ЛЕЧЕНИЕ ОСТЕОХОНДРОЗА ПОЯСНИЧНО-КРЕСТЦОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА</b> .....	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
<b>Глава 10. ФИЗИОТЕРАПИЯ .....</b>	<b>569</b>
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
<b>Глава 11. ПОСЛЕДСТВИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ СВЯЗОЧНОГО АППАРАТА ПОЗВОНОЧНИКА .....</b>	<b>603</b>
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
<b>Глава 12. ПОВРЕЖДЕНИЯ И ЗАБОЛЕВАНИЯ ПОЯСНИЧНОГО КРЕСТЦОВО-КОПЧИКОВОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА .....</b>	<b>634</b>
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
<b>Глава 13. ПРОФИЛАКТИКА ОБОСТРЕНИЙ, ПРОТИВОРЕЦИДИВНАЯ ТЕРАПИЯ.....</b>	<b>663</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>672</b>
<b>Алфавитный указатель .....</b>	<b>678</b>

# Глава 1

## АНАТОМИЯ И БИОМЕХАНИКА ПОЗВОНОЧНОГО СТОЛБА

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

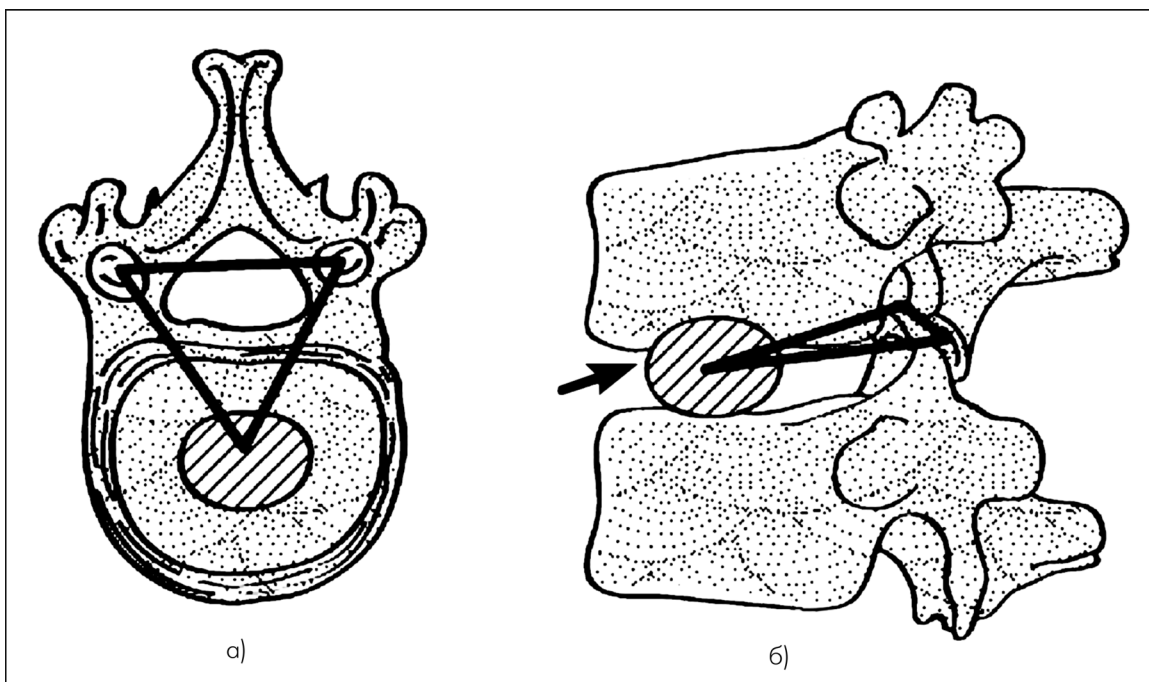
### 1.1. ПОЗВОНОЧНИК КАК ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

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 межпозвонковыми 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 межпозвонковых 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 межпозвонковых сочленениях сзади и телами (через посредство межпозвонкового 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*).



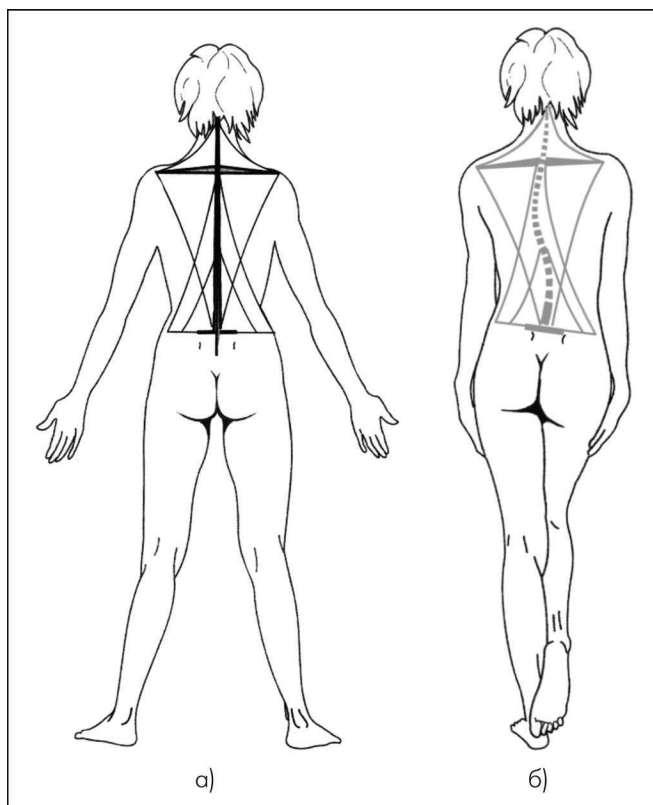
**Рис. 1.2.** Позвоночник: защита нервной оси

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.

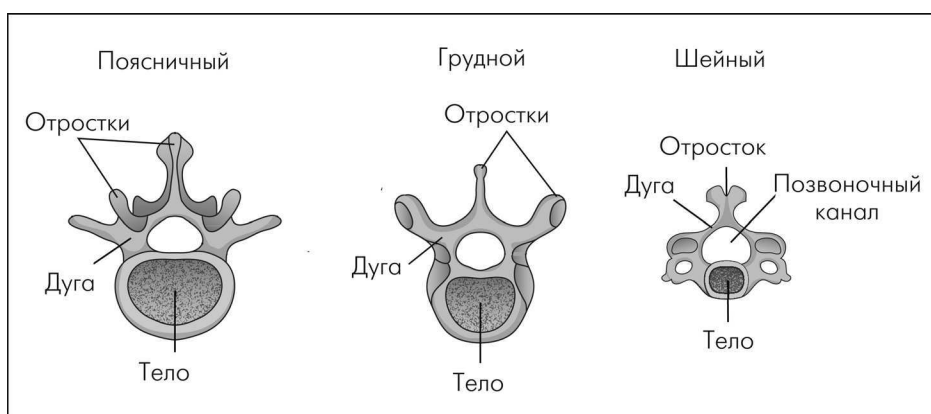
Изгибы позвоночника при различных движениях тела обычно изменяются следующим образом:

- 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.

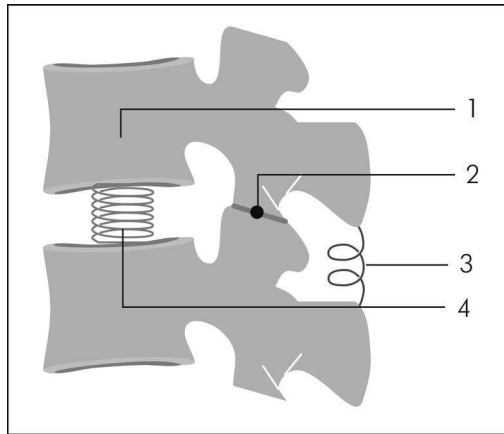
Роль дужек заключается в механической защите (с трех сторон) спинного мозга и в сочленении между собой отдельных позвонков с помощью суставов. Остистые и поперечные отростки являются местом прикрепления межпозвоноковых связок, а также выполняют роль рычагов для мышц позвоночника (обеспечивая увеличение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

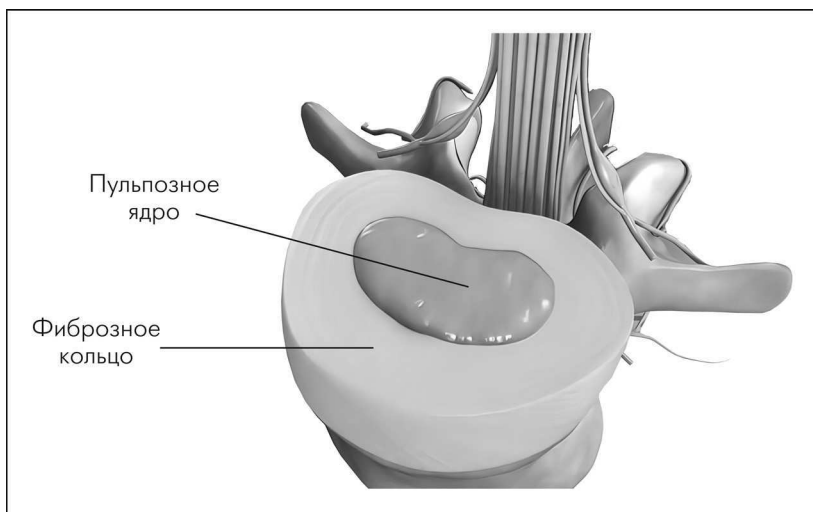
Вместе с длинными мышцами они составляют позвоночник. В пределах ПДС следует рассматривать его передние (тела смежных позвонков, межпозвоночные диски, передняя и задняя продольная связки, унковертебральные сочленения) и задние отделы (дуга с ее отростками, межпозвоночные суставы, мышцы, связки).

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).



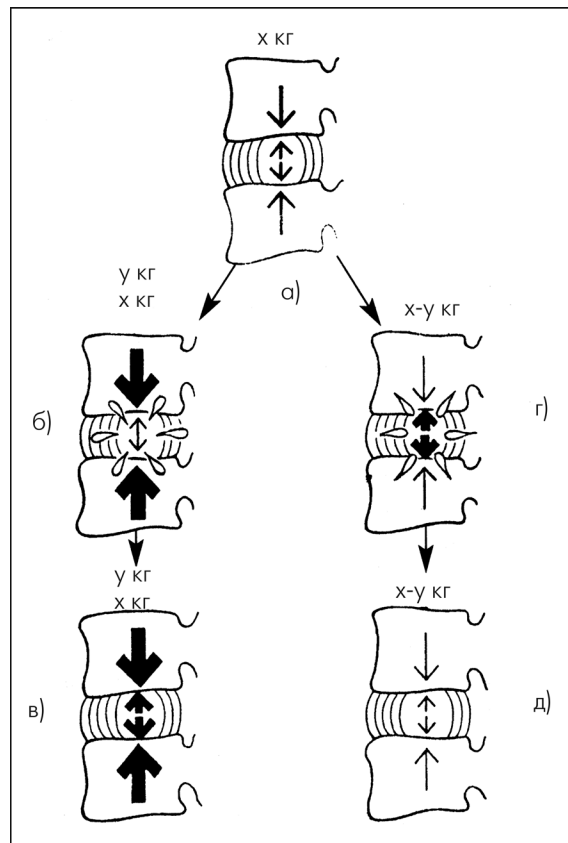
**Рис. 1.7.** Межпозвонковый диск. Топография пульпозного ядра

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).

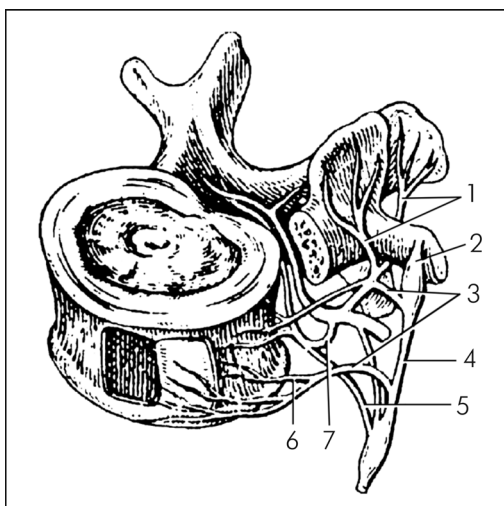
**Обмен веществ** в межпозвонковых дисках. Абсолютно все диски лишены собственных кровеносных сосудов, а обмен веществ в них осуществляется по диффузному механизму. Другими словами, они получают питание из кровеносных сосудов близлежащих тканей, расстояние до которых может достигать 7–8 мм. Во время 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)<sup>1</sup>.

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.

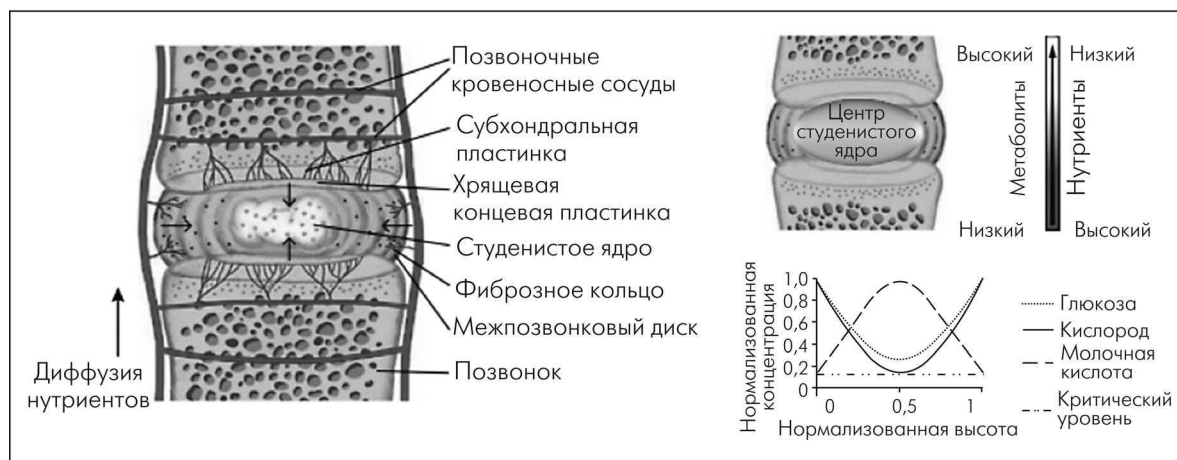
*Передняя продольная связка* образована волокнами и пучками разной длины, которые крепко прикреплены к телам позвонков и значительно более рыхло к соответствующим межпозвонковым дискам. Она проходит по передней и боковой поверхностям тел позвонков. Данная связка берет начало от затылочной кости и проходит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

<sup>1</sup> <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

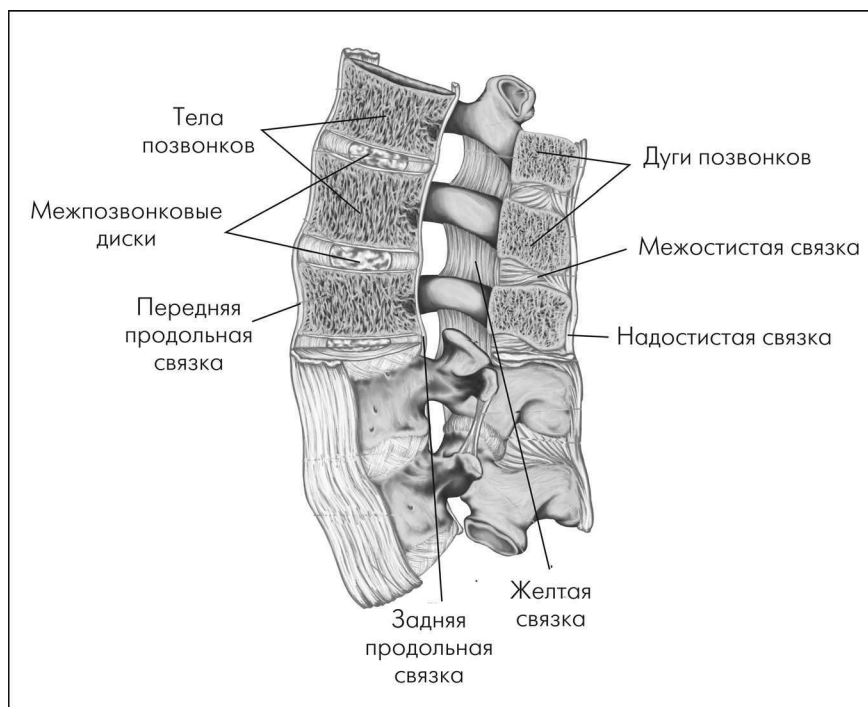


**Рис. 1.10.** Пути поступления питательных веществ (Ткачев А. М., Епифанов А. В., Акарачкова Е. С. и др.)

*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 межпозвоноковыми 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 мм<sup>2</sup>, а задней продольной связки — при приложении силы в 1,58 кг на 1 мм<sup>2</sup> 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:

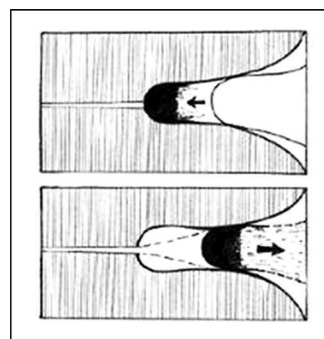
- 1) периферическую. Рыхлая, соединительная и жировая ткань, связанная с сумкой сустава;
- 2) среднюю. Синовиальная оболочка, обильно снабженная извитыми кровеносными капиллярами;
- 3) свободную. Тонкая, бессосудистая оболочка, состоящая из плотной соединительной ткани.

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.

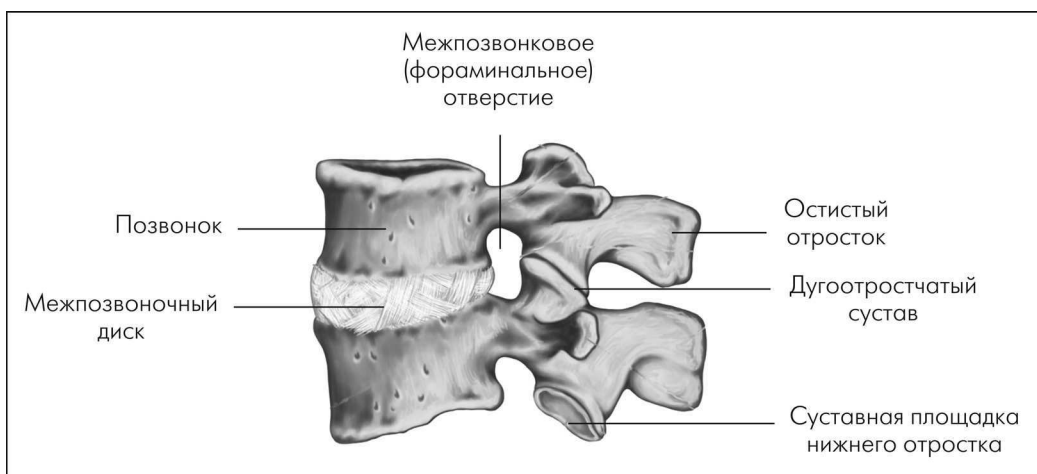
**Межпозвоночные (фораминальные) отверстия** расположены в боковых отделах позвоночного столба и образованы ножками, телами и суставными отростками двух соседних позвонков. Через фораминарные отверстия из позвоночного канала выходят нервные корешки и вены, а артерии входят в позвоночный канал для кровоснабжения 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.

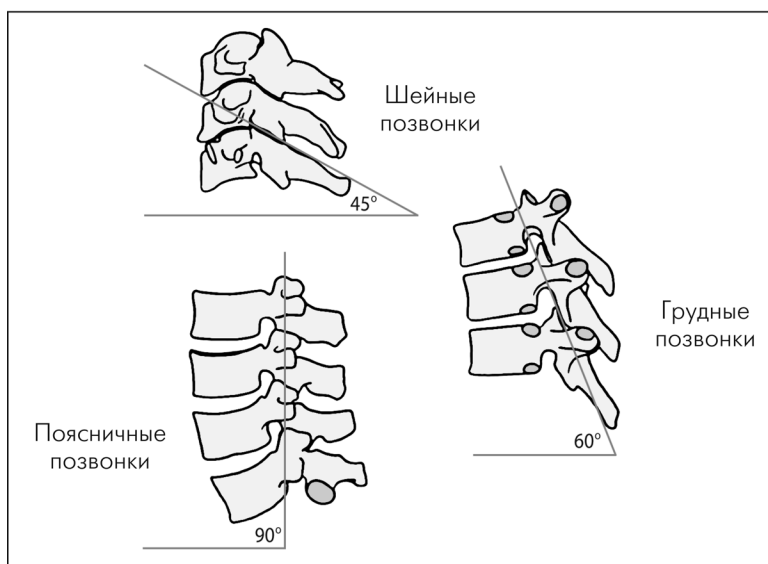
Фасеточные суставы расположены позади тел позвонков и образуют «суставные столбы», которые обеспечивают структурную стабильность позвоночного столба в целом (рис. 1.14). Благодаря своей геометрии и функции фасеточные суставы (вместе с межпозвоночными дисками) несут нагрузку, а также направляют и ограничивают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

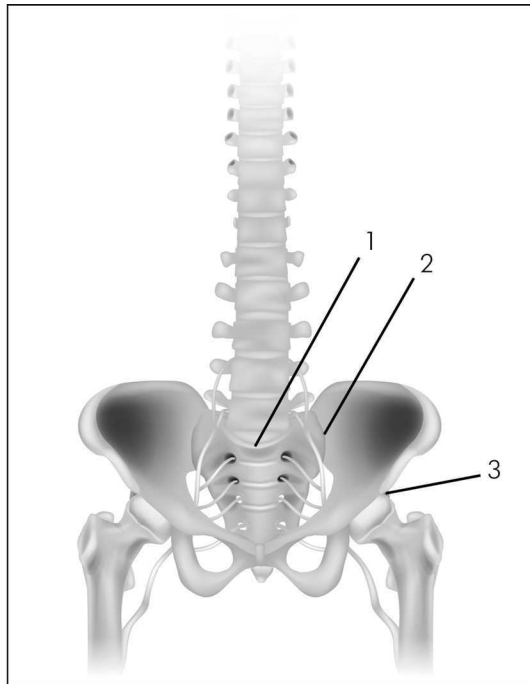
Фасеточный сустав образован суставной поверхностью верхнего суставного отростка нижележащего позвонка и суставной поверхностью нижнего суставного отростка вышележащего позвонка. В шейном и грудном отделах позвоночника суставная поверхность верхнего суставного отростка нижележащего позвонка плоская, в 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