

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

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 кровяной функции;
- участие в обмене веществ, особенно в минеральном.

Анатомически позвоночник состоит из 32, иногда из 33 отдельных позвонков, соединенных между собой межпозвоночными 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 межпозвоночных 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 межпозвоночных сочленениях сзади и телами (через посредство межпозвоночного диска) спереди (рис. 1.1).

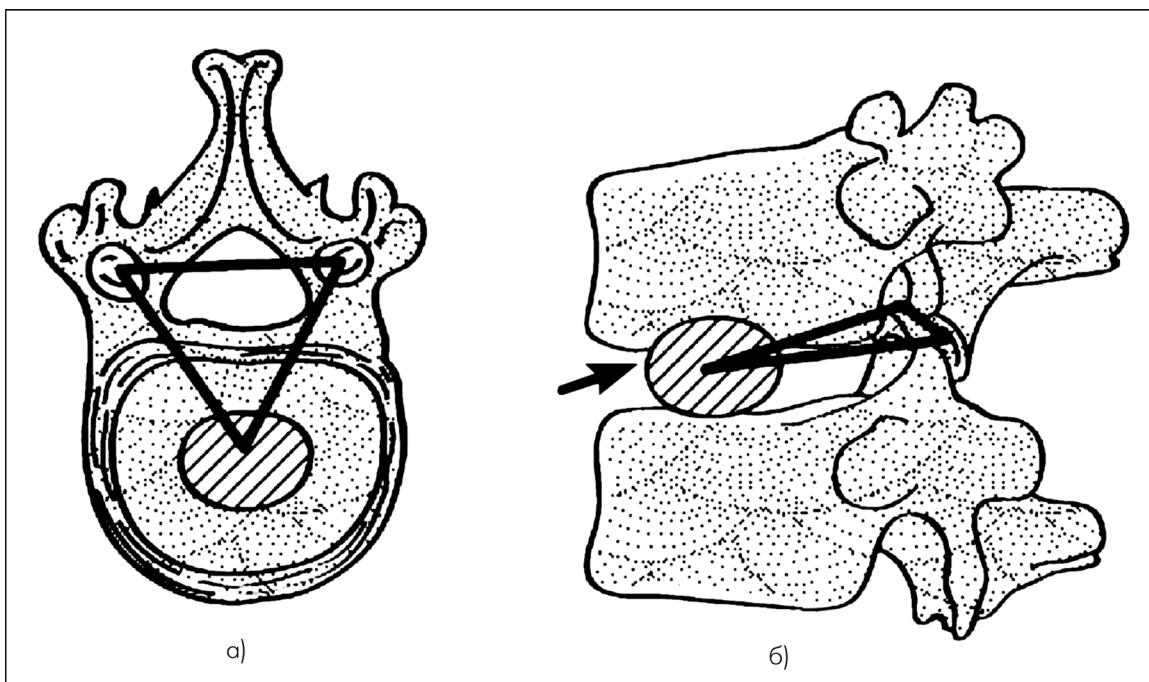


Рис. 1.1. Сочленения между телами позвонков (*articulation intersomatica* и *processus articulares*):

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).

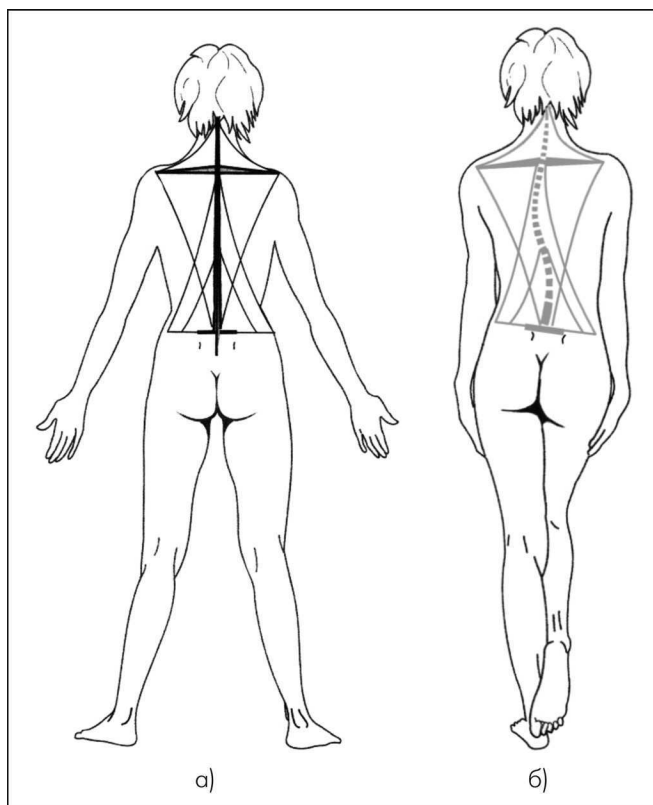


Рис. 1.3. Положение позвоночного столба (А. И. Капанджи):

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).

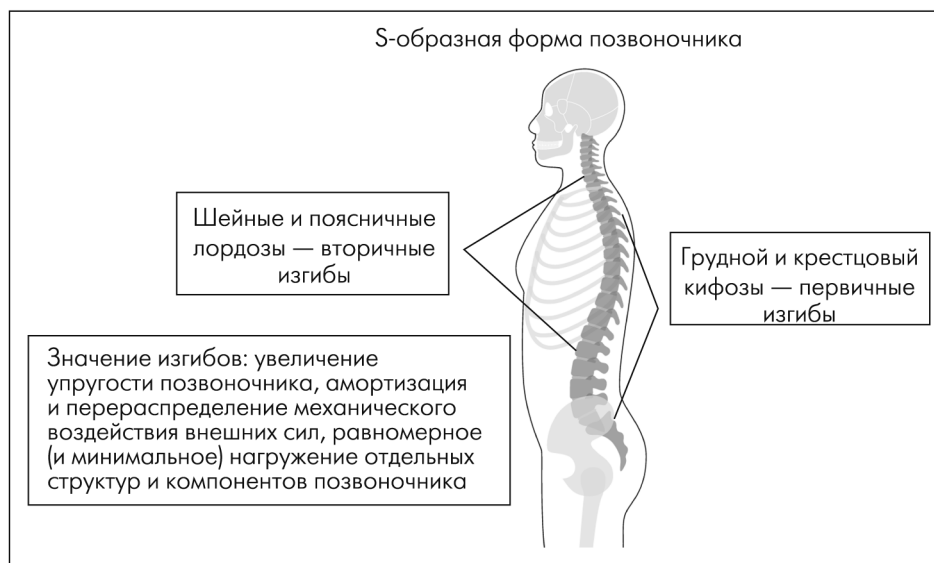


Рис. 1.4. Физиологические изгибы позвоночника

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).

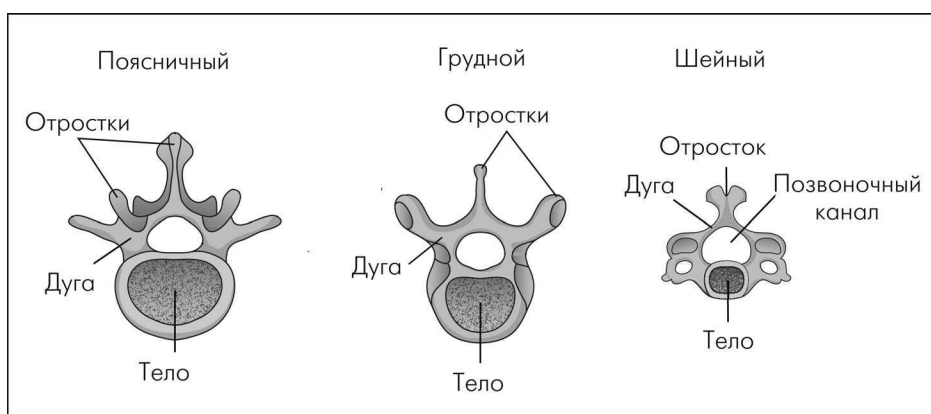


Рис. 1.5. Строение позвонков

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 *позвочника* 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.

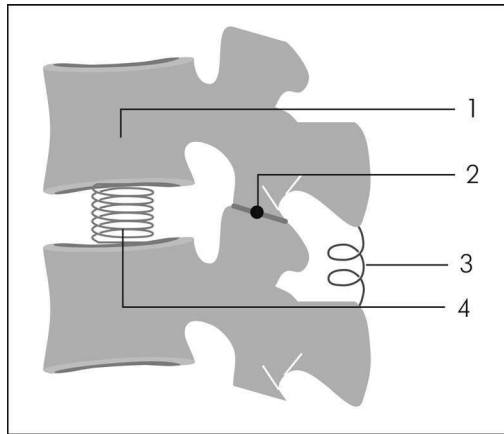


Рис. 1.6. Схема позвоночного двигательного сегмента:

- 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).

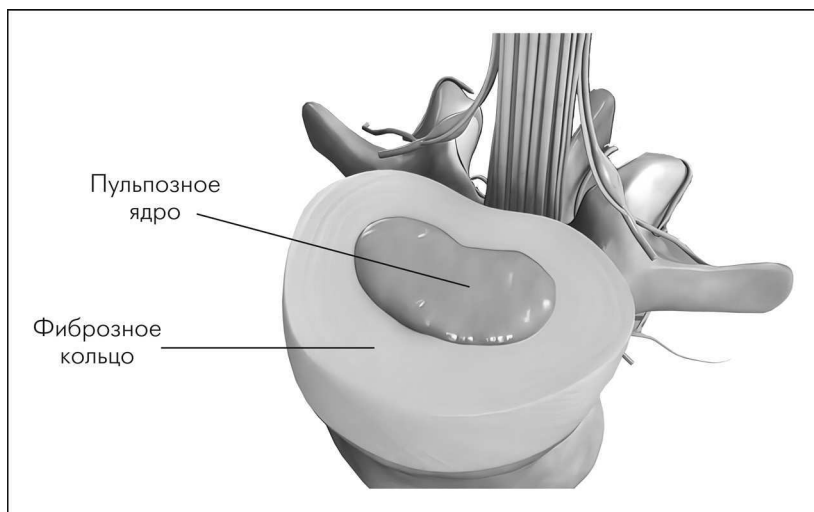


Рис. 1.7. Межпозвонковый диск. Топография пульпозного ядра

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.

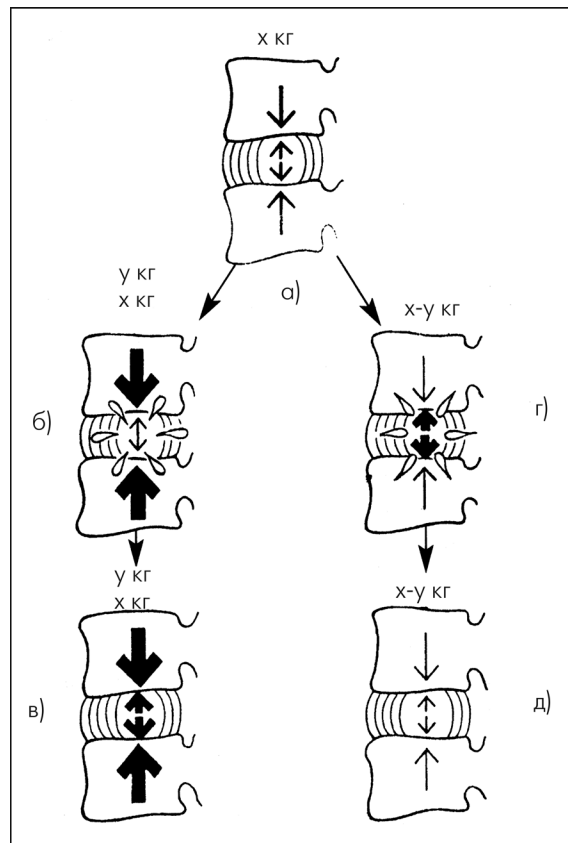


Рис. 1.8. Механизм гидратации пульпозного ядра:

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>.

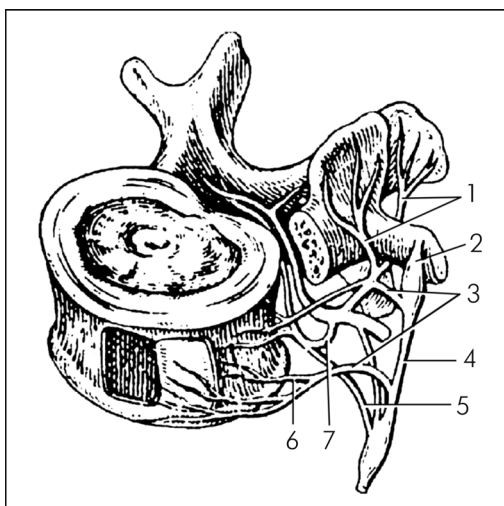


Рис. 1.9. Система нерва Люшка (по А. А. Отелину):

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

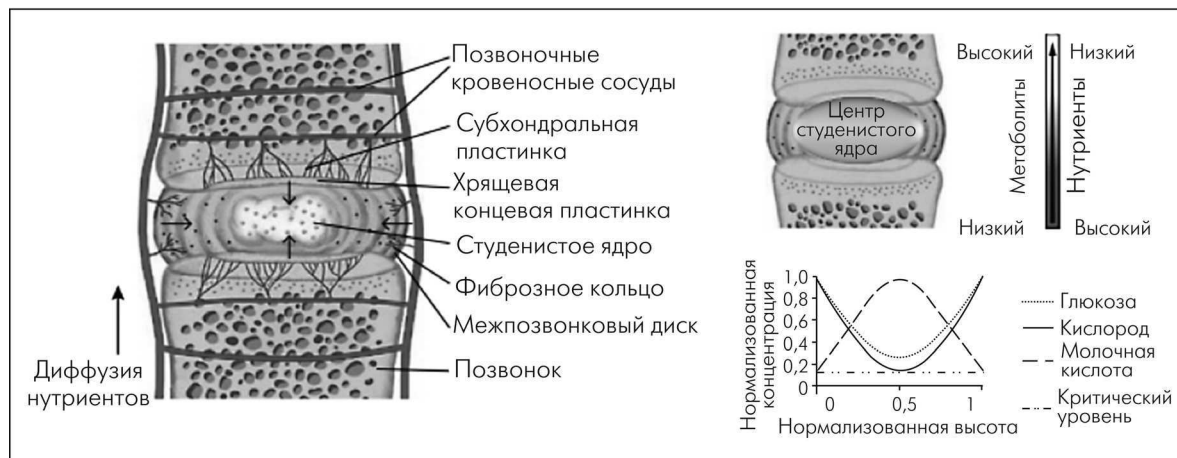


Рис. 1.10. Пути поступления питательных веществ (Ткачев А. М., Епифанов А. В., Акарачкова Е. С. и др.)

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.

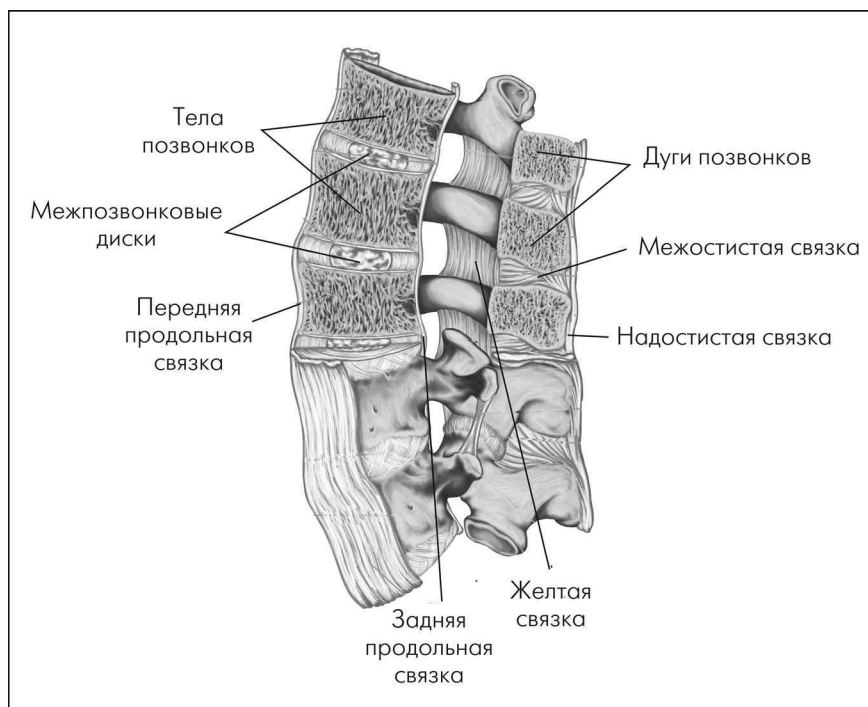


Рис. 1.11. Связки позвоночника

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.

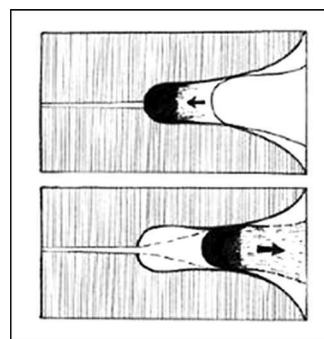


Рис. 1.12. Механизм функционального блокирования ПДС

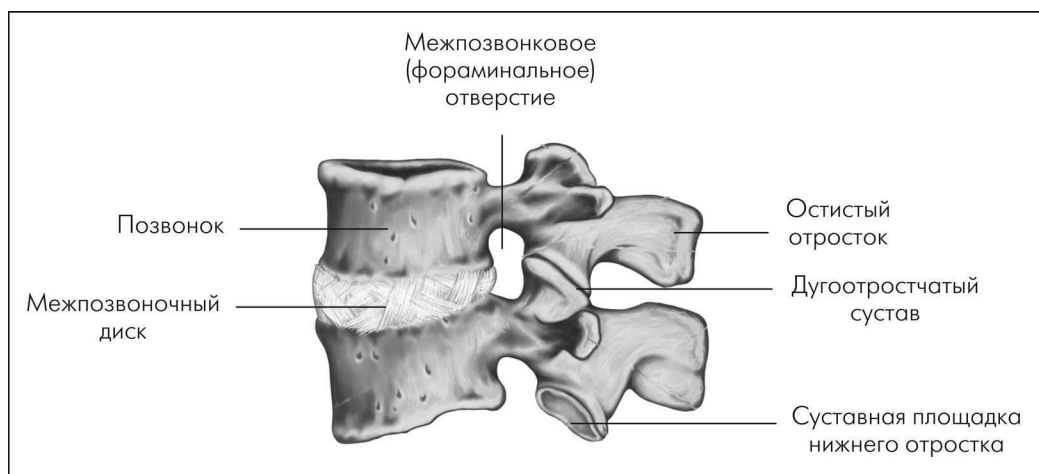


Рис. 1.13. Позвоночно-двигательный сегмент. Межпозвонковое отверстие (Данилов И. М.)

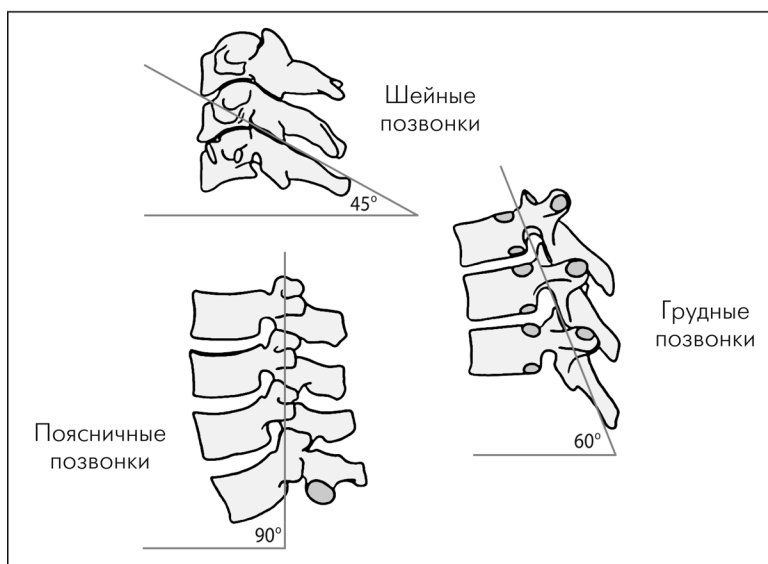


Рис. 1.14. Фасеточные суставы

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).

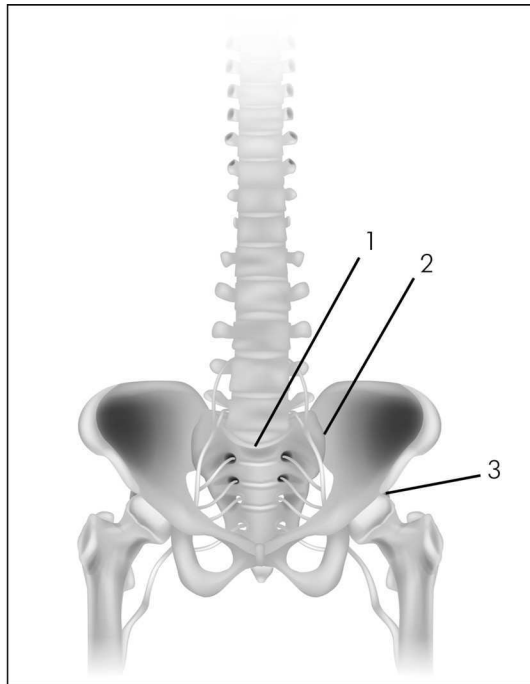


Рис. 1.15. Функциональная триада (по В. Д. Чаклину):

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 клинко-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).

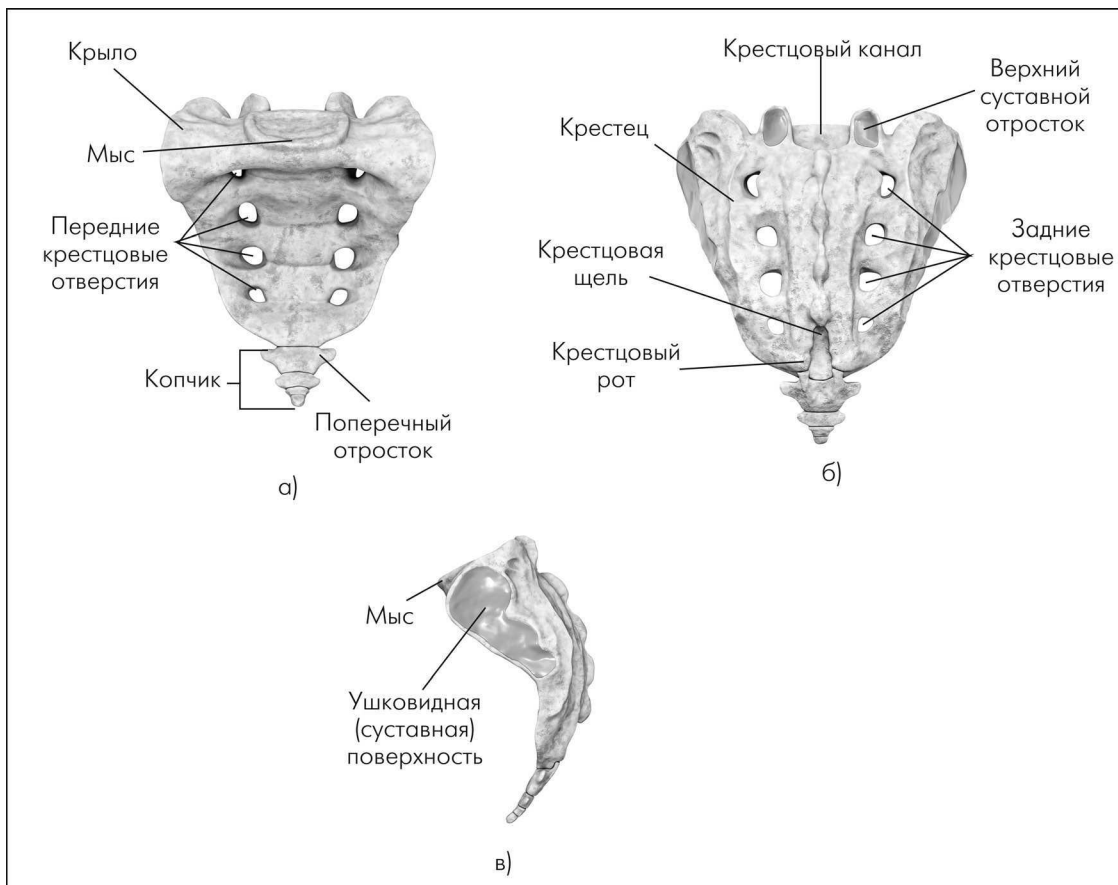


Рис. 1.16. Крестец:

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.

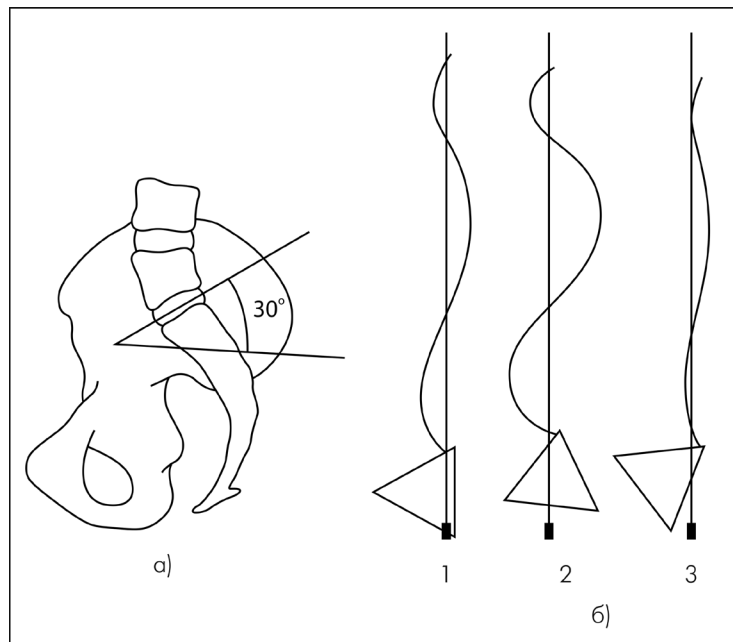


Рис. 1.17. Пояснично-крестцовый угол составляет приблизительно $26\text{--}57^\circ$ (а); влияние установки таза на величину физиологических искривлений позвоночника (б); нормальный лордоз (1); гиперлордоз (2) и слабо выраженный лордоз (3)

- **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).

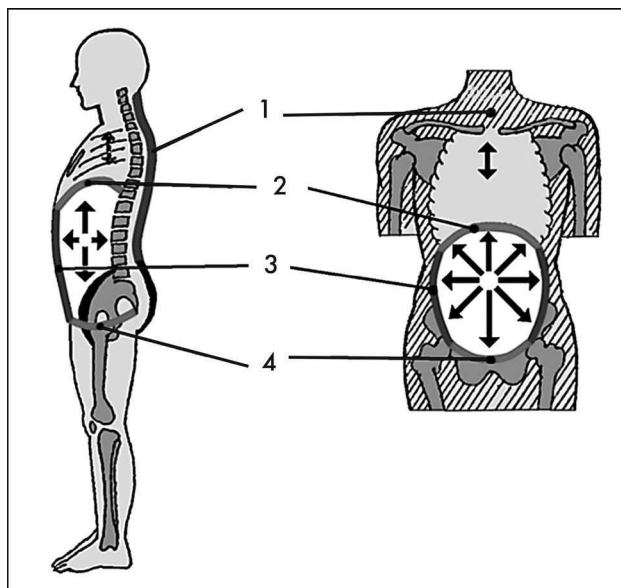


Рис. 1.18. Физиологическое «шинирование» поясничного отдела позвоночника под влиянием давления в полостях тела, которому содействует сзади стабилизирующий эффект мышц позвоночника и мышц туловища (по J. Armstrong):

- 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.

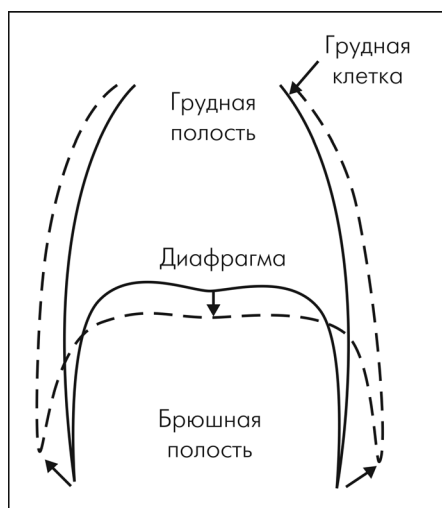


Рис. 1.19. Влияние сокращения диафрагмальной мышцы на объем грудной полости. Сокращение диафрагмальной мышцы при вдохе (пунктирная линия) вызывает опускание диафрагмы вниз, смещение органов брюшной полости вниз и вперед. В результате увеличивается объем грудной полости

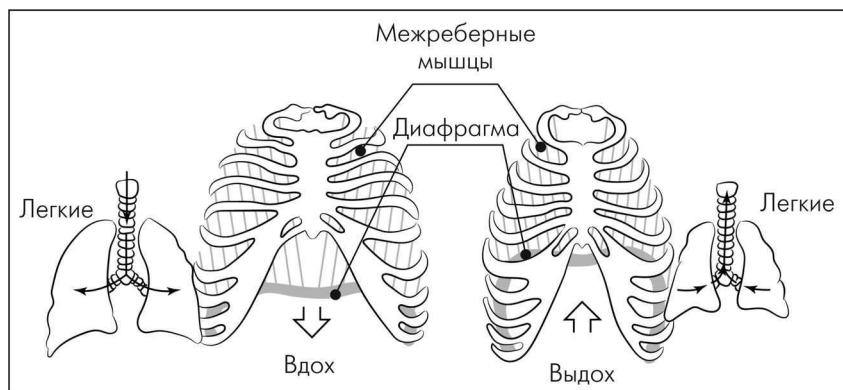


Рис. 1.20. Механизм дыхания

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 межпозвоночные 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).

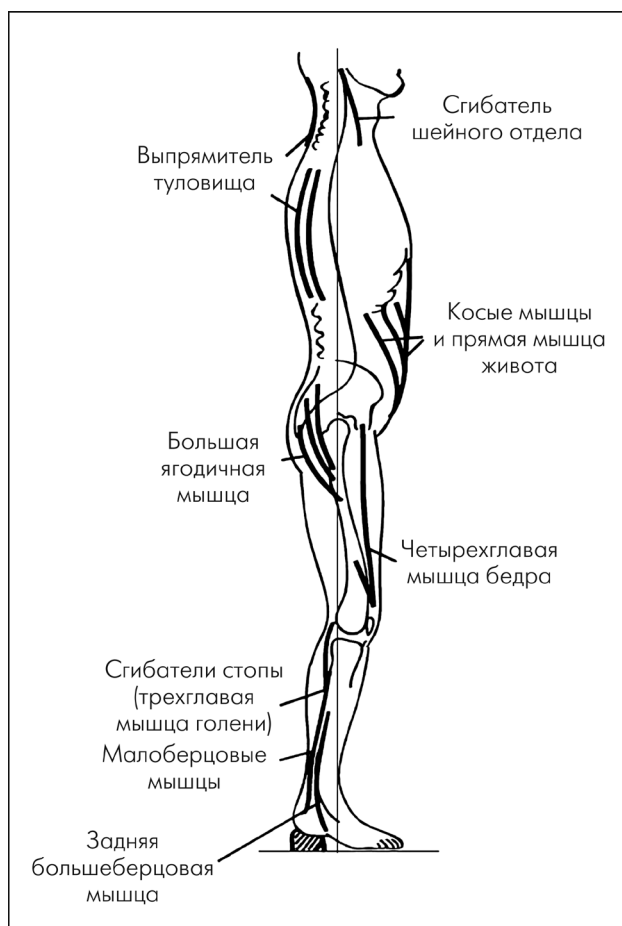


Рис. 1.21. Мышцы, обеспечивающие стабильное положение головы, туловища и нижних конечностей, от которых в значительной степени зависит осанка

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.

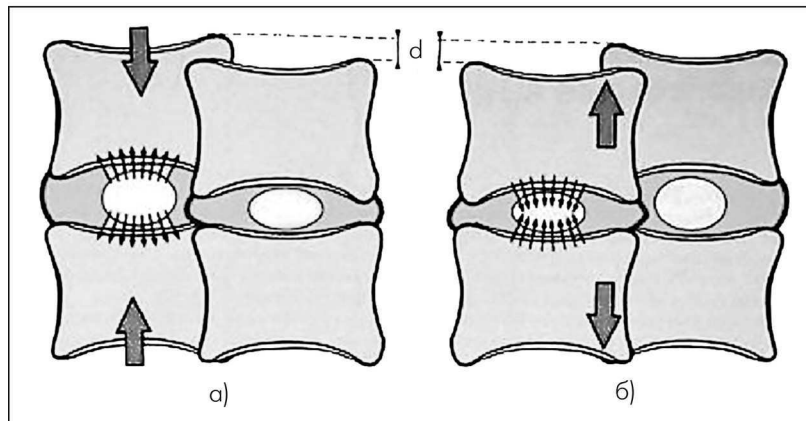


Рис. 1.22. Физиологическое движение межпозвоночного диска (схема):

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).

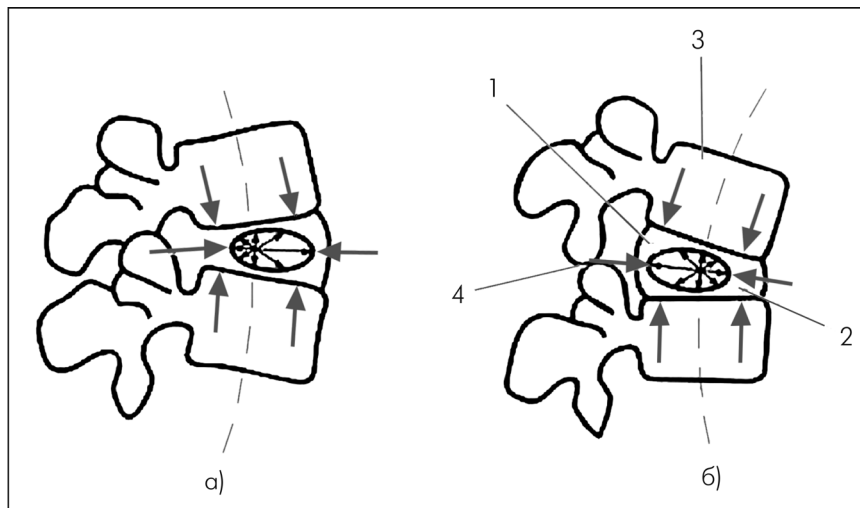


Рис. 1.23. Физиологическое перемещение пульпозного ядра при:

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).

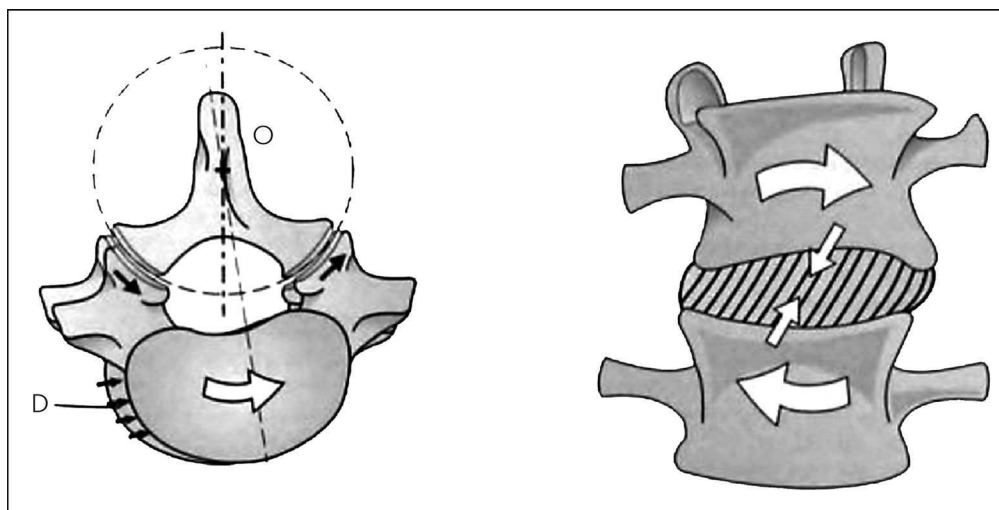


Рис. 1.24. Осевая ротация позвоночника (Капанджи А. И.)

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.*).

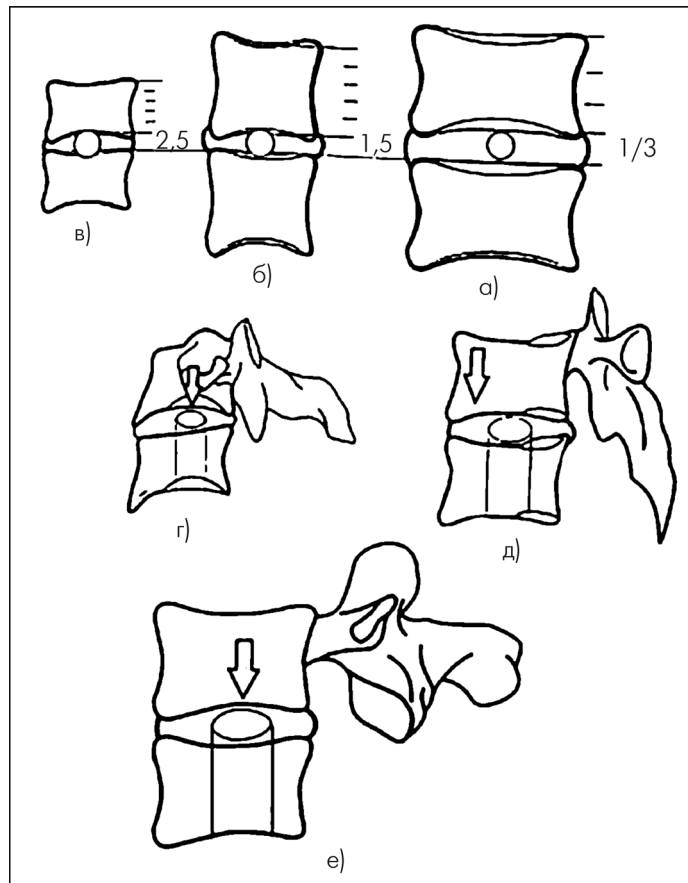


Рис. 1.25. Соотношение толщины диска к высоте тела позвонка

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.).

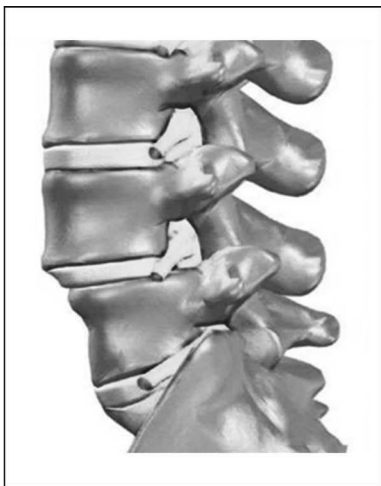


Рис. 1.26. Сегментарная нестабильность

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).

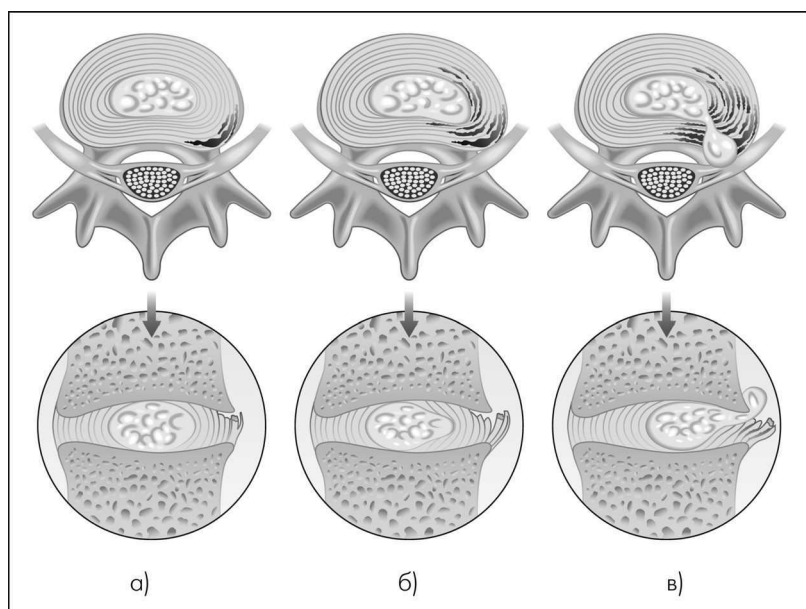


Рис. 2.1. Механизм формирования остеохондроза:

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).

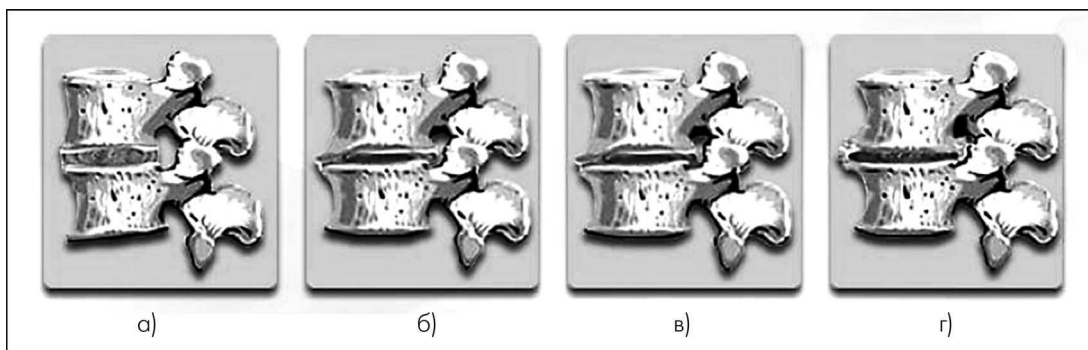


Рис. 2.2. Дистрофические процессы в пораженном ПДС:

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).

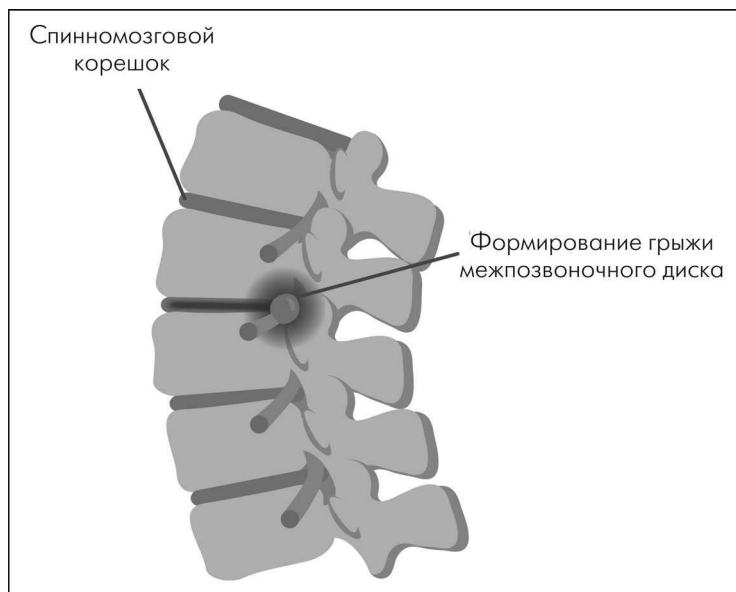


Рис. 2.3. Схема формирования грыжи межпозвоночного диска (по Дееву Р. В.)

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.).

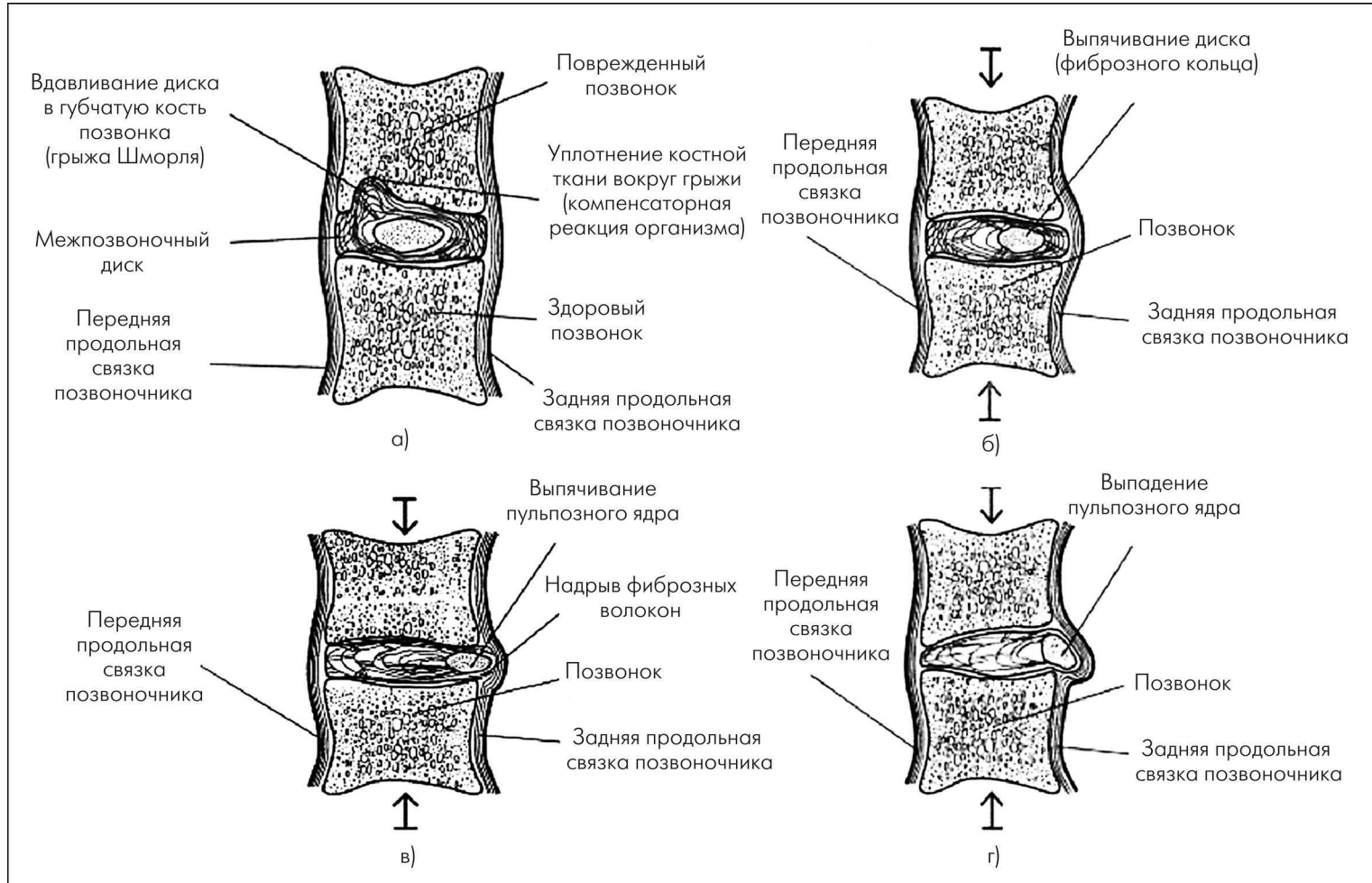


Рис. 2.4. Выпячивание пульпозного ядра (грыжеобразование):

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

Для практических целей важно определить отношение выпяченной массы к позвоночному каналу, к прилегающей задней продольной связке, оболочкам спинного мозга и к корешку (Баринов А. Н., Яхно Н. Н.). Это определяется не только величиной грыжи, но и ее месторасположением по поперечнику. По мере выпячивания и выпадения диска — на различных стадиях дегенеративного процесса — размер грыжи увеличивается, все более и более угрожая указанным структурам. Отсюда стремление специалистов определить стадии грыжевого процесса с учетом величины грыжи и степени вовлечения связок, оболочек и корешков. Наиболее четко классифицируют стадию выпячивания (протрузия) при сохранном фиброзном кольце и стадию выпадения (пролапса, собственно грыжи), когда пульпозное ядро выпадает через дефект указанного кольца. В литературе наиболее принята классификация стадий по *Armstrong I. R.*:

I стадия. Начальные дегенеративные изменения в пульпозном ядре и задней части фиброзного кольца, которое набухает, выпячивается по направлению к позвоночному каналу, раздражая рецепторы задней продольной связки и твердой мозговой оболочки. Возникают боли в спине.

II стадия. Смещенное пульпозное ядро располагается в выпятившейся части фиброзного кольца, через дефект которого она выпадает, — грыжа диска. Для этой стадии характерно появление корешковых симптомов и, нередко, грубых анталгических компонентов вертебрального синдрома.

III стадия. Дегенерация пролабированного диска, возможная как подсвязочно, так и в эпидуральном пространстве за пределами перфорированной задней продольной связки. Начинается рассасывание или обызвествление частей диска, его фиброз. В области разрыва задней продольной связки могут образоваться костные разрастания (остеофиты). Выпадение секвестров часто вызывает рубцово-спаечный асептический эпидурит. Непосредственное давление на корешок уменьшается, и течение болезни приобретает хронический характер.

В нормальных условиях действие массы тела и дополнительных сил компенсации направлены на пульпозное ядро, которое по законам гидродинамики равномерно распределяет их по всей поверхности тела позвонка и фиброзного кольца. С распадом ядра эта функция утрачивается, в результате чего неравномерное распределение нагрузки ведет к изменению костной структуры позвонков. Дугоотростчатые (фасеточные) суставы подвергаются воздействию чрезмерно большого давления, что приводит к возникновению остеоартроза. Когда часть массы пульпозного ядра теряется, а оставшаяся его часть сморщивается в результате дегидратации и фиброзного перерождения, происходит сужение щели между телами позвонков. Сужение этой щели, в свою очередь, нарушает структуру и функцию фасеточных суставов, которые через некоторое время также поражаются дегенеративным процессом (явление остеоартроза фасеточных суставов обозначается как спондилоартроз). Эти дегенеративные изменения отрицательно сказываются на системе связочного аппарата позвоночника: чрезмерное растяжение связок приводит к их утолщению и гипертрофии (Баринов А. Н., *Weinstein J. N. et al.*). Чаще всего поражаются 5-й и 4-й межпозвоночные диски поясничного отдела. Одновременное поражение обоих дисков встречается в 10–20 % случаев. Тем не менее поражение даже одного межпозвоночного диска приводит к комплексу рефлекторных изменений в позвоночном двигательном сегменте, связанному с поражением связок фасеточных суставов и вторичному вовлечению паравертебральных мышц.

Однако бессимптомные грыжи межпозвоночных дисков выявляются во много раз чаще тех грыж, которые вызывают неспецифическую боль в спине, и в десятки раз чаще тех грыж, которые вызывают диско-радикулярный конфликт (радикулопатию), проявляющийся болями в спине и конечности. И размер грыжи здесь также не имеет значения (Баринов А. Н.). Главными

определяющими факторами, обуславливающими наличие и характер болевого синдрома, является **направление**, в котором пролабирует грыжа, и выраженность аутоиммунной воспалительной реакции организма в ответ на пролабирование пульпозного ядра через дефект фиброзного кольца. Если грыжа направлена в губчатое вещество тела позвонка (грыжа Шморля) или в центр позвоночного канала (медиальная грыжа), то радикулопатия не разовьется. Боли в спине у таких пациентов будут, скорее всего, связаны со снижением высоты межпозвоночного диска, снижению его амортизирующей функции и перераспределением нагрузки на фасеточные суставы пораженного позвоночного двигательного сегмента, что приводит к прогрессированию остеоартроза из-за функциональной перегрузки и деформации сустава с рефлекторными мышечно-тоническими синдромами. Таким образом, пациенты, имеющие медиальные грыжи межпозвоночных дисков или грыжи Шморля, чаще всего бессимптомны либо страдают неспецифической болью в спине, обусловленной фасеточным синдромом. Только латеральные грыжи, механически повреждающие корешки нервов или вызывающие вторичные токсические и дизиммунные процессы, по-настоящему опасны в отношении развития радикулопатии (Баринов А. Н., Яхно Н. Н., Епифанов В. А. и др., *Laslett M. et al.*).

По мере прогрессирования дистрофии в тканях ПДС и в связи с нагрузками, падающими на измененный ПДС, в процесс все интенсивнее вовлекаются задние его отделы, что способствует развитию подвывихов межпозвоночных суставов, артрозов в них и унковертебральных сочленениях. В итоге усиливается дезорганизация биомеханики соседних ПДС, а опорноспособность позвоночника теряет свою последовательность и ритмичность. Сам пораженный ПДС приобретает нефизиологическую, нередко фиксированную установку, чаще всего кифотическую. Это влечет за собой гиперлордозирование и гипермобильность вышерасположенного ПДС, которые в начале выступают как компенсаторные, но в последующем могут способствовать выявлению и усилению дистрофического процесса с последовательным распространением его на все большее число ПДС (Коган О. Г. и др., Баринов А. Н., Яхно Н. Н.).

Саногенетические механизмы при ОП в ПДС проявляются костными реактивными перестройками и краевыми разрастаниями, направленными на компенсацию недостаточности опорной функции сегмента, развитием изменений в межпозвоночных суставах при их подвывихе для стабилизации суставных отростков (краевые разрастания, неоартроз между суставным отростком и вырезкой дуги и др.), а также рефлекторными мышечными напряжениями, способствующими фиксации пораженного ПДС (рис. 2.5).

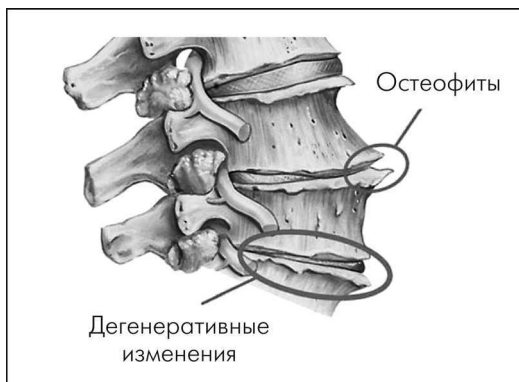


Рис. 2.5. Костные реактивные перестройки (краевые разрастания)

Нарушения биомеханических соотношений в кинематической цепи позвоночника в комплексе с другими патогенетическими механизмами способствуют развитию миодискоординаторного процесса в мышцах ПДС, позвоночника и конечностей (*Janda V., Jonsson B.*). При этом развиваются сложные синергические реципрокные и другие рефлекторные процессы с нарушением статокинетики позвоночника. Прежде всего изменяется его конфигурация в связи с изменениями тонуса мышц позвоночника, стремящихся компенсировать недостаточность функции ПДС — сглаживается лордоз или развивается

кифотическая установка в отделе, а в ряде случаев в связи с переносом опоры на ногу непораженной стороны возникает сколиотическая установка. В формировании этих изменений принимают участие и многосуставные мышцы спины, и мелкие межсегментарные мышцы. На определенном этапе эти компенсаторные механизмы оказываются достаточными. Однако при длительности тонического напряжения мышц в них развиваются дистрофические изменения (Коган О. Г. и др., Попелянский Я. Ю., *Hoffmann T. C. et al.*). Кроме того, в связи с формированием патологического рефлекторного кольца мышечное напряжение из саногенетического механизма превращается в свою противоположность — патологическую контрактуру. В итоге изменяются нагрузки не только на мышцы позвоночника, но и на функционирующие в новых условиях мышцы конечностей, что приводит к миоадаптивным позным и викарным миодистоническим и миодистрофическим изменениям в них (Попелянский Я. Ю., Веселовский В. П., Иваничев Г. А., *Janda V., Jonsson B.*).

Известно также участие психогенных механизмов в поддержании патологического напряжения скелетной мускулатуры, что при наличии дистрофического процесса в ПДС способствует его усилению и реализации в виде ряда клинических эффектов (Попелянский Я. Ю.).

2.2. ПАТО- И САНОГЕНЕЗ ВЕРТЕБРОГЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Патогенез и саногенез при ОП, как, впрочем, и при любом хроническом заболевании, — две стороны одного и того же процесса, которые взаимно переплетаются. От результата действия патогенетических и саногенетических реакций будут зависеть клинические проявления заболевания и его течения.

Под *саногенезом* следует понимать ... «динамический комплекс защитно-приспособительных процессов, возникающих при воздействии на организм чрезвычайного раздражителя, развивающихся на всем протяжении болезни (от состояния предболезни до выздоровления) и направленных на восстановление нарушенной саморегуляции организма» (Фролов В. А.).

В зависимости от времени действия различают три типа саногенетических реакций:

- защитные, которые участвуют в купировании патогенетических воздействий на стадии предболезни;
- компенсаторные, действующие в основном в разгар обострения и в начальный период стадии ремиссии;
- восстановительно-репаративные, возникающие в период обострения, но проявляющие максимум своего действия в период ремиссии.

Локальные перегрузки позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) у лиц с неоптимальным двигательным стереотипом возникают в результате как экзогенных, так и эндогенных факторов. К экзогенным факторам относят перегрузки в быту и на производстве, а к эндогенным — врожденные особенности строения опорно-двигательного аппарата, особенности функционирования мышечного аппарата, сопутствующие или перенесенные заболевания, приводящие к нарушениям функционирования биокинематической цепи «позвоночник-конечности» и т. п.

Возникновение дистрофических изменений является лишь *первой фазой развития заболевания* — фазой формирования клинических проявлений ОП. Локальные перегрузки определенного ПДС вызывают в организме защитную биомеханическую и микроциркуляторную реакции.

Основная цель биомеханической реакции — купировать действие перегрузок (Коган О. Г. и др., Веселовский В. П.). Этого можно достичь путем укрепления структур ПДС, испытывающего перегрузки (например, путем укрепления мускулатуры, принимающей участие в функционировании соответствующих межпозвоночных дисков).

Саногенетические реакции опорно-двигательного аппарата при этом не исчерпываются одними лишь изменениями со стороны мышц, а возникают также в связках, суставах, позвонках. Это в основном приспособительно-репаративные реакции со стороны позвоночника, которые развиваются в ответ на изменения конфигурации позвоночника. Основная задача их — разгрузить соответствующие ПДС.

Если возникшие саногенетические реакции достигают своей цели, то есть купируют перегрузки ПДС и стимулируют репаративные процессы, то у пациента не наблюдается перехода первой фазы заболевания во вторую (фазу формирования клинических проявлений). После возникновения дистрофических изменений в межпозвоночных дисках может наступить *вторая фаза* — фаза формирования клинических проявлений ОП.

Различают следующие основные симптомокомплексы при ОП: вертебральный, мышечный, нейрососудистый, невралгический. Мышечные, нейрососудистые и невралгические симптомокомплексы всегда формируются на фоне вертебрального синдрома, но они проявляются вне позвоночника, поэтому их еще называют экстравертебральными (Веселовский В. П. и др.) (рис. 2.6).

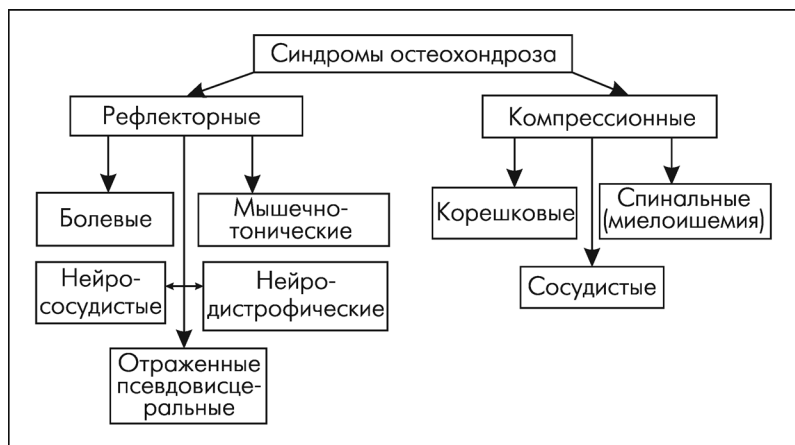


Рис. 2.6. Основные симптомокомплексы при остеохондрозе позвоночника

В основе патогенеза неврологических синдромов лежат два патофизиологических механизма: рефлекторный и компрессионный (Попелянский Я.Ю., Осна А.И.).

Основной механизм *рефлекторных синдромов* — ирритация рецепторов синувентрального нерва с распространением раздражения по вертебро-вертебральным, -моторным, склеротомным, вазальным, висцеральным вегетативным и соматическим рефлекторным путям с развитием в тканях позвоночника и околопозвоночных, а также конечностей и квадрантов тела различных нейропатологических синдромов: локального альгического, миодистонического, ангиодистонического, миодистонического, склеротомно-дистрофического и др. (Попелянский Я. Ю., Коган О. Г. и др.) (рис. 2.7).

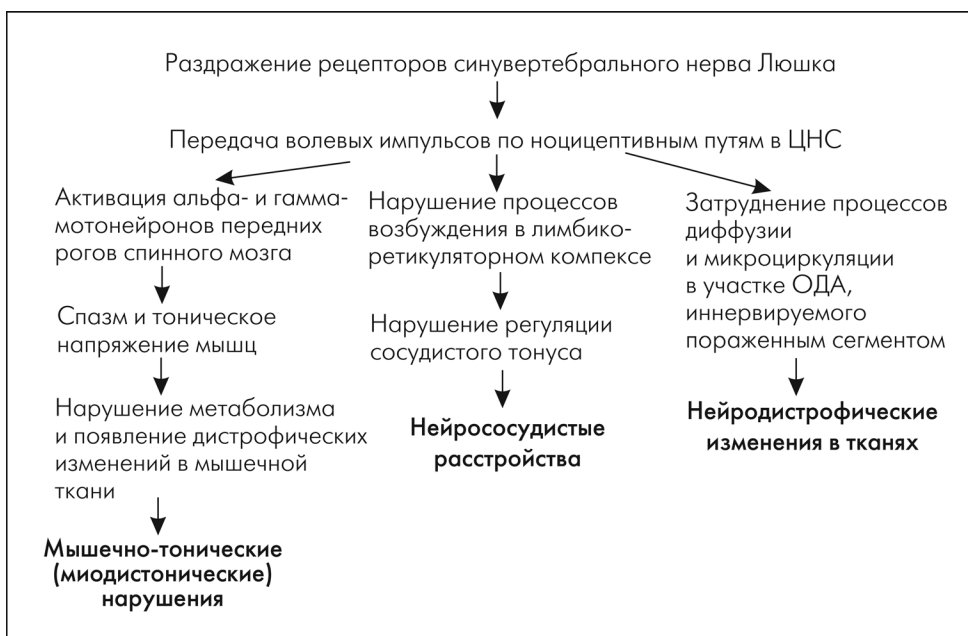


Рис. 2.7. Схема патогенеза рефлекторных синдромов

В основе *компрессионных синдромов* лежат патофизиологические механизмы, обусловленные механическим сдавливанием, натяжением, дислокацией, ангуляцией корешка и его мелких сосудов, спинного мозга и его оболочек, что проявляется проекционными феноменами в связи с раздражением чувствительных волокон корешка или признаками нарушения проводимости корешка, конского хвоста, проводниковых и сегментарных структур спинного мозга (Armstrong J., Kuhlendahl H.).

Дисковая грыжа обычно сдавливает один, в редких случаях два спинномозговых корешка одновременно. Выпадение диска L4-L5 компремирует корешок L5 и в меньшей степени — корешок S1. Расположенные по средней линии пояснично-крестцовые грыжи могут, помимо корешка S1, сдавливать также и корешки S2-S3. Корешок может изменять свое положение на выпуклой поверхности грыжевого выпячивания и таким образом освобождаться от давления и натяжения. Под влиянием сил растяжения корешок может в какой-то степени увеличить свою длину. В течение длительного времени натянутый над выбухающей грыжей пульпозного ядра корешок «слипается с ней», а в дальнейшем срывается; на более поздних этапах он может оказаться «замурованным» оссифицирующей фиброзной тканью (Отелин А. А., Динабург А. Д., Шульман Х. М. и др.).

Болезненные явления со стороны спинномозговых корешков в результате компрессии и растяжения, оказываемого грыжей, проходят три стадии:

I стадия (синдром раздражения — парестезии и боли);

II стадия (синдром компрессии — признаки недостаточности на территории подвергнувшегося компрессии спинномозгового корешка, анестезия, изменение рефлексов и т. д.);

III стадия (синдром перерыва или корешкового паралича; последняя фаза корешкового поражения — паралич мышечной территории, лежащей на периферии пораженного корешка (рис. 2.8а-в).

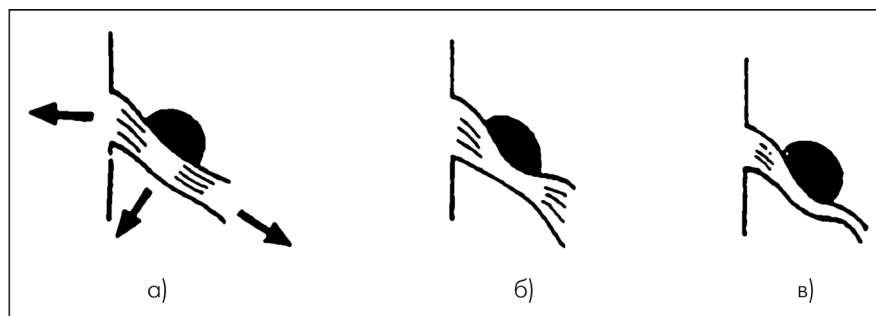


Рис. 2.8. Воздействие дисковой грыжи на спинномозговой корешок в состоянии раздражения (а), в состоянии компрессии (б) и в состоянии анатомического перерыва (в)

Компрессионно-рефлекторные синдромы имеют более сложный патогенез, так как возникают в результате непосредственного воздействия костно-хрящевых структур дистрофически измененного ПДС на позвоночную артерию, корешково-спинальные или спинальные сосуды с их периваскулярными вегетативными сплетениями (рис. 2.9), что способствует включению наряду с компрессионными и рефлекторных механизмов (*Barre I. A., Lieou J., Bartschi-Rochaix W., Lommel F.*).

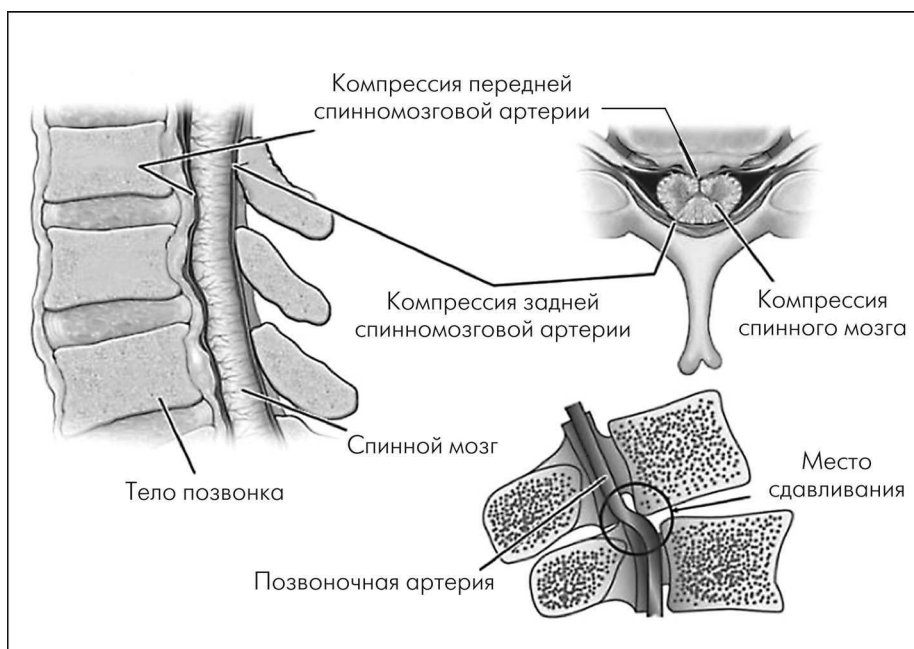


Рис. 2.9. Компрессия артерий позвоночника

Механизм развития *рефлекторно-компрессионных синдромов* двухэтапный. Вначале развиваются рефлекторные дистонические, ирритативные, а затем и дистрофические изменения в мышечных и сухожильно-связочных тканях плечевого или тазового пояса, верхних или нижних конечностей (соответственно при шейном и поясничном ОП). В тех случаях, когда эти изменения

развиваются в тканях, ограничивающих те или иные каналы или пространства, через которые проходят нервные и/или сосудистые образования, возникают условия для их ирритации и компрессии с развитием соответствующих патогенетических и клинических феноменов — ангиопатии и/или нейропатии (Попелянский Я. Ю., Веселовский В. П., Polsunas P. J. et al., Nacey N. C. et al.).

Рефлекторные отраженные синдромы развиваются у лиц, имеющих, наряду с вертебральным процессом, очаги дополнительной экстеро-, интеро- и проприоцептивной импульсации при наличии сосуществующей патологии (латентной или значимой) других органов и систем (Коган О. Г. и др., *Jenkins H. J., Hoffmann T. C. et al.*). В этом случае ирритация рецепторов синувентрального нерва во взаимодействии с ирритацией рецепторов в дополнительном очаге патологии приводит к включению сложных межсистемных рефлекторных связей с развитием (механизм реперкуссии) в тканях верхнего и нижнего квадранта тела патогенетических синдромов нейрогенной дисфункции или нейрогенной дистрофии (Веселовский В. П., Попелянский Я. Ю. Парфенов В. А. и др.).

Раздражение рецепторов синувентрального нерва в зоне пораженного диска приводит к появлению афферентной импульсации в ноцицептивных структурах, которая воспринимается пациентом в виде боли. Боль для пациента с неврологическими проявлениями ОП — это сигнал опасности, информирующий о наступлении «поломки» в биокинематической цепи «позвоночник — конечности». Организм в этих новых условиях не может пользоваться прежним двигательным стереотипом, так как в прежнем двигательном стереотипе пораженный ПДС активно принимал участие в осуществлении движения (Веселовский В. П.). Обездвиженность дистрофически измененного межпозвонкового диска и перераспределение нагрузок на сохраненные ПДС возникают не сразу, а постепенно. Вначале наблюдаются изменения миостатики, а затем — миодинамики. Изменения миостатики вызывают изменения миодинамики, то есть меняется двигательный стереотип.

В двигательном стереотипе различают миофиксационный компонент, который возникает в ОДА с целью ускорения формирования нового адаптированного двигательного стереотипа, а также стабилизации пораженного ПДС. Миофиксация бывает:

- полной, когда наблюдается ограничение или отсутствие движений во всех плоскостях;
- неполной, когда указанные изменения выявляются не во всех плоскостях, в которых возможно функционирование данного сустава.

Также различают миофиксацию по степени ограничения движений:

1-я степень (слабовыраженная) — движения ограничены на 25 %;

2-я степень (выраженная) — движения ограничены от 25 до 50 %;

3-я степень (резко выраженная) — движения ограничены более чем на 50 %.

2.3. ФИЗИОЛОГИЯ БОЛИ

Наиболее частыми (около 90 %) причинами боли в спине являются дисфункция мышечного и суставно-связочного аппарата позвоночника. В современной литературе это состояние обозначается термином «неспецифическая боль в спине» ввиду того, что вне зависимости от первопричины, вызвавшей боль в спине, патогенетические механизмы развития этого заболевания одинаковы. Термин «неспецифическая боль в спине» в международной классификации болезней 10 пересмотра (МКБ-10) соответствует базовым диагнозам раздела «Дорсалгии» М54.2 (цервикалгия),

M54.5 (люмбалгия), M54.6 (торакалгия) и M54.8 (другая дорсалгия), а также частично M54.4 (люмбалгия с ишиасом). Диагнозы M54.1 (радикулопатия) и M54.3 (ишиас) к неспецифической боли в спине отнести не представляется возможным, так как эти состояния в подавляющем большинстве случаев имеют свою специфическую причину (например, грыжу межпозвоночного диска, вызывающую диско-радикулярный конфликт в разделе M54.1 или тоннельную невралгию седалищного нерва, обусловленную спазмом грушевидной мышцы, в разделе M54). В современных руководствах понятие «неспецифическая боль в спине» вытесняет используемый в настоящее время диагноз «дорсопатия» (Баринов А. Н.).

Боли в различных отделах позвоночника на протяжении жизни периодически возникают у всех людей. Ежегодно хотя бы один эпизод боли в спине испытывают 16,8 % населения, из них у 75 % наблюдается спонтанное исчезновение болей в срок до 4 недель, у 90 % боли проходят за 6 недель. У каждого десятого пациента заболевание становится хроническим: боль в спине находится на втором месте среди причин нетрудоспособности, уступая «пальму первенства» лишь суставным болям. Причем в отличие от ревматической патологии инвалидами пациентов с болями в спине делает именно боль, а не нарушение функции. Снижение качества жизни и невозможность социальной адаптации таких больных вызывается не парезами, не анкилозом и не тазовыми нарушениями, а всего лишь эмоцией. Ведь по определению Международной ассоциации по изучению боли, «Боль — это неприятное ощущение и эмоциональное переживание, связанное с действительным или возможным повреждением тканей или описываемое в терминах такого повреждения». Данное определение свидетельствует о том, что ощущение боли может возникать не только при повреждении ткани или в условиях риска повреждения ткани, но даже при отсутствии какого-либо повреждения. В последнем случае определяющим в возникновении ощущения боли является наличие психических расстройств, которые в значительной степени изменяют восприятие человека, и в этих случаях болевое ощущение и сопровождающее его поведение могут не соответствовать тяжести повреждения.

Необходимо помнить, что грань, отделяющая физиологическую боль от патологической, достаточно условна и во многом определяется физическим и психическим состоянием человека. Степень ответных реакций организма и характер испытываемой боли во многом определяются не только самим повреждением, но и индивидуальным опытом человека, его отношением к повреждению. Так, одно и то же раздражение болевых рецепторов (ноцицепторов) в области спины в одних условиях может вызвать нестерпимую боль, в других оказаться незамеченным. Происходит сбой работы нейроматрикса боли (рис. 2.10).

Теория нейроматрикса была предложена Рональдом Мелзаком в 1999 году как дополнение разработанной им же полвека назад теории воротного контроля боли. Нейроматрикс представляет собой обширную сеть нейронов, образующих функциональные петли между задними рогами спинного мозга, структурами ствола, таламусом, префронтальной, сенсорной и моторной корой, подкорковыми экстрапирамидными ядрами, гипоталамо-гипофизарным комплексом и гиппокампадно-лимбической системой. Основные синаптические связи в этой нейронной сети генетически детерминированы и составляют материнскую «матрицу», генерирующую, воспроизводящую и модулирующую сенсорную информацию, обеспечивая целостность восприятия схемы тела. Нейронные петли дивергируют, то есть расходятся в пространстве и формируют три основных компонента нейроматрикса — три «нейромодуля», в которых происходит одновременная параллельная обработка афферентных импульсов. Нейромодули соответствуют трем главным психологическим компонентам болевого ощущения:

- 1) сенсорно-дискриминативному (сенсорный);
- 2) аффективно-мотивационному (аффективный);
- 3) оценочно-познавательному (когнитивный).

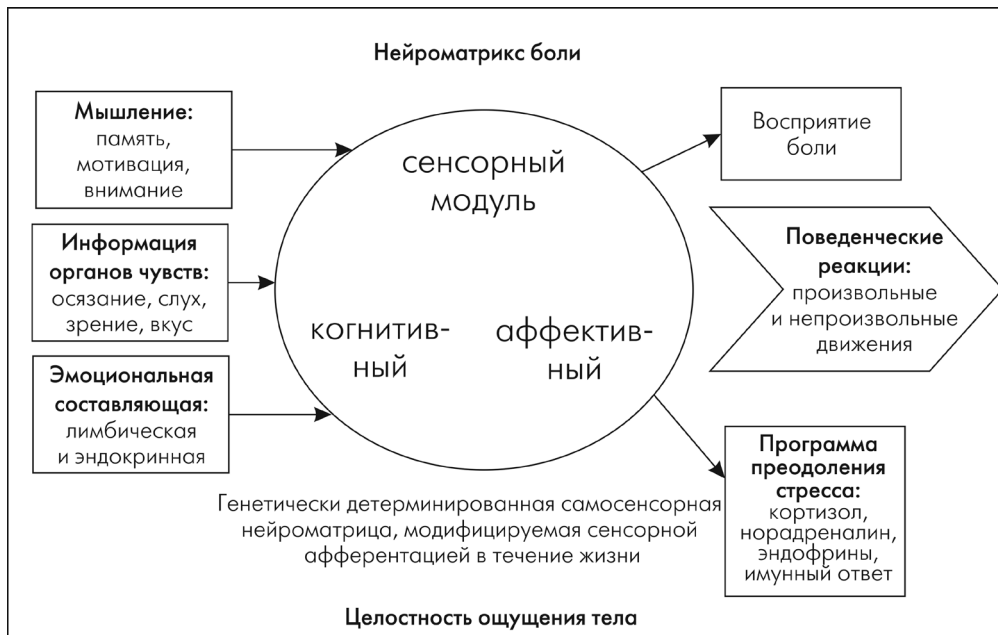


Рис. 2.10. Нейроматрикс боли

Обработка данных в нейромодулях завершается конвергенцией информации, взаимодействием между ними и формированием конечного результата — нейросигнатуры (непрерывного исходящего из нейроматрикса потока импульсов, обеспечивающего оценку афферентации, ее осознание, осмысление и накопление опыта). Афферентные потоки импульсов, обрабатываемые в болевом нейроматриксе, условно подразделяются на:

- 1) **сенсорные** (исходящие из органов чувств, причем не только из соматосенсорной системы, но и из зрительного анализатора, органов слуха, вкуса, обоняния и т. д.). Так, вид перегруженной сумки или звук работы дрели у пациента с хронической болью в спине может вызвать привычные болевые ощущения и спазм паравертебральных мышц;
- 2) **эмоционально-аффективные** (изменения гомеостаза, гормонального и эмоционального фона): гипогликемия (голод) повышает болевой порог, а депривация сна, тревога и катастрофизация — снижают. За несколько дней до менструации хронические боли в спине (и головные боли) обычно обостряются;
- 3) **когнитивные** (включая предшествующий болевой опыт, мотивационные особенности). Именно поэтому пациенты, имевшие печальный опыт неподготовленных движений без адекватной анальгезии при обострении боли в спине могут начать испытывать боли уже при попытке запрограммировать или представить себе мыслеобраз этого движения (этот феномен называется «кинезиофобия»).

Афферентные потоки соответствуют основным модулям нейроматрикса и с точки зрения нейроанатомии прямо не пересекаются: их взаимодействие возможно только в условиях формирования

вторичных и третичных ассоциативных корково-подкорковых, корково-корковых и межполушарных связей в нейромодулях нейроматрикса. В результате «продуктами» активности нейроматрикса (так называемыми нейросигнатурами) становятся:

- 1) восприятие боли, как отрицательной эмоции;
- 2) поведенческие и двигательные (сокращение или повышение тонуса мышц, дистонии, гиперкинезы, усиление физиологического тремора и т. д.) реакции;
- 3) эндокринно-иммунные сдвиги, вызывающие соматические реакции.

Хотя нейроматрикс генетически детерминирован, он модифицируется во времени благодаря сенсорному опыту и обучению. Именно поэтому боль в спине и связанный с ней мышечный спазм флуктуируют во времени несмотря на стабильность патологических изменений (грыжи межпозвонкового диска, артроза фасеточных суставов, спондилолистеза, спинального стеноза и т. п.) в позвоночнике (рис. 2.11).

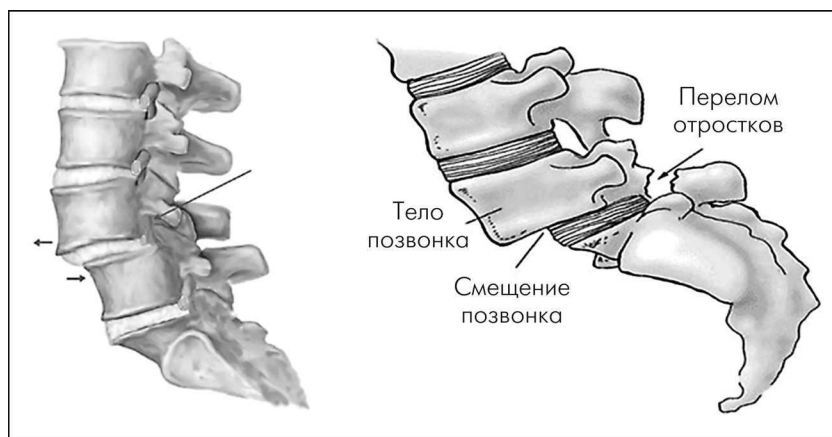


Рис. 2.11. Спондилолистез

Важная характеристика нейроматриксной теории заключается в предположении о том, что паттерны нейросигнатур запускаются не только сенсорной афферентацией, но и центрально (эндогенно) независимо от периферической ноцицепции. Это объясняет развитие боли в спине без видимых механических причин в ответ на эмоциональный стресс, изменение иммунного статуса и/или гормонального фона.

Несмотря на наличие неприятных ощущений, физиологическая боль полезна, она охраняет организм от повреждений. Однако положительное физиологическое значение боль имеет только до тех пор, пока выполняет сигнальную функцию и обеспечивает мобилизацию защитных сил организма. Как только сигнальная функция боли исчерпывается, она превращается в повреждающий фактор, вызывая длительное страдание и снижение качества жизни. Такую боль называют патологической. Когда мы имеем дело с хронической болью в спине, нужно понимать, что это патологическая боль и она представляет опасность для организма, вызывая нарушение систем регуляции гомеостаза. Хроническая боль нередко делает людей нетрудоспособными, лишает их сил, вызывает страх и депрессию, нарушает микроциркуляцию, являясь причиной иммунной недостаточности и нарушения деятельности висцеральных систем.

У 10 % пациентов боль в спине становится хронической в результате стойких изменений в мягких тканях (*Striebel W., Zech D. et al., Wang J. K. et al., Sharfman W. H. et al.*). При длительном раздражении в ЦНС на клеточном уровне могут произойти адаптивные изменения (так называемая нейропластичность) и повышение болевой чувствительности, или так называемый феномен взвинчивания. В таких случаях говорят о вторичной гипералгезии. Вторичная гипералгезия вызывает генетические изменения клеток спинного мозга, что может способствовать хронизации боли. При хронической боли может произойти дегенерация тормозных нейронов. Это обуславливает повышение возбудимости ЦНС и болевой чувствительности. Такое состояние трудно поддается лечению (*Nashold B. S., Ostdahl R. H.*). Продолжительная боль приводит к социальной дезадаптации пациентов, появлению страха перед будущим. Они становятся пассивными, легко уходят в болезнь. Все это ухудшает состояние пациента и часто способствует прогрессированию заболевания. Образуется порочный круг: болезнь ведет к ограничению двигательной активности пациента, а это ухудшает течение болезни и т. д. Возникает гипокинезический синдром как вторая болезнь (рис. 2.12).

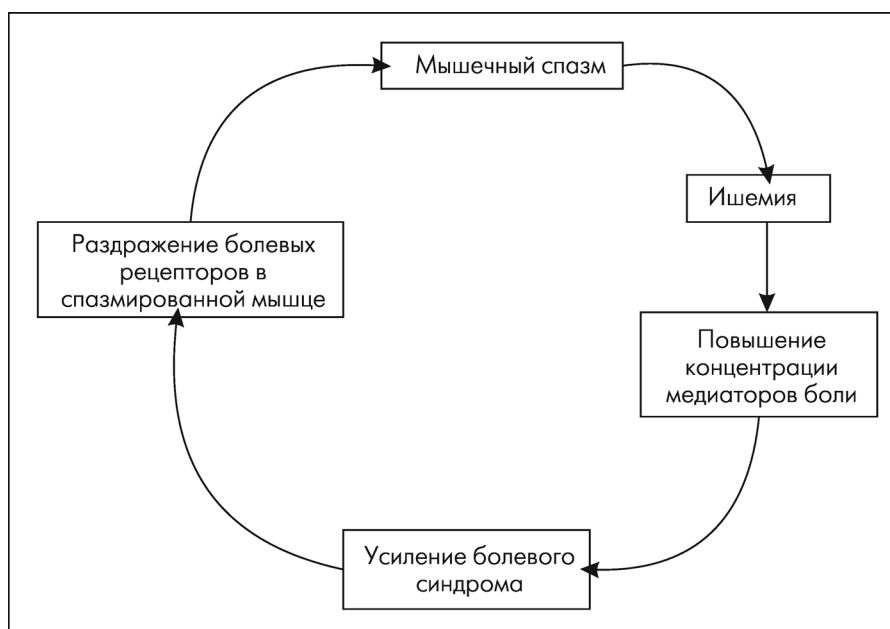


Рис. 2.12. Формирование порочного круга

Хроническая боль нередко делает людей нетрудоспособными, лишает их сил, вызывает страх и депрессию, нарушает микроциркуляцию, является причиной иммунной недостаточности и нарушения деятельности висцеральных систем (*Баринов А. Н., Яхно Н. Н.*).

Патофизиологические процессы, способствующие хронизации боли, можно условно разделить на три этапа.

- Первый — сенситизация и повреждение ноцицепторов.
- Второй — нарушение центральных процессов синаптической передачи.
- Третий — изменения функций и структуры мозга, вызванные хронической болью (в данной публикации обсуждаться не будет).

Рассмотрение механизмов возникновения хронической боли невозможно без понимания физиологических ноцицептивных реакций, так как два эти процесса тесно взаимосвязаны.

Физиологические ноцицептивные реакции. В рамках физиологических ноцицептивных реакций выделяют так называемую первичную и вторичную боль.

- Первичная боль локализуется строго в области нанесения болезненного стимула, сигнализирует о нем; характеризуется как острая, колющая режущая. В передаче данного типа боли участвуют в основном немиелинизированные альфа-дельта-волокна.
- Вторичная боль является продолжением первичной и связана с повреждением тканей в области травмы; она имеет более размытые границы и чаще описываются как жгучая, тупая. Реализация ее происходит по С-волокам.

В то время как первичная боль обеспечивает выживание организма посредством стратегий избегания, вторичная боль сигнализирует о том, каких стимулов следует избегать (Давыдов О. С.).

Периферическая и центральная сенситизация

Воспаление и повреждение нерва дают начало изменениям в процессе переработки поступающей сенсорной информации на периферическом и центральном уровнях, что приводит к сенситизации (повышение чувствительности) (рис. 2.13а, б).

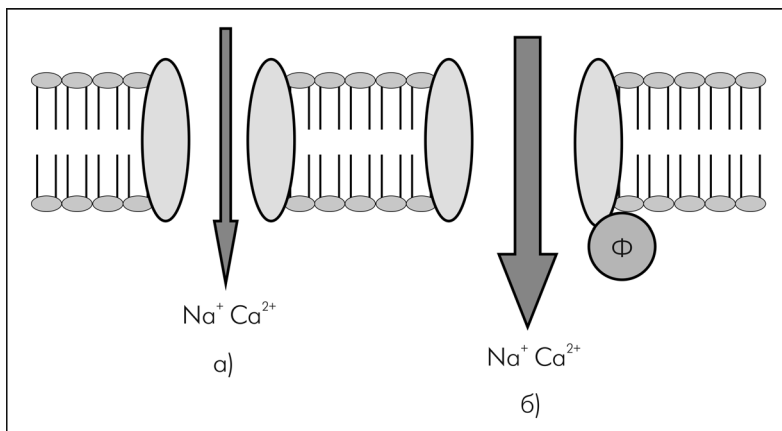


Рис. 2.13. Сенситизация ноцицептора:

а — норма; б — воспаление

При возникновении состояния сенситизации стимулы, которые в норме не вызвали бы боли, начинают восприниматься как болевые (аллодиния), а болевые стимулы начинают восприниматься как гиперболевые (гипералгезия). Наряду с жалобами на постоянную болезненность у пациентов с ноцицептивными болевыми синдромами формируются зоны с повышенной болевой чувствительностью (зоны гипералгезии). Выделяют первичную и вторичную гипералгезию. Первичная гипералгезия развивается в области поврежденных тканей, вторичная гипералгезия локализуется вне зоны повреждения, распространяясь на здоровые ткани. В основе развития первичной

гипералгезии лежит феномен периферической сенситизации (повышение чувствительности ноцицепторов к действию повреждающих стимулов). Вторичная гипералгезия возникает в результате центральной сенситизации (повышенная возбудимость в первую очередь ноцицептивных нейронов задних рогов спинного мозга).

Периферическая сенситизация, или повышение чувствительности ноцицепторов к воздействию повреждающих стимулов, проявляется снижением порога и увеличением возбудимости периферических окончаний ноцицепторов, передающих ноцицептивный сигнал от периферических тканей (кожи, мышц, суставов и внутренних органов) по нервам в ЦНС (задние рога спинного мозга, ствол, таламус и соматосенсорную кору головного мозга). К основным медиаторам периферической сенситизации относятся: брадикинин; ПГ и лейкотриены; серотонин; гистамин; провоспалительные цитокины, такие как фактор некроза опухоли α (ФНО- α), интерлейкин (ИЛ) -1 бета; хемокины; нейротрофины, например фактор роста нервов (ФРН); глутамат; субстанция Р. Периферическая сенситизация является ответом периферических окончаний нервов на воздействие медиаторов воспаления (Давыдов О. С.).

Существует несколько различных типов стимулов, которые могут привести к активации периферического ноцицептивного пути, результатом чего является возникновение ощущения боли (рис. 2.14).

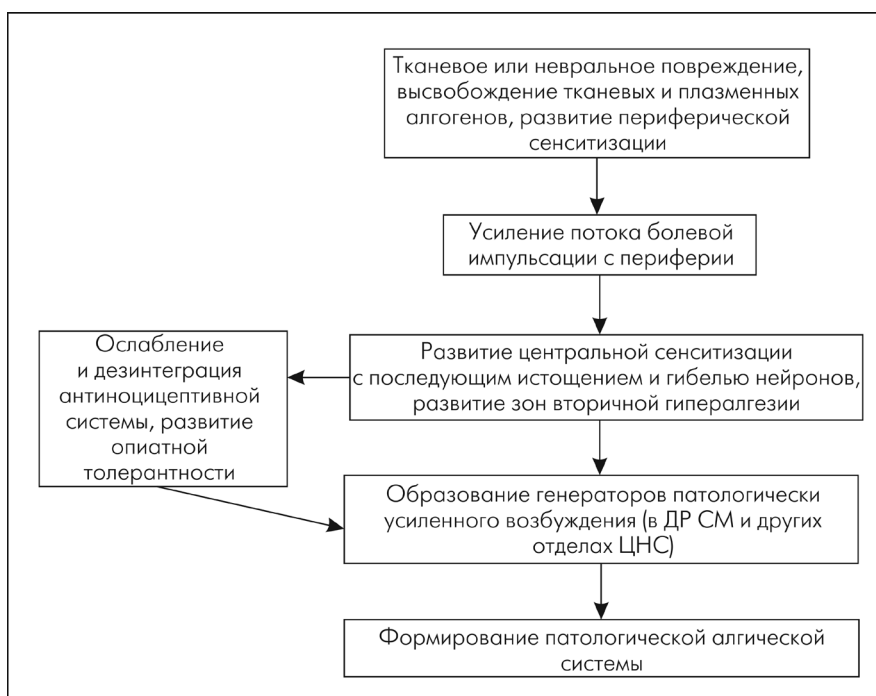


Рис. 2.14. Возникновение болевых ощущений

В нормальных условиях термальные, механические и химические раздражители активируют ноцицепторы с высоким порогом возбудимости, которые сигнализируют об этих раздражителях в дорзальный рог спинного мозга. Однако в клинических условиях перечисленные болевые раздражители травматичны и длительны по времени, и связаны с разрушением ткани. Разрушение ткани

ведет к воспалительному ответу, что приводит к сенситизации и боли. Частью воспалительного ответа является выход внутриклеточного содержимого из разрушенных клеток и клеток, вовлеченных в воспалительный процесс, таких как макрофаги и лимфоциты. Ноцицептивная стимуляция приводит также к неврогенному воспалительному ответу. Это вызывает вазодилатацию и выход белков плазмы в интерстиций, а также к выходу химических медиаторов из клеток, охваченных воспалением. Все эти факторы приводят к выходу целого «коктейля» воспалительных медиаторов, таких как калий, серотонин, брадикинин, субстанция P, гистамин и продуктов циклооксигеназного и липоксигеназного путей метаболизма арахидоновой кислоты. Эти вещества затем и сенситизируют ноцицепторы с высоким порогом возбудимости. После возникновения состояния сенситизации стимулы низкой интенсивности, которые в обычных условиях не вызвали бы боли, начинают восприниматься как болевые. Эта цепь событий, которая возникает после разрушения ткани, и называется периферической сенситизацией. Это состояние характеризуется усиленным ответом на термические раздражители на месте тканевой деструкции. Если возникает желание уменьшить феномен периферической сенситизации, тогда все внимание необходимо приложить к предупреждению или к уменьшению активности химических медиаторов, входящих в состав воспалительного «коктейля». Именно эта причина оправдывает введение нестероидных противовоспалительных средств, общепринятых опиоидов, местных анестетиков (традиционных и длительного действия) и т. д.

Воспаление оказывает и другой очень важный эффект на периферические нервы. Было доказано, что существует такой вид немиелинизированных первичных афферентных волокон, которые в нормальных условиях не реагируют на сильные механические и термические стимулы. Однако при воспалении, которое ведет к химической сенситизации, они становятся чувствительными к этим стимулам и бурно реагируют даже на обычные ординарные раздражители. Это является следствием изменений в рецепторных полях. Свойства таких рецепторов все еще до конца не охарактеризованы, но они уже были найдены в самых разных тканях и названы молчащими ноцицепторами. Воспалительный ответ является составной частью более комплексного ответа на повреждение, который часто является причиной замедленного выздоровления пациентов после, например, хирургического вмешательства.

Таким образом, феномен сенситизации при повреждениях становится стратегией борьбы с болью. Клинические исследования сейчас уже подтверждают, что такая стратегия может значительно уменьшить катаболические реакции в остром и подостром периодах

Центральная сенситизация — это повышение возбудимости нейронов в ЦНС, в первую очередь в задних рогах спинного мозга, вследствие которого «нормальные» по интенсивности стимулы начинают продуцировать аномальный ответ. Прежде всего обратимая центральная сенситизация может быть компонентом физиологических антиноцицептивных реакций, поддерживая защитную реакцию гиперчувствительности к боли. Предполагается, что центральная сенситизация является одним из ключевых механизмов, обеспечивающих существование дисфункциональных болевых синдромов, таких как фибромиалгия, синдром раздраженного кишечника, дисфункция височно-нижнечелюстного сустава, хроническая тазовая боль и др. Характерно, что при этих состояниях центральная сенситизация существует изолированно, не поддерживается четко выявленной и локализованной периферической ноцицептивной стимуляцией, а ее возникновение вторично по отношению к дисфункции нисходящих ингибиторных систем. И наконец, центральная сенситизация наряду с недостаточностью нисходящих ингибиторных антиноцицептивных влияний рассматривается в качестве одного из важнейших механизмов формирования хронической боли в целом (рис. 2.15).

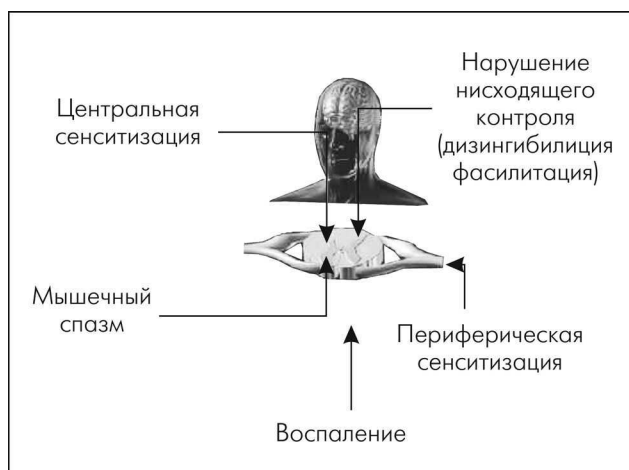


Рис. 2.15. Механизм дисфункциональной боли (цит. по Губареву Ю. Д.)

Центральная сенситизация приводит и к некоторым другим изменениям в заднем роге:

- отмечается расширение размеров обслуживаемого рецепторного поля таким образом, что спинальный нейрон начинает отвечать на ноцицептивные стимулы, которые в обычных условиях находились бы вне зоны его компетенции;
- наблюдается увеличение интенсивности и продолжительности ответа на раздражители, превышающие по силе пороговые величины;
- отмечается снижение порога возбудимости, это приводит к тому, что раздражители, которые в нормальных условиях не воспринимаются как болевые, активируют нейроны, проводящие обычно ноцицептивную информацию. Эти изменения могут быть важными как при состояниях, сопровождаемых острой болью, так и при случаях, когда возникает боль хроническая. Указанные изменения проявляются гипералгезией, аллодинией и увеличением размера зоны чувствительности вокруг места повреждения.

Клинически центральная сенситизация проявляется в виде усиления первичной гипералгезии и аллодинии, появления зон вторичной гипералгезии, распространяющихся гораздо шире зон первичного поражения, развитием холодовой и механической гипералгезии, обусловленной феноменом разрастания (*sprouting*) терминалей А-волокон в задних рогах спинного мозга. Кроме того, характерно сенсорное последствие, то есть сохранение болезненных ощущений после прекращения стимула и временная суммация (при нанесении серии болевых стимулов одинаковой интенсивности последние по времени стимулы воспринимаются как более интенсивные). В основе центральной сенситизации лежит усиление активации рецепторов глутамата (Давыдов О. С.).

Ниже приведены признаки серьезной патологии при болях в спине.

«Красные флажки» — признаки серьезной патологии при болях в спине:

- наличие в анамнезе злокачественного новообразования;
- сохранение боли в покое;
- значимая травма в недавнем анамнезе (падение с высоты, автоавария и т. п.);
- беспричинное снижение веса;

- отсутствие улучшения через 1 месяц оптимального лечения;
- лихорадка;
- болезненность при пальпации и перкуссии позвоночника;
- наличие в анамнезе наркотической зависимости, ВИЧ-инфекции, применение иммуносупрессантов;
- длительное применение кортикостероидов;
- возраст дебюта боли старше 55 лет и менее 20 лет;
- симптомы поражения спинного мозга (чувствительные расстройства на туловище и в конечностях («проводниковые нарушения чувствительности»), слабость в конечностях, тазовые расстройства);
- симптомы поражения корешков конского хвоста (нарушение чувствительности в аногенитальной области, тазовые расстройства, слабость в ногах) или отдельных шейных, поясничных и крестцовых корешков (иррадиация боли в руку или ногу, сочетающаяся со снижением силы и нарушениями чувствительности в зоне иннервации соответствующего корешка).

Предикторами хронизации болевого синдрома являются (Valat J. et al.): а) наличие корешковых нарушений; б) длительное пребывание на постельном режиме; в) чрезмерные физические нагрузки; г) психосоциальные факторы (эмоциональные) — ощущения беспомощности, безысходности и т. д.

2.4. КЛАССИФИКАЦИЯ БОЛИ

Согласно международной клинической классификации (1990), боль различают по биологической значимости, виду раздражителя, виду и локализации раздражаемых рецепторов, локализации болевого ощущения, клиническому течению, виду нарушения жизненной константы, глубине повреждения, площади и объему болевого восприятия, механизму развития, происхождению, характеру, качеству и интенсивности субъективных ощущений и т. д. (Черешнев В. А., Давыдов В. В.).

По биологической значимости выделяют физиологическую и патологическую боль:

- ✓ физиологическая боль характеризуется адекватной реакцией нервной системы, во-первых, на раздражающие и нарушающие ткани стимулы; во-вторых, на воздействия, являющиеся потенциально опасными, а значит, предупреждающие об опасности дальнейших повреждений;
- ✓ патологическая боль характеризуется неадекватной реакцией организма на действие аллогенного раздражителя, возникающей при патологии центрального и периферического отделов нервной системы. Такая реакция формируется при болевой афферентации при отсутствии части тела или возникающей в ответ на действие психогенных факторов.

По виду раздражителя различают психогенную и физическую:

- ✓ психогенная боль связана с действием психоэмоциональных и социальных личностно значимых факторов, без видимой связи с повреждениями и патологическими процессами;
- ✓ физическая боль обусловлена как повреждениями тканей, вызванными и/или внутренними аллогенными факторами, патологическими процессами и заболеваниями, так и повреждениями периферической и центральной нервной системы.

По виду и локализации раздражаемых рецепторов боль может быть экстероцептивной (поверхностной), проприоцептивной (глубокой) и интероцептивной (висцеральной).

По локализации болевого ощущения в теле выделяют следующие виды боли: головную, лицевую, грудную, сердечную и др.

По интенсивности боль бывает слабая, средняя и сильная.

По характеру, качеству и субъективным ощущениям различают:

- ✓ боль приступообразная, пароксизмальная, пульсирующая;
- ✓ боль тупая, колющаяся, режущая, стреляющая, давящая, сжимающая, рвущая, сверлящая, жгучая (каузалгия);
- ✓ боль проекционная, иррадиирующая, перемежающаяся, отраженная, реактивная, гемиалгия, фантомная и др.

По длительности боли различают:

- ✓ боль длительностью менее 6 недель считают острой;
- ✓ боль длительностью от 6 до 12 недель — подострой;
- ✓ боль длительностью более 12 недель — хронической.

Я. Ю. Попелянский (1997) предлагал также выделять стадии заболевания: обострение и ремиссия (полная и неполная); этапы обострения: прогрессирование, стационарный этап и регрессия, а также типы течения заболевания:

- ✓ эпизодический (единичные обострения боли в спине в течение жизни);
- ✓ хронически-рецидивирующий с редкими обострениями (не более одного обострения в год и не более двух недель нетрудоспособности);
- ✓ хронически-рецидивирующий с частыми /или более длительными обострениями;
- ✓ рецидивирующее-прогредиентный (отсутствие ремиссий и тенденция к ухудшению);
- ✓ перманентный (хроническое течение с периодическими ухудшениями).

На основании различных патофизиологических механизмов выделяют ноцицептивную, невропатическую и психогенную боль (Яхно Н. Н.) (рис. 2.16).

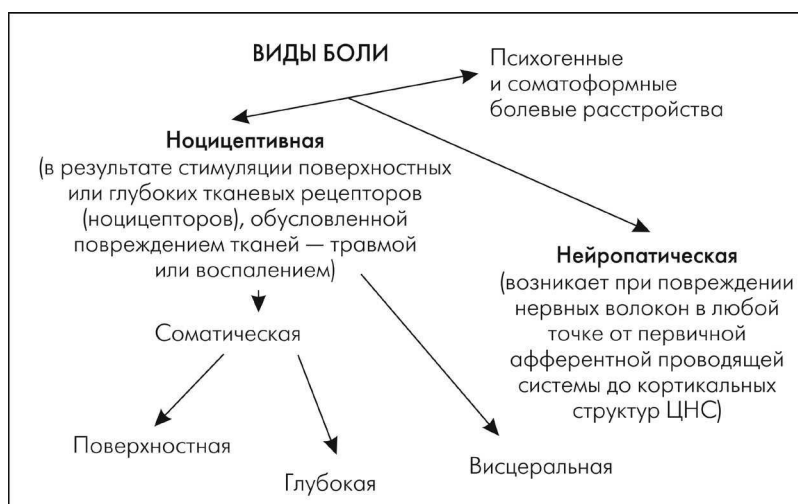


Рис. 2.16. Виды боли

Ноцицептивная система (лат. *nocere* — повреждать; *recipio, receptum* — брать, принимать) представляет сложную организованную многоуровневую сенсорную систему, ответственную за восприятие и оценку повреждающего воздействия и формирование специфического субъективно отрицательного ощущения боли.

Ноцицептивная система (НЦС), как и различные анализаторы, представлена рецепторным, проводниковым, центральным звеньями (отделами, аппаратами). Эти ноцицептивные нервные структуры составляют материальную основу *ноцицепции* — процесса восприятия (рецепции), проведения афферентных болевых импульсов (сигналов) и обработки последних в соответствующих центрах коры больших полушарий головного мозга, в результате чего формируется субъективное болевое ощущение (Черешнев В. А., Давыдов В. В.) (рис. 2.17а, б).

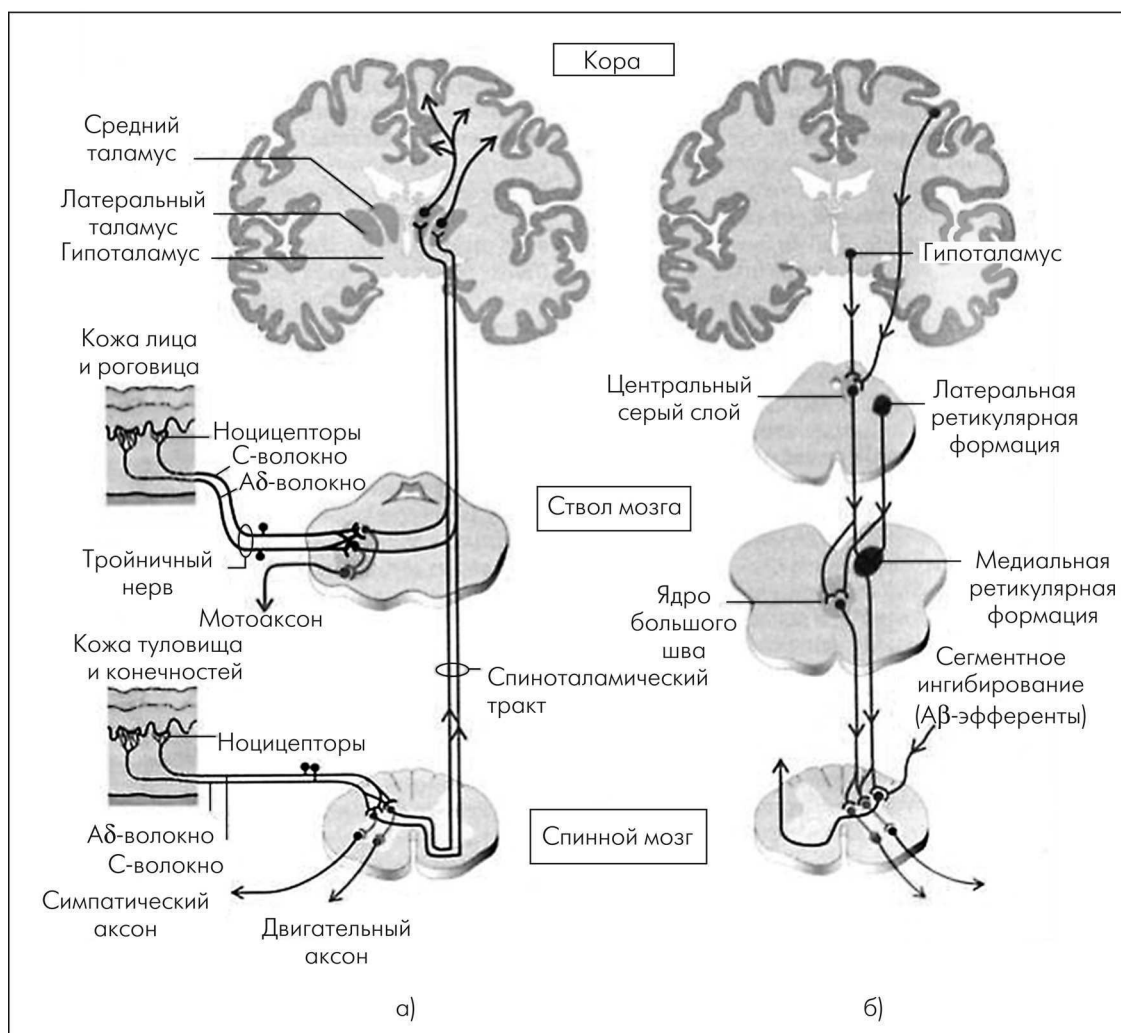


Рис. 2.17. Ноцицептивная система:

а — восходящие; б — нисходящие ноцицептивные пути

Ноцицептивная боль — это боль, возникающая вследствие стимуляции ноцицепторов при повреждении кожи, глубоких тканей, костных структур, внутренних органов, согласно описанным выше механизмам афферентной импульсации и нейротрансмиссионным процессам (Осипова Н. А., Петрова В. В.). Она связана с активацией болевых рецепторов — ноцицепторов, как правило, острая, соответствует степени тканевого повреждения и длительности действия повреждающих факторов. Ноцицептивные болевые синдромы возникают в результате активации ноцицепторов при травме, воспалении, чрезмерном растяжении тканей. Примерами таких синдромов можно считать боли при воспалении суставов позвоночника. При вовлечении в патологический процесс костной или мышечной ткани возникает ощущение тупой, ноющей боли. Эта боль усиливается при движении, ослабевает при покое и обычно хорошо локализована (Яхно Н. Н.) (рис. 2.18).

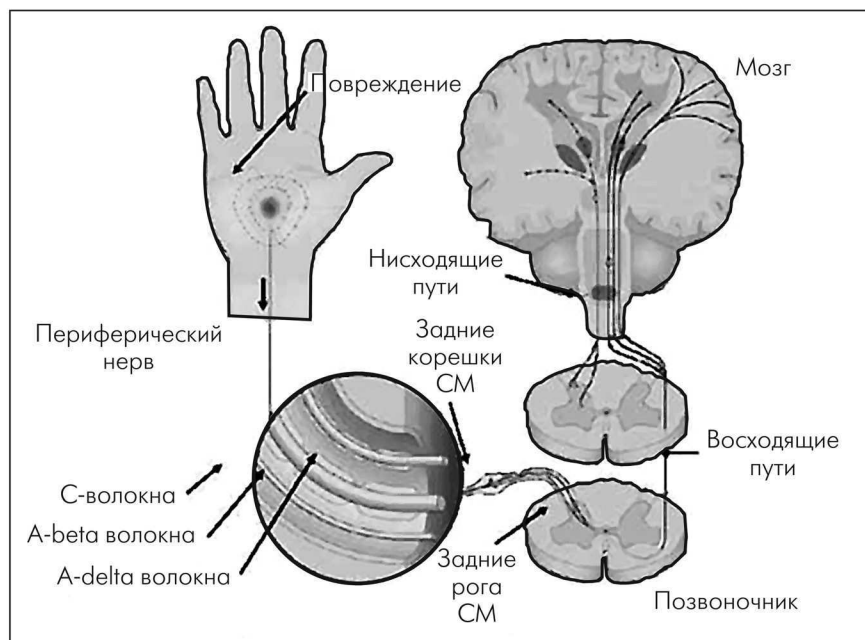


Рис. 2.18. Ноцицептивная боль (схема)

Ноцицептивная боль подразделяется на соматическую и висцеральную в зависимости от локализации повреждения (Кукушкин М. Л., Табеева Т. Р., Яхно Н. Н., Алексеева В. В., Подчуфарова Е. В., Кукушкина М. Л. и др.)

- *Соматическая боль*, вызванная раздражением соматических афферентных ноцицепторов, например при механической травме спины, имеет локализованный характер в месте повреждения и хорошо устраняется традиционными анальгетическими средствами — опиоидными или неопиоидными в зависимости от интенсивности боли.
- *Висцеральная боль* имеет ряд специфических отличий от соматической. Периферическая иннервация разных внутренних органов функционально различна. Рецепторы многих органов при активации в ответ на повреждение не вызывают сознательного восприятия стимула и определенного сенсорного, в том числе болевого ощущения. Центральная организация висцеральных ноцицептивных механизмов по сравнению с соматической ноцицептивной системой

характеризуется значительно меньшим количеством сепаратных сенсорных путей (Яхно Н. Н. и др.). Висцеральные рецепторы участвуют в формировании сенсорных ощущений, в том числе боли, и взаимосвязаны с автономной регуляцией. Аfferентная иннервация внутренних органов содержит также индифферентные («молчащие») волокна, которые могут становиться активными при повреждении и воспалении органа. Этот тип рецепторов участвует в формировании хронической висцеральной боли, поддерживает длительную активацию спинальных рефлексов, нарушение автономной регуляции и функции внутренних органов. Повреждение и воспаление внутренних органов нарушает нормальный паттерн их моторики и секреции, что, в свою очередь, резко изменяет среду вокруг рецепторов и приводит к их активации, последующему развитию сенситизации и висцеральной гиперальгезии (Яхно Н. Н. и др., *Hansson P. T.*).

При этом может происходить передача сигналов от поврежденного органа к другим органам (так называемая висцеро-висцеральная гиперальгезия) или к проекционным зонам соматических тканей (висцеросоматическая гиперальгезия). Таким образом, при разных висцеральных аллогенных ситуациях висцеральная гиперальгезия может принимать разные формы (*Basbaum A., Bushell M. C., Devor M.*).

Гиперальгезию в поврежденном органе рассматривают как первичную, а висцеросоматическую и висцеро-висцеральную — как вторичную, так как она возникает не в зоне первичного повреждения.

Источниками висцеральной боли могут быть: образование и накопление в поврежденном органе болевых субстанций (кинины, простагландины, гидрокситриптамиин, гистамин и др.), растяжение капсулы крупного сустава (плечевого, тазобедренного), тракция или компрессия позвоночника, связочно-мышечного аппарата, воспалительные процессы.

Боль, являющаяся прямым следствием заболевания или повреждения соматосенсорной системы, называют невропатической (*Treede R.*). Она часто хроническая, сохраняется или появляется уже после заживления тканей, а в случае хронизации не несет защитной функции. Невропатическая боль в шее и спине обычно обусловлена поражением корешков при формировании грыжи межпозвоночного диска. Она может возникать при стенозе позвоночного канала, спондилолистезе, компрессии корешков спинномозговых нервов остеофитами и гипертрофированными дугоотростчатými суставами. Как правило, боли иррадируют в конечности и сопровождаются другими симптомами поражения корешков (Яхно Н. Н., Алексеева В. В., Подчуфарова Е. В., Кукушкина М. Л. и др.)

Невропатическая боль (НПБ) — это вид боли, который в отличие от обычной боли возникает не вследствие реакции на физическое повреждение, а в результате патологического возбуждения нейронов в периферической или центральной нервной системе, отвечающих за реакцию на физическое повреждение организма (обычную боль). Невропатическая боль может быть ассоциирована с аномальными ощущениями (дизестезия) или болью, вызываемой стимулами, которые в норме не вызывают боли (аллодиния).

НПБ является особым и наиболее тяжелым проявлением боли, связанной с повреждениями и заболеваниями периферической или центральной соматосенсорной нервной системы. Она развивается вследствие травматического, токсического, ишемического повреждения нервных образований и характеризуется ненормальными сенсорными ощущениями, усугубляющими эту патологическую боль (Данилов А. Б., Давыдов О. С.) (рис. 2.19).

Невропатическая боль характеризуется очень яркими маркерами и вербальными дескрипторами — ощущение прохождения тока, ожога от утюга или пролитого кипятка. Не всегда пациенты называют это именно болью, чаще жалуются на дискомфортные ощущения жжения, онемения, простреливания, спонтанно возникающей, пароксизмальной, может провоцироваться не болевыми стимулами, например движением, прикосновением (так называемая аллодиния), распространяется радиально от зоны повреждения нерва.

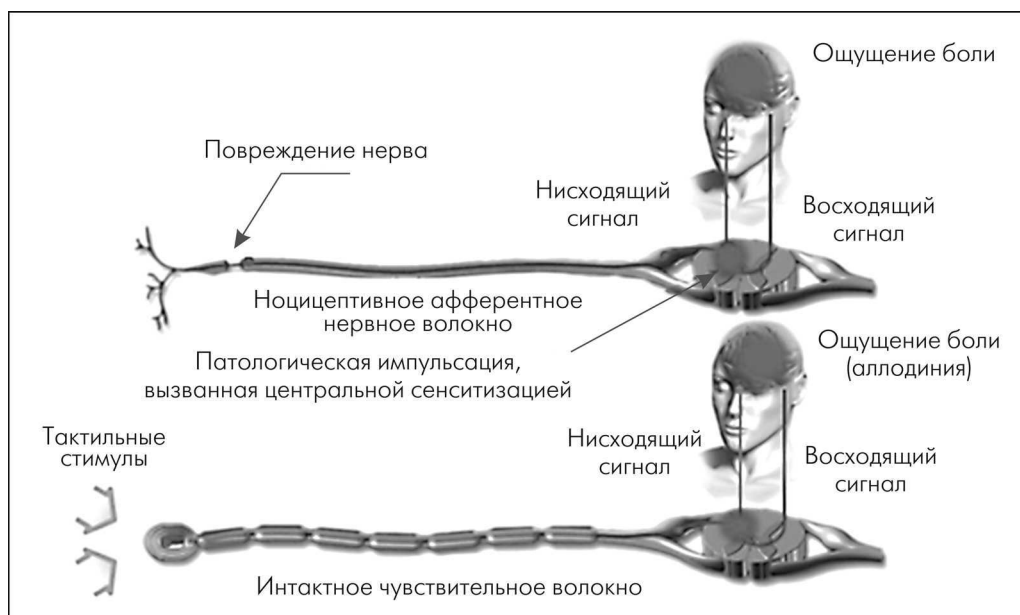


Рис. 2.19. Механизмы возникновения нейропатической боли

Основные патофизиологические механизмы НПБ включают периферическую и центральную сенситизацию (повышение возбудимости периферических и спинальных ноцицептивных структур), спонтанную эктопическую активность поврежденных нервов, симпатически усиленную боль за счет высвобождения норадреналина, стимулирующего нервные окончания с вовлечением в процесс возбуждения соседних нейронов при одновременном снижении нисходящего тормозного контроля этих процессов с многообразными тяжелыми сенсорными расстройствами. НПБ часто устойчива к терапии обычными анальгетическими средствами, длительно существует и не уменьшается с течением времени. Ясно, что происходит нарушение процессов сенсорной информации, повышение возбудимости (сенситизация) ноцицептивных структур, страдает ингибирующий контроль (Осипова Н. А., Абузарова Г. Р.).

Нельзя недооценивать значение психологического компонента, сопутствующего боли или ожидаемой боли, что особенно актуально для хирургических клиник (Осипова Н. А., Петрова В. В.). **Психологическое состояние** пациента существенно влияет на его болевую реактивность и, наоборот, наличие боли сопровождается отрицательными эмоциональными реакциями, нарушает стабильность психологического статуса. Наряду с этим известны так называемые психосоматические болевые синдромы, связанные с психоэмоциональными перегрузками разного рода, а также соматопсихологические, развивающиеся на фоне органических заболеваний (например, онкологических), когда психологический компонент вносит существенный вклад в обработку и модуляцию болевой информации, усиливая боль, так что в конечном итоге формируется картина смешанной соматической, соматопсихологической и психосоматической боли (Штрибель Х. В., *Basbaum A., Bushell M.*).

В основе построения адекватного комплексного лечения боли в спине лежат рассмотренные выше многоуровневые нейротрансмиттерные механизмы ноцицепции.

Глава 3

НЕМЕДИКАМЕНТОЗНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

Значительная распространенность заболеваний нервной системы, сложность и стойкость нарушений функций, сопровождаемых значительной и зачастую стойкой утратой трудоспособности, ставят проблему реабилитации в неврологии и нейроортопедии в ряд важнейших медико-социальных проблем здравоохранения. Разработанные общие принципы реабилитационных мероприятий, конкретизированные применительно к отдельным нозологическим формам заболевания нервной системы, способствуют более эффективному применению восстановительной терапии и достижению более высокого уровня реабилитации больных при неврологических нарушениях остеохондроза позвоночника.

3.1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И МЕХАНИЗМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ФУНКЦИЙ

Основными принципами восстановления нарушенных двигательных функций являются:

- раннее начало восстановительной патогенетической терапии;
- длительность и непрерывность ее при поэтапном построении реабилитационного процесса;
- направленное комплексное применение различных видов компенсаторно-восстановительного лечения (медикаментозная терапия, средства физической реабилитации и др.);
- закрепление результатов лечения в социальном аспекте с определением бытового и трудового устройства людей.

Только последовательное выполнение указанных принципов делает систему реабилитации нарушенных функций достаточно эффективной.

Для успешной восстановительной терапии необходимы: клиничко-функциональная оценка общего состояния пациента и нарушения отдельных двигательных функций, анализ возможности спонтанного восстановления, определение степени характера дефекта и на основе этого выбор адекватной методики для устранения выявленного расстройства.

Выработка новых навыков с использованием сохранных функций способствует повышению общей активности, практической самостоятельности и тем самым более полноценной общей реабилитации.

Реабилитация больных с двигательными нарушениями требует целенаправленного применения всех средств физической реабилитации (физических упражнений, коррекции положением, массажа, приемов растяжения мышц, тракционного лечения, физиотерапевтических методов, приемов мануальной терапии, рефлексотерапии и др.). Каждое из средств, сочетание их и объем нагрузки зависят от характера и локализации поражения, общего состояния пациента, периода заболевания.

Механизмы восстановления нарушенных функций

- *Саногенетические механизмы* при патологии нервной системы.

Понимание саногенетических механизмов при патологии нервной системы является основой успешности реабилитационных мероприятий, так как сущность саногенетических механизмов проявляется их направленностью на приспособление к окружающей среде на качественно ином уровне в связи с имеющимися (или имевшимися) в организме патологическими процессами (Селье Г.). Как показал многолетний опыт клинического и экспериментального изучения патологии нервной системы, такими саногенетическими механизмами, которые в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности обеспечивают приспособительный эффект, а в патологии — восстановление нарушенных функций, личного и социального статуса пациента, являются реституция, регенерация, компенсация и иммунитет.

- *Реституция* — процесс восстановления деятельности обратимо поврежденных структур.

При патологии нервной системы реституционные изменения происходят в нервных клетках, нервных волокнах и в структурных элементах нейродистрофически измененных органов и тканей. Реституционные механизмы осуществляются в основном благодаря восстановлению проницаемости и возбудимости мембран, нормализации внутриклеточных окислительно-восстановительных процессов и активации ферментных систем, следствием чего является нормализация биоэнергетической и белковосинтезирующей деятельности клеточных структур и восстановление проводимости по нервным волокнам и синапсам.

Реституционным механизмам способствуют:

- устранение компрессии (на нервные корешки и ткани пораженных дисков и связок и др.);
- ликвидация гипоксии за счет усиления кровотока как в мозге, так и в нейродистрофичных тканях и органах (кожа, мышцы, почки и др.);
- ликвидация отека за счет нормализации кровообращения, проницаемости сосудистых стенок и местной регуляции водно-солевого обмена как в мозге, так и в нейродистрофичных тканях и органах;
- восстановление нейродинамических взаимоотношений между сегментарными и супрасегментарными уровнями ЦНС, между спинным мозгом и вегетативными ганглиями, между афферентными и эфферентными звеньями спинальных, анимальных, вегетативных анимально-вегетативных и вегетативно-анимальных;
- нормализация метаболизма, уменьшение интоксикации и др.;
- активизация функционирования обратимо поврежденных структур мозга при положительных эмоциях, сильных и адекватных мотивациях с установкой на выполнение всех необходимых мероприятий для восстановления функций личного и социального статуса.

Регенерация — это структурно-функциональное восстановление целостности поврежденных тканей и органов вследствие роста и размножения специфических элементов тканей. Регенерация как один из саногенетических механизмов имеет важное значение в восстановительных процессах при патологии нервной системы, так как участвует в них путем:

- регенерации элементов нервной ткани;
- регенерации тканей (эпителиальной, соединительной, мышечной и др.) в нейродистрофически измененных органах.

Компенсация — представляет собой процесс, объединяющий различные сложные и многообразные реакции по функциональному замещению или возмещению утраченных или недостаточных функций.

Общее теоретическое положение о принципе компенсаторных реакций организма сформулировано П. К. Анохиным. Оно включает принципы:

- а) сигнализации дефекта;
- б) прогрессивной мобилизации механизмов;
- в) непрерывного обратного афферентирования компенсаторных приспособлений;
- г) санкционирующей афферентации;
- д) относительной устойчивости компенсаторных приспособлений.

Клиническое значение процесса компенсации в восстановлении нарушенных функций достаточно велико, так как в отличие от процесса реституции компенсаторные механизмы могут протекать в течение значительно более длительного времени и совершенствоваться под влиянием тренировки. Процесс компенсации нарушенных функций активный, так как организм человека использует довольно сложный комплекс различных, наиболее целесообразных в данной ситуации реакций для обеспечения наибольшей степени управляемости частями тела с целью оптимальной стратегии и тактики во взаимоотношениях с внешней средой.

Известны три возможные структуры, которые обеспечивают компенсацию функций у больных с поражением нервной системы:

- сохранившиеся элементы поврежденной структуры;
- структуры, близкие в функциональном отношении;
- дополнительные структуры и механизмы. Следует отметить, что заместительные механизмы с вовлечением этих структур нередко выступают содружественно в компенсаторном акте, однако более вероятно их последовательное включение.

В функциональной перестройке, направленной на компенсацию нарушенных функций, нервная система проявляется как единое целое вследствие рефлекторных механизмов различной сложности, соответственно замыкающихся на разных ее уровнях:

- вегетативные ганглии;
- интегративно-координаторный аппарат спинного мозга;
- анализаторно-координаторный аппарат различных анализаторов;
- система анализаторов.

У больных с патологией нервной системы компенсаторные механизмы проходят, по мнению О. Г. Когана и В. Л. Найдина (1988), следующие этапы: а) включение; б) формирование; в) совершенствование; г) стабилизацию.

Период включения начинается непосредственно после, например, повреждения мозга. Инициальным моментом его, очевидно, является отсутствие соответствующей афферентации в расположенные выше отделы ЦНС как по специфическим, так и по неспецифическим проводящим путям.

Формирование компенсации физиологически связано с поиском модели компенсаторного механизма, необходимого для замещения данной нарушенной функции. Организм человека в отличие от робота активное решение подобной задачи осуществляет не методом проб и ошибок, а путем прогнозирования вероятного и потребного будущего (Бернштейн Н. А.), в связи с чем в компенсаторный механизм сразу же включаются те системы, которые с наибольшей вероятностью и целесообразностью смогут компенсировать данный структурно-функциональный дефект.

Период совершенствования компенсаторных механизмов наиболее длителен и продолжается в течение всего восстановительного, а также и резидуального периода.

Длительная тренировка компенсаторных механизмов может обеспечить достаточную компенсацию нарушенных функций, однако на определенной стадии дальнейшее совершенствование сложных рефлекторных механизмов не приводит к существенному изменению, то есть наступает стабилизация компенсаций. В этом периоде устанавливается динамически устойчивое равновесие организма человека с определенным структурно-функциональным дефектом во внешней среде.

Необходимым условием устойчивости компенсаций, возникающих при патологии нервной системы, являются систематическая тренировка и использование компенсаторных механизмов в жизнедеятельности (бытовая и производственная деятельность).

Тесная взаимосвязь и взаимообусловленность основных саногенетических механизмов — реституции, регенерации, компенсации — обеспечивают определенную степень восстановления физиологических функций организма и приспособления человека к окружающей среде с выполнением соответствующих социальных функций. Именно этим основным саногенетическим процессам должны быть адресованы реабилитационные мероприятия, чтобы содействовать стимуляции механизмов восстановления структуры и функции у больных с поражением нервной системы.

3.2. НЕМЕДИКАМЕНТОЗНАЯ ТЕРАПИЯ БОЛИ

3.2.1. ШКОЛА БОЛИ В СПИНЕ

Обучение и информированность пациентов о причинах и последствиях болей в спине может рассматриваться в качестве доступного метода терапии подострых и хронических болей в спине (*Liddle S. D.*, 2007). Правильная информация о природе заболевания, его прогнозе и методах лечения позволяет скорректировать представления пациента о боли в спине и усилить его активное участие в реабилитационных программах. Этому аспекту стали уделять больше внимания только несколько последних лет. Информирование пациента о заболевании может быть ограничено 3–5 ключевыми позициями (хороший прогноз, отсутствие необходимости проведения лучевых методов исследования в отсутствие серьезной патологии, связь боли с мышцами, связками, диском и суставами, необходимость сохранять активность). Поддерживать уровень

повседневной активности — важная позиция клинических рекомендаций по ведению пациентов с острой болью в спине. Пациента желательно снабдить памяткой, содержащей указанные положения (Яхно Н. Н. и др.).

Основные концепции обучения пациентов как части реабилитационных программ, направленных на борьбу с болью в спине, впервые разработаны в 1969 г. шведскими физиотерапевтами *Lidstrom, Zachrisson* и *Forsell*. Эти концепции в конечном итоге легли в основу специализированной программы обучения пациентов со спинальными болями, получившей название *back school*, что в дословном переводе с английского языка означает «школа спины». Основной целью образовательной программы по утверждению авторов является не только создать доверие, то есть побудить пациента поверить в потенциальную возможность избавления от страданий, вызванных болью в спине, но и минимизировать избыточные финансовые расходы и прочие потенциальные издержки как пациента, так и общества в целом (*Gupta R.*, 2008).

Задачей *back school* является редуцирование боли и предотвращение повторных эпизодов боли (*Chen J. J.*, 2006). Шведский вариант *back school*, или *Swedish Back School*, представляет собой набор из 4 групповых занятий (сессий) по 45 минут в течение 12 недель. Для небольших групп пациентов предусмотрены программы длительностью 2 недели. В рамках занятий пациентам предоставляются сведения об анатомии спины, ее биомеханике, эргономике, терапевтических физических упражнениях, а также о наиболее правильных положениях тела, позволяющих пациенту адаптироваться к боли. Последовательность и содержание программы обучения тщательно контролируются медицинскими и парамедицинскими специалистами (*Van Tulder M. W.*, 2006) (*Chen J. J.*, 2006).

В различных странах предложен ряд модификаций *back school*, отличающихся главным образом по своему качественному информативному наполнению и продолжительности (интенсивности) (*Heymans M. W.*, 2005). В 1980 г. *Mayer* и *Gatchel* разработали более современную программу обучения, получившую название *Functional Restoration Program*. Эта программа имеет более медицинскую направленность и представляет собой по сути интердисциплинарный метод терапии пациентов с болью в спине. Программа разработана прежде всего для пациентов с хроническим болевым синдромом и выраженной нетрудоспособностью (*Chen J. J.*, 2006) (Булакова Я. С.)².

3.2.2. ПСИХОТЕРАПИЯ (ПСИХОКОРРЕКЦИЯ)

Психологические факторы играют огромную роль в медико-социальной реабилитации. Так, качество жизни больных, перенесших тяжелое заболевание, повреждение или оперативное вмешательство, чему уделяют в последнее время все большее внимание как одному из важных показателей эффективности любого медицинского вмешательства, во многом зависит и от того, в какой мере пациенту удалось психологически адаптироваться сначала к самому факту развития заболевания, а затем — к его медицинским и социальным последствиям. К тому же состояния, угрожающие благополучию и самой жизни пациента, часто вызывают выраженные психические изменения, сопровождаемые значительным эмоциональным напряжением. Психические нарушения, изменяя поведение пациента, могут создавать серьезные препятствия для лечения и реабилитации (Боголюбов В. М., Зайцев В. П. и др.) (рис. 3.1).

² Источник: https://spinet.ru/book/neinvazivnaya/obuchenie_pacientov.php Spinet.ru ©.

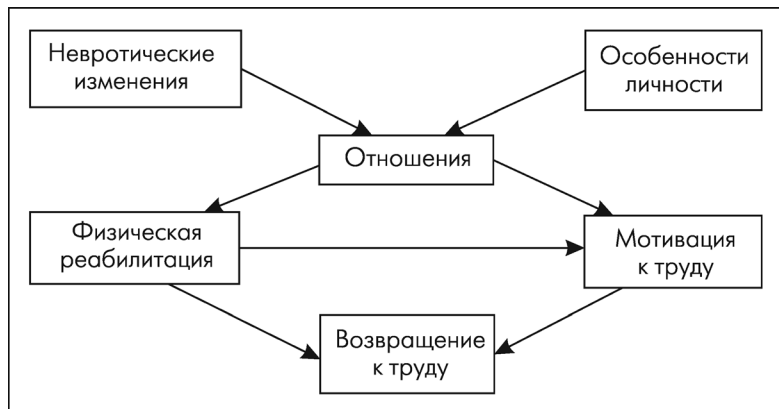


Рис. 3.1. Психологические факторы и возвращение к труду больных после перенесенных заболеваний (Зайцев П. В., 2010)

При острых заболеваниях в динамике психологического состояния больных выделяют три основных этапа (рис. 3.2).

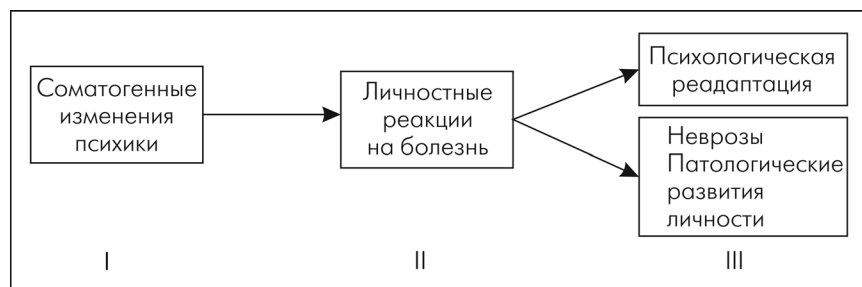


Рис. 3.2. Психологические изменения на разных этапах заболевания (Зайцев П. В.):

I — первая неделя; II — первые 3 месяца; III — отдаленный период заболевания

Первый этап (длительностью около недели) характеризуется психическими изменениями преимущественно соматогенного характера (преобладание страха смерти, тревога, растерянность и др.).

Второй этап — наряду с тревожными опасениями за здоровье, прикованностью внимания к своему состоянию появляются отрицательные эмоции о будущем, подавленность, страх перед возможной инвалидностью и др. Обычно на 2–3-м месяце болезни процесс формирования психологической реакции на болезнь завершается. Все психологические реакции на болезнь наблюдаются на фоне более или менее выраженной психической астении: общей слабости, быстрой утомляемости при незначительном физическом или умственном напряжении, повышенной возбудимости и вегетососудистой нестабильности.

Третий этап — у большинства больных наступает психологическая реадаптация. Особо серьезную проблему представляет патологическое развитие личности: наиболее характерным психопатологическим синдромом при нем является ипохондрический синдром (рис. 3.3).

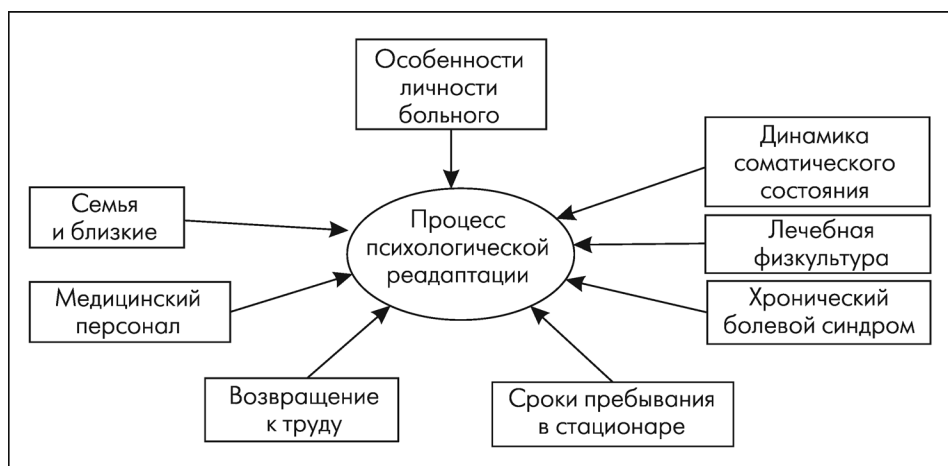


Рис. 3.3. Основные факторы, влияющие на процесс психологической реадaptации при тяжелых соматических заболеваниях (Зайцев В. П.)

Основные звенья системы психологической реабилитации больных представлены на рисунке 3.4.

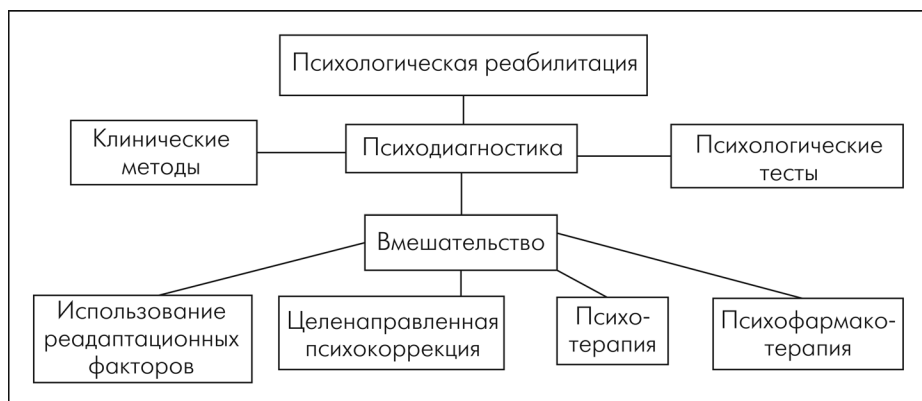


Рис. 3.4. Система психологической реабилитации (Зайцев В. П.)

Психотерапия — планомерное использование психических воздействий для лечения пациента. Психотерапию условно разделяют на общую и частную, или специальную.

- Общая психотерапия включает комплекс психических воздействий на пациента, направленный на повышение его сил в борьбе с болезнью, на создание охранительно-восстановительного режима, исключающего психическую травматизацию. При этом психотерапия является вспомогательным средством, создающим общий фон, на котором проводят другие виды лечения (медикаментозное, хирургическое, физиотерапевтическое и др.). Общая психотерапия неразрывно связана с медицинской деонтологией, составляя с ней единую систему поведения медперсонала.

Если медицинская деонтология ориентирует медицинский персонал (в частности, медсестру), что он должен и чего не должен делать, то психотерапия вооружает его методами, с помощью

которых он может этого достичь. Психотерапия включает в свой арсенал и словесные воздействия, и эмоционально-психологический климат, окружающий пациента. В широком смысле психотерапия позволяет выработать жизненные установки, создать вокруг него положительную обстановку, организовать соответствующий режим поведения. Психотерапия содержит элементы психопрофилактики и психогигиены.

- Основными методиками частной, или специальной, психотерапии являются рациональная, суггестивная психотерапия, самовнушение, аутогенная тренировка и др.

1. Суггестивная психотерапия. Суггестия (внушение) наиболее полно присутствует в методиках психотерапии. Для разработки теории и практики внушения много сделал В. М. Бехтерев, предложивший методику отвлекающего от болезненных переживаний внушения, и его ученик Б. Н. Синани, разработавший систему мотивированных внушений, тесно связанных с доверием и положительным эмоциональным отношением пациента к специалисту.

2. Рациональная психотерапия рассматривается как свободная от суггестивных и эмоциональных компонентов система чисто логического воздействия на психику, ставящая цель рассеять ошибочные представления о характере и тяжести его состояния.

3. Аутогенная тренировка (АТ) — один из методов медицинской реабилитации, включающий лечебное самовнушение, самопознание, нейросоматическую тренировку, седативную и активизирующую психотренировку в условиях мышечной релаксации, ведущий к самовоспитанию и психической саморегуляции организма.

Основные цели метода АТ — овладение навыками самоуправления внутренними механизмами жизнедеятельности, тренировка этих механизмов и повышение возможности их коррекции.

Аутогенная тренировка рассматривается как одна из необходимых и эффективных форм лечебной физической культуры (ЛФК), использующей общеразвивающие, специальные, дыхательные и другие физические упражнения для регуляции мышечного тонуса.

Физические аспекты АТ:

- выработка умения регулировать тонус поперечнополосатой и гладкой мускулатуры туловища, конечностей, органов для полного или дифференцированного мышечного расслабления или повышения тонуса отдельных мышц;
- приобретение навыка ритмичного дыхания за счет мысленной регуляции интервалов фаз вдоха и выдоха;
- овладение навыком ритмичного дыхания за счет мысленной регуляции интервалов фаз вдоха и выдоха;
- овладение навыками редуцированного, медленного, поверхностного дыхания, а также физического дифференцированного ощущения частей и органов своего тела.

Психологические аспекты АТ:

- воспитание навыков образных представлений;
- аутогенная медитация, аутогенное погружение;
- выработка навыков мобилизации психофизиологического состояния и т. п.

Метод АТ основывается на стимулировании внутренних механизмов психической и вегетативной сферы человека. Центральное место в раскрытии этих механизмов занимает саморегуляция исходно произвольных функций за счет создания в коре головного мозга при помощи «слова», «образа», «представления» мощного главенствующего очага возбуждения, так

называемой доминанты, которая способна затормозить другие текущие процессы (ответные реакции на внешние и внутренние раздражители) и тем самым создать оптимальные условия для самовнушения, гипноза, аутогенного погружения и медитации. Задача АТ — не только научить пациента создавать доминанту, но, главное, подчинить ее своей воле, управлять доминантой в целях подавления патологической импульсации из больного органа или очага. Уровень возбуждения нервной системы значительно влияет на выраженность доминанты и, в свою очередь, зависит от тонуса соответствующих групп мышц. Поэтому определяющий, базисный элемент АТ — тренированная мышечная релаксация, на основе которой реализуются все приемы аутогенного воздействия.

4. Метод прогрессивной мышечной релаксации заключается в использовании комплекса физических упражнений, чередующих напряжение с последующим мышечным расслаблением групп мышц с целью максимально возможной релаксации определенной мускулатуры. Возможно и применение элементов мануальной терапии (например, растяжение мышц, ПИР и др.).

5. Групповая и коллективная психотерапия является самостоятельной методикой. Она опирается, с одной стороны, на то, что в группе больных повышается внушаемость, и возникают особые условия интерперсонального общения; с другой стороны, этот метод позволяет открыть новые возможности для тех психотерапевтических методик, которые применяются индивидуально.

Программы психогигиенических и психопрофилактических мероприятий реализуются в комнатах психологической разгрузки (КПР). Основные факторы, используемые в КПР:

- Санитарно-гигиенические (комфортные микроклиматические условия, оптимальный воздушно-газовый состав, зрительный и акустический комфорт);
- Физиологические (кислородно-витаминный коктейль, удобная расслабляющая поза, релаксационное дыхание, позно-тонические упражнения и др.);
- Психофизиологические (воздействие светом, цветом, музыкой, интерьером, запахом и др.);
- Физиотерапевтические (самомассаж, гидроаэризация, воздействие фитонцидами и др.);
- Психогигиенические (АТ, психофизическая гимнастика, нейростимулирующая тренировка, внушение, рационально построенная методика психотерапии, консультации, беседы и др.).

Сеанс психологической разгрузки, большую часть которого составляет аутотренинг, продолжается, как правило, 10–15 минут и проводится в определенной последовательности.

Противопоказания к проведению курса психотерапии:

- Те же, что и к проведению занятий по лечебной физической культуре;
- Острые соматические и вегетативные кризы, гипертоническая болезнь III степени;
- Острые расстройства органов дыхания;
- Острые неврологические нарушения, сопровождающиеся судорожными синдромами, нарушениями сознания;
- Снижение интеллекта и памяти;
- Возраст до 12 лет.

Таким образом, система поэтапной психологической реабилитации позволяет предупредить развитие психопатологических изменений, способствует достижению конечной цели реабилитации — восстановлению личностного и социального статуса пациента.

3.2.3. ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

За последние два десятилетия было разработано и научно обосновано значительное число методов, направленных на активизацию деятельности ослабленных (паретичных) мышц и восстановление управления анатомически интактной мышцей сохранившимися, но заторможенными, моторными центрами спинного мозга. При этом важную роль в восстановлении двигательных функций ряд авторов отводят направленному усилению проприоцепции, которое проводится на всех этапах восстановительного лечения (Найдин В. Л., Коган О. Г. и др., Гусев Е. И., Скворцова В. И., Епифанов В. А., Епифанов А. В., Аухадеев Э. И. и др.). Такое усиление осуществляется в системе лечебной физической культуры преимущественно тремя путями:

I. Система функциональной терапии (лечебная физическая культура) — это прежде всего терапия регуляторных механизмов, использующая наиболее адекватные физиологические пути мобилизации собственных приспособительных, защитных и компенсаторных свойств организма для ликвидации патологического процесса. Вместе с двигательной доминантой восстанавливается и поддерживается здоровье (Мошков В. Н., Коган О. Г., Найдин В. Л., Журавлева А. И., Каптелин А. Ф., Епифанов В. А. и др.).

II. Система «проприоцептивного облегчения» (*Kabat H.*). Нейромышечное облегчение (перевоспитание), которое начинается с удаления положения диссоциации (*Mental alienation*) ослабленной (парализованной) мышцы. Это перевоспитание начинается с момента, когда общее состояние пациента разрешает и когда интенсивность мышечного спазма заметно понизилась. Способом перевоспитания является стимулирование, которым возбуждается проприоцептивный механизм диссоциированной мышцы и сухожилия. Весь процесс перевоспитания в рамках аналитического метода представлен как восстановление физиологической непрерывности нервных путей (*Kabat H.*): а) реставрация сознания пациента к выполнению движения; б) устранение инкоординации; в) восстановление мышечной функции; г) восстановление равновесия и передвижения.

III. Использование так называемых рефлекторных механизмов движения, то есть использование рефлексов, исходящих из рецепторов на периферии (*Rusk H.*, Стары О. и др.). Применение врожденных шейно-тонических рефлексов (*Bobath B.*, *Miratsky Z. et al.*) с включением дозированных поворотов и наклонов головы не только улучшает качество действия одной паретичной конечности, но и нормализует синергические связи этой конечности с другой, повышая степень согласованности их действия. При этом особенно повышается качество ходьбы. Рефлекторные упражнения, сочетаемые с преодолением различных степеней сопротивления, а также определенный выбор направления движения с учетом точек прикрепления сокращаемых и расслабляемых мышц позволяют восстанавливать нормальный рисунок сложных двигательных актов.

Рефлекторные упражнения оказываются эффективными, когда они направлены на получение исходных напряжений в глубоко паретичных мышцах и применяются в качестве пускового механизма.

Несмотря на различие методических приемов для восстановления движений системы лечебной физической культуры, используют следующие принципы:

- Аналитический принцип тренировки с избирательным сокращением определенной мышцы при исключении замещений и синкинезий;

- Постепенное увеличение мышечной нагрузки за счет исходных положений, отягощений, сопротивлений, количества повторений;
- Щажение паретичных мышц (с предупреждением их усталости и растяжения);
- Использование постуральных и других рефлексов.

Система функциональной терапии

Лечебная физическая культура (ЛФК) — метод лечения, использующий средства физической культуры с лечебно-профилактической целью и для более быстрого восстановления здоровья и трудоспособности пациента, предупреждения последствий патологического процесса.

ЛФК является не только лечебно-профилактическим, но и лечебно-воспитательным процессом. Применение ЛФК воспитывает у пациента сознательное отношение к использованию физических упражнений, прививает ему гигиенические навыки, предусматривает участие его в регулировании своего общего режима и, в частности режима движений, воспитывает правильное отношение больных к закаливанию организма естественными факторами природы.

Основные понятия о сущности действия лечебной физкультуры базируются на следующих положениях:

1. Стимулирующее влияние лечебной физкультуры на пациента осуществляется рефлекторным механизмом как основным. Это влияние складывается из тренирующего и трофического.
2. Любая рефлекторная реакция начинается с раздражения рецептора. На внутренние органы влияют три группы: экстероцепторы, проприоцепторы и интероцепторы. Главнейшим регулятором при занятиях физическими упражнениями является проприоцепция (кинестезия). Вызываемые ею моторно-висцеральные рефлексы имеют как безусловную, так и условно-рефлекторную природу.
3. Нормализация деятельности внутренних органов зависит в большей степени от их нейрорегуляторного аппарата, то есть вегетативных центров. Однако состояние последних определяется влияниями моторного анализатора, играющего доминирующую роль в регуляции вегетативных функций при мышечной деятельности. Гипокинезия же способствует патологическому доминированию вегетатики.

Практически ЛФК — это терапия регуляторных механизмов, использующая наиболее адекватные биологические пути мобилизации собственных приспособительных, защитных и компенсаторных свойств организма для ликвидации патологического процесса. Вместе с двигательной доминантой восстанавливается и поддерживается здоровье.

В процессе занятий ЛФК формируется новый динамический стереотип, реактивно устраняющий или ослабляющий патологический стереотип. Оптимальный стереотип характеризуется доминированием моторики; в восстановлении его и заключается общая задача ЛФК (Могендович М. Р.). Практически ЛФК — это терапия регуляторных механизмов, использующая наиболее адекватные биологические пути мобилизации собственных приспособительных, защитных и компенсаторных свойств организма для ликвидации патологического процесса. Вместе с двигательной доминантой восстанавливается и поддерживается здоровье.

Одной из характерных особенностей ЛФК является процесс *дозированной тренировки* больных физическими упражнениями. Различают тренировку общую и тренировку специальную.

Общая тренировка преследует цель оздоровления, укрепления и общего развития организма пациента. Она использует самые разнообразные виды общеукрепляющих и развивающих физических упражнений.

Специальная тренировка ставит своей целью развитие функций, нарушенных в связи с заболеванием или травмой. При ней используют виды физических упражнений, оказывающие непосредственное воздействие на область травматического очага или функциональные расстройства той или иной пораженной системы (дыхательные упражнения при плевральных сращениях и др.).

В основе развития тренированности лежит совершенствование нервного управления. В результате тренировки увеличиваются сила, уравновешенность и подвижность нервных процессов, что ведет к улучшению регуляции функций. Одновременно совершенствуется и координируется взаимодействие моторных и вегетативных функций. Тренировка физическими упражнениями сказывается в первую очередь на функции дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Тренированный организм способен к более полной мобилизации функций, что связано со значительным диапазоном сдвигов во внутренней и во всей вегетативной сфере. Тренированный организм может без ущерба для себя выдерживать большие отклонения гомеостатических констант (рис. 3.5).



Рис. 3.5. Лечебно-профилактическое действие физической тренировки

Особенности тренированного организма:

- **Устойчивость**, характеризующуюся оптимальным уровнем биохимических и физиологических констант и их высокой стабильностью. Эти свойства обеспечивают значительную неподатливость организма к возмущающим влияниям физических упражнений.
- **Сопrotивляемость**, заключающуюся в способности тренированного организма к более полной мобилизации функций, что связано со значительным диапазоном сдвигов во внутренней среде и во всей вегетативной сфере. Это позволяет тренированному организму без ущерба выдерживать большие отклонения гомеостатических констант при мышечной деятельности.
- **Переносимость**, выражающуюся в выработанном в процессе тренировки свойстве организма сохранять определенный уровень работоспособности при крайне неблагоприятных условиях, связанных с выполнением тяжелой и утомительной работы, большим недостатком кислорода, воздействием высокой и низкой температуры и т. д.

С точки зрения теории моторно-висцеральных рефлексов физическая тренировка совершенствует не только мышцы и кинестезию как таковые, но и создает рефлекторную стимуляцию в направлении «*моторика — сердечно-сосудистая деятельность*», приспособляя таким образом кровообращение к потребностям мышц.

Принципы достижения тренированности

Положительный эффект, который получается от применения физических упражнений к больным людям, — результат *оптимальной тренировки всего организма*. На основании данных современной физиологии мышечной деятельности сформулированы основные принципы достижения тренированности. Они представляются в следующем виде:

1. *Систематичность*, под которой понимается определенный набор и расстановка упражнений, их дозировка, последовательность и т. д. Система занятий диктуется задачами, которые ставятся перед процессом тренировки. В ЛФК реализация этого принципа осуществляется частными методиками ЛГ, отличающимися при различных заболеваниях (повреждениях) друг от друга.
2. *Регулярность* занятий предполагает ритмичное повторение занятий физическими упражнениями и, соответственно, чередование нагрузок и отдыха. В ЛФК под регулярностью понимается ежедневность занятий.
3. *Длительность*. Эффект от применения физических упражнений находится в прямой зависимости от длительности (календарной) занятий. В ЛФК не могут иметь место какие-либо курсовые занятия физическими упражнениями по аналогии с курсами физиотерапевтического, медикаментозного и курортного лечения.
4. *Постепенное повышение нагрузки*. В процессе тренировки возрастают функциональные возможности и способности организма — параллельно им должна повышаться и нагрузка в занятиях ЛФК. В противном случае через определенный период времени объем нагрузки окажется настолько малым, что не будет вызывать в организме ответных реакций, совершенно необходимых для развития тренированности. Повышение нагрузки в процессе тренировки — один из путей физического совершенствования организма.

5. *Индивидуализация.* При тренировках необходим учет индивидуальных физиологических и психологических особенностей конкретно каждого занимающегося, сильных и слабых сторон его организма, типа высшей нервной деятельности, двигательных навыков и умений и пр. В ЛФК, как и в медицине вообще, следует обязательно учитывать также и индивидуальные варианты течения заболевания.
6. *Разнообразие средств.* В ЛФК рационально сочетаются, дополняя друг друга, гимнастические, спортивные, игровые, прикладные и другие виды упражнений. Этим достигается разнообразное влияние и воздействие их на организм.
7. *Всестороннее воздействие* с целью совершенствования нейрогуморального механизма регуляции и развития адаптации всего организма.
8. *Учет возрастных особенностей больных.*

Физические упражнения

В ЛФК основным фактором является не движение вообще, а физические упражнения как организованная форма движения (гимнастические, спортивно-прикладные, игровые, трудовые). Они рассматриваются как неспецифические раздражители, применяемые с лечебно-восстановительными целями. Движение только тогда будет выполнять свою лечебную и профилактическую роль, когда оно используется в организованной форме (физическое упражнение), в соответствии с медицинскими показаниями и задачами восстановительной медицины, применяется по научно-обоснованной методике, дозируется с учетом состояния пациента, особенности поражения (заболевания), расстройства функции пораженного органа и его толерантности к физической нагрузке.

Принципиально важно, что физические упражнения в состоянии закономерно менять (усиливать или ослаблять) центральные процессы возбуждения и торможения. Накоплено достаточно данных о действии физических упражнений на нейродинамику, а методики ЛФК располагают научно-практическим материалом по этому вопросу. Например, известно, что активные упражнения, выполняемые с достаточным мышечным напряжением, усиливают процесс возбуждения; дыхательные упражнения в произвольном расслаблении скелетной мускулатуры, наоборот, способствуют усилению тормозного процесса. В последнее время появилась возможность с принципиально новых позиций оценить роль возбуждения и торможения и сформулировать принцип охранительного возбуждения, имеющий важное значение в проблеме сущности биологической устойчивости организма (Могендович М. Р.). Активный двигательный режим и положительные эмоции, проявляющиеся при выполнении физических упражнений, служат источником энергии для самозащиты организма на всех уровнях его жизнедеятельности как в норме, так и в патологии.

Классификация физических упражнений

Физические упражнения подразделяют на общеразвивающие (общетонизирующие, общеукрепляющие) и специальные.

- Общеразвивающие упражнения направлены на оздоровление и укрепление всего организма.
- Задача специальных упражнений — избирательное воздействие на ту или иную часть (сегмент, регион) опорно-двигательного аппарата, например на стопу при плоскостопии

на позвоночник при его деформации, на тот или иной сустав при ограничении движений.

- В основу классификации физических упражнений положено несколько признаков.
- **Анатомический признак.** Выделяют упражнения для мелких (кость, стопа, лицо), средних (шея, предплечье, голень, бедро), крупных (конечности, туловище) мышечных групп.
- **Признак активности** — а) активные (выполняемые самим пациентом); б) пассивные (выполняемые с помощью инструктора с волевым усилием пациента); в) активно-пассивные (выполняемые пациентом с помощью инструктора).
- **Видовой признак** — дыхательные, порядковые, корригирующие, координационные, на равновесие, с дозированным сопротивлением и отягощением, висы и упоры, прыжки, ритмопластические движения.
- **По признаку использования гимнастических предметов и снарядов** — упражнения без предметов и снарядов, упражнения с предметами и снарядами, упражнения на снарядах (сюда же входит и механотерапия, тренажеры).

В соответствии с *общей кинематической характеристикой* упражнения разделяют на: а) циклические и б) ациклические. Общей чертой всех циклических движений является то, что выполняемая работа может характеризоваться разными мощностями и деятельностью.

Все циклические упражнения разделяются, в свою очередь, на **анаэробные** и **аэробные** с преобладанием анаэробного или аэробного компонента энергопродукции.

Аэробное упражнение — любой вид *физических упражнений* относительно низкой интенсивности, где кислород используют как основной источник *энергии* для поддержания мышечной *двигательной деятельности*. *Аэробный* (дословно — «воздушный») означает, что одного кислорода достаточно для адекватного удовлетворения потребности в энергии во время физического упражнения. Как правило, упражнения легкой или умеренной интенсивности, которые могут поддерживаться в основном аэробным метаболизмом, могут выполняться в течение длительного периода времени. К числу аэробных упражнений относят ходьбу, бег на месте, бег, плавание, коньки, подъем по лестнице, греблю, катание на скейтборде, роликовых коньках, танцы, баскетбол, теннис.

Анаэробное упражнение — в этом виде двигательной деятельности энергия вырабатывается за счет быстрого химического распада «топливных» веществ в мышцах без участия кислорода. Этот способ срабатывает мгновенно, но быстро истощает запасы готового «топлива» (0,5–1,5 минуты), после чего запускается механизм аэробной выработки энергии. Характерные примеры анаэробной двигательной деятельности — силовая подготовка и спринтерский бег. Различия между двумя типами двигательной деятельности происходят от разной продолжительности и интенсивности мышечных сокращений. От этого зависит способ, которым энергия производится внутри мышц.

Аэробные упражнения не дают столь же значительной прибавки в физической силе, как анаэробные. Поэтому для, например, *спортсменов* необходимо совмещение обеих типов тренировок. Механизм питания мышц под большой и резкой нагрузкой может быть развит только с помощью анаэробных тренировок. Тем не менее аэробные упражнения вносят большой вклад в развитие *сердечно-сосудистой и дыхательной систем*, необходимых для развития *выносливости*.

Ациклические движения не обладают слитной повторяемостью циклов и представляют собой стереотипно следующие фазы движений, имеющие четкое завершение. Ациклические движения предъявляют организму незначительные требования со стороны вегетативного обеспечения. Зато предъявляются особые требования к ЦНС и сенсорным системам, так же как и к определенным звеньям двигательного аппарата.

Все ациклические движения делятся на однократные и комбинационные. В свою очередь, однократные движения подразделяются на:

- собственно-силовые упражнения (например, с гимнастическими предметами и др.) осуществляются при одной переменной величине — преодолеваемом сопротивлении. Скорость мышечного сокращения изменяется незначительно;
- скоростно-силовые упражнения (например, прыжки, метание). Основной переменной величиной, в которой реализуется сила мышц, является скорость мышечного сокращения.

Комбинационные движения включают в себя все упражнения, оцениваемые по качеству выполнения (например, гимнастические и др.). Эти упражнения, кроме всего прочего, требуют от занимающегося внимательности, точности и координации выполняемых движений.

Упражнение на растяжение (стретчинг) — это вид аэробики, представляющий собой комплекс упражнений на растягивание. Стретчинг-направление, в первую очередь, нормализует работу организма, а также корректирует фигуру, и является средством реабилитации после перенесенных заболеваний и травм. Стретчинг оказывает положительное влияние практически на весь организм человека:

- снимает болевое ощущение после силовых упражнений;
- восстанавливает и сохраняет эластичность мышц;
- стимулирует сердечно-сосудистую систему, то есть активизирует периферические артерии и вены, что устраняет застойные явления;
- повышает костную минеральную плотность, оказывая профилактическое действие против остеопороза и переломов;
- увеличивает подвижность суставов;
- способствует повышению эластичности связок и сухожилий;
- улучшает осанку;
- улучшает психоэмоциональное состояние пациента;
- нормализует сон.

Показания к занятиям стретчингом:

- недостаточная физическая активность в повседневной жизни (гиподинамия);
- артрит;
- варикозное расширение вен;
- болезни сердца;
- постоянные стрессы, раздражительность и повышенная психоэмоциональная утомляемость;
- избыточная масса тела или ожирение начальной стадии.

Противопоказания к занятиям стретчингом. Занятия стретчингом в целом подходят абсолютно каждому вне зависимости от возраста и пола (Л. В. Морозова, Т. И. Мельникова, О. П. Виноградова).

Аутомобилизация. Этот метод получил свое развитие в последние годы в тесной связи с мануальной терапией. Упражнения и приемы, предложенные первоначально *Kaltenborn* и *Geyman*, разработаны позднее и дополнены *R. Lewit et al.* (1993). Методика аутомобилизации состоит в подборе целенаправленных упражнений, посредством которых достигают точного и определенного по направлению и размеру движения между двумя сегментами позвоночника. Характерными для

аутомобилизации, что отличает ее от обычных упражнений для позвоночника, являются строгая направленность и точная локализация воздействия (Бонев Л. и др.).

Режим мышечной деятельности

- **Преодолевающий режим работы мышц** (концентрический режим работы мышц). Мышца работает в *преодолевающем режиме*, если ее длина уменьшается. При работе в этом режиме момент силы, развиваемый мышцами, больше момента внешней силы). Мышца как бы «преодолевает» внешнюю нагрузку.
- **Уступающий режим работы мышц** (эксцентрический режим работы мышц). Мышца работает в *уступающем режиме*, если ее длина увеличивается. При работе в этом режиме момент силы мышц меньше внешнего момента силы. Мышца как бы «уступает» внешней силе.
- **Изотонический режим работы мышц.** Динамические физические упражнения характеризуются изотоническим режимом мышечного сокращения. При этих упражнениях происходит чередование периодов сокращения с периодами расслабления мышц.
- **Изометрический режим работы мышц.** При *статических физических упражнениях* режим мышечного сокращения изометричен. Мышцы, участвующие в осуществлении статического усилия (физического упражнения), находятся в состоянии повышенного тонуса без наличия чередования периодов сокращения с периодами расслабления. При статических упражнениях проявляется феномен *Lindhard* (кровообращение и дыхание разворачивают свои функции не во время самого статического усилия, а после его прекращения). Большая часть статических упражнений сопровождаются напряжением, повышением абдоминального и торакального давления и задержкой дыхания. По продолжительности развиваемого статического усилия упражнения в изометрическом режиме делятся на три основные группы: а) малой продолжительности (до 5 сек); б) средней продолжительности (6–30 сек); в) большой продолжительности (свыше 30 сек).
- **Ауксотонический режим работы мышц.** Ауксотонический режим (смешанный режим) характеризуется изменением и длины, и тонуса **мышцы**. При этом режиме сокращения происходит перемещение груза. Этот режим также называется динамическим. Имеются две разновидности этого режима: преодолевающий (концентрический) — длина **мышцы** уменьшается, уступающий (эксцентрический) — длина **мышцы** увеличивается.
- **Изокинетический режим работы мышц.** Изокинетическим сокращением принято называть такое изотоническое укорачивающееся сокращение, при котором мышцы сокращаются в течение всего объема движения всегда с противодействием максимальному сопротивлению, но меняются соответственно развитой силе. Таким образом, изокинетические упражнения являются новой динамической формой упражнений с противодействием максимальному сопротивлению.

Для правильного совершения изокинетического упражнения необходимо придерживаться следующих методических рекомендаций:

1. Стабилизация проксимальных (в отношении перемещаемого сегмента) частей тела;
2. Аллинирование оси движения тренируемого сустава с осью рычага изокинетического аппарата (гантели, штанга и др.). Это обеспечивает совпадение длины сегмента тела с подбранной длиной рычага прибора в продолжение всего объема движения.

Методика ЛФК должна определяться характером поражения, интенсивностью мышечного восстановления и стадией заболевания. При этом необходимо использовать активные движения как наиболее полноценные стимуляторы нервно-мышечной системы. Пассивные движения применяются с целью растяжения укороченных мышц-антагонистов, улучшения функции суставов и для выработки рефлекторных связей. Активные движения следует применять при первой возможности.

В связи с тем, что ведущее значение в клинической картине остеохондроза позвоночника занимают (в связи с болевыми ощущениями, явлениями дискомфорта и др.) нарушения движений, основная задача ЛФК сводится к нормализации двигательной деятельности пациента. Эта задача может быть решена путем применения комплексных воздействий, способствующих нормализации всех сторон двигательной деятельности с включением упражнений, направленных на:

- Нормализацию позно-тонических реакций, начиная от снижения спастического напряжения отдельных мышечных групп и заканчивая воспитанием сложных синергий;
- Борьбу с патологическими двигательными стереотипами (синкинезии, заместительные движения и др.);
- Укрепление всей мышечной системы пациента и увеличение подвижности суставов (особенно в пораженных позвоночно-двигательных сегментах и конечностях);
- Стимуляцию произвольных движений конечностями;
- Восстановлению оптимального динамического стереотипа.

Тренажеры различных конструкций широко применяют в период восстановительного лечения. С их помощью целенаправленно формируют двигательные качества (общая, скоростная и скоростно-силовая выносливость, быстрота, координация, сила, гибкость), являющиеся одним из показателей здоровья. Применение тренажеров в медицинских учреждениях позволяет существенно расширить диапазон средств и методов ЛФК, повысить не только оздоровительную, но и лечебную эффективность упражнений.

Такие технические устройства, как «бегущая дорожка» (тредмил), вело- и гребные тренажеры и им подобные, позволяют направленно развивать общую, скоростную и скоростно-силовую выносливость (рис. 3.6а, б).

Различные по направленности воздействия на организм тренажеры могут быть объединены в одном устройстве. С помощью таких универсальных тренажеров можно развивать практически все двигательные качества.

Упражнения на тренажерах подбирают с соблюдением принципа рассеянности физической нагрузки и перехода от простого упражнения к сложному; 30–40 % времени занятия посвящают укреплению мышц туловища (создание так называемого мышечного корсета).

Дозировка нагрузки обеспечивается:

- Количеством выполненных упражнений и числом их повторений;
- Степенью мышечного усилия;
- Темпом и объемом движений;
- Длительностью пауз отдыха между упражнениями (отдых должен быть активным).
- Занятия на тренажерах противопоказаны при обострении патологического процесса.



а)



б)

Рис. 3.6. Занятия на тренажерах различной конструкции и направленности действия:

а — кроссовер; б — платформа для жима лежа

Пулитотерапия — занятия на блоковых аппаратах, так называемая блокотерапия (рис. 3.7). Блок изменяет направление действия силы, не изменяя ее величины. Это свойство используют для оказания сопротивления отдельным мышечным группам посредством определенной массы (в кг). Для правильного использования блокотерапии необходимо соблюдать основные правила:

- исходное положение определяют исходя из общего состояния пациента и локализации поражения;
- нагрузку для пораженной мышцы, совершающей движение, подбирают индивидуально;

- при оказании сопротивления мышечной группе следует фиксировать проксимальный (неподвижный) сегмент конечности, так как действующая сила, особенно значительная, всегда побуждает к включению дополнительных сегментов тела (конечности);
- блок должен находиться в той же плоскости, в которой движется сегмент конечности;
- тяжесть (груз, кг) оказывает наибольшее сопротивление мышцам, когда трос, передающий сопротивление, и конечность (сегмент) составляют прямой угол.

Пулитотерапия рекомендуется при всех повреждениях и заболеваниях нервной системы, если необходимо избирательно работать над определенным суставом или мышечной группой с целью увеличения объема движения, релаксации, уменьшения болезненных ощущений, создания двигательных навыков.

Многофункциональный «петлевой комплекс» относится к блокотерапии, занятия на котором способствуют: а) увеличению мышечной силы и повышению тонуса; б) восстановлению подвижности и/или профилактики контрактур в суставе; в) релаксации мышц, восстановления после физических нагрузок, мобилизации позвоночника. На данном аппарате возможно осуществление различных типов мышечных сокращений (концентрического, эксцентрического, изометрического). Методика ЛФК на петлевом комплексе предусматривает: активно-пассивные упражнения, активные упражнения в облегченных положениях, разгрузку суставов конечности за счет вытяжения, использования корригирующих подвесов, укладок и блоков (рис. 3.8).



Рис. 3.7. Занятия на блоковом аппарате



Рис. 3.8. Мало групповой метод занятий с использованием петлевого комплекса TRX

Тракционная терапия. В настоящее время тракционная терапия является патогенетически обоснованным методом лечения позвоночника и неврологических проявлений остеохондроза.

Терапевтическое действие вытяжения характеризуется как устранением подвывихов дугоотростчатых суставов и уменьшением мышечных контрактур в пораженном ПДС позвоночника (снятие ФБ), так и снятием региональных и генерализованных патогенизирующих миофиксаций (активно формирующих основные патогенетические звенья проявлений остеохондроза), то есть оптимизацией двигательного стереотипа. Все это активизирует механизмы саногенеза и ведет к восстановлению первоначальных, «правильных» биомеханических взаимоотношений между позвонками. При этом происходит «ломка» патологической вертебромиостатики, что позволяет ускорить формирование оптимального ДС.

Многочисленными рентгенологическими исследованиями доказано, что в момент тракции расстояние между телами позвонков может увеличиваться на 1–2,5 мм, а вертикальный размер межпозвонковых отверстий — соответственно на 0,2–0,65 мм (это связано в первую очередь с растяжением спазмированных межпоперечных мышц пораженного ПДС при действии на них длительной статической нагрузки). При специальных исследованиях с введением под оболочки спинного мозга рентгеноконтрастного вещества доказана возможность уменьшения при тракции выпячивания межпозвонкового диска за границы позвонков. Также анатомо-топографические изменения проявляются снижением давления межпозвонкового диска на переднее внутреннее венозное сплетение и заднюю продольную связку, что, в свою очередь, ведет к уменьшению венозного и ликворного застоя и снижению отека корешков и межпозвонковых связок. При этом уменьшается раздражение интерорецепторов вен и окончаний синувентральных нервов, то есть снимается пусковой механизм возникновения болей, это легло во многие методы лечения позвоночника. Значительно уменьшается при проведении тракции внутридисковое давление, что порождает своеобразный эффект «присоски», способствующий втягиванию студенистого ядра внутрь диска. Однако КТ и МРТ исследования, проводимые в последние годы, не подтвердили предположение об уменьшении протрузии диска под влиянием растяжения позвоночника. Так что влияние этого механизма лечебного действия тракции остается не вполне ясным.

Вертикальное вытяжение позвоночника оказывает ряд положительных действий, при его проведении натягивается задняя продольная связка, позвоночника, давящая на сместившийся назад диск

или студенистое ядро подобно тетиве лука, толкающей вперед стрелу (чем больше натянута тетива, тем больше давит она на стрелу). Этому способствует еще и то, что задняя продольная связка плотно, «интимно» связана с телами смежных позвонков и «рыхло» крепится к межпозвоночному диску. Доказано также, что в момент вытяжения поясничный отдел позвоночника, как правило, лордозировается, в результате чего расстояние между отдельными позвонками становится больше в переднем отделе, чем в заднем. В этих случаях создается биомеханически обоснованная и целесообразная разность осмотических давлений внутри межпозвоночного диска — в задних отделах создается более высокое давление, чем в передних. Это способствует перемещению жидкой фазы, а за ней и плотных фрагментов диска в направлении градиента давлений, то есть из дорсальных отделов ПДС в вентральные.

Тракционная терапия показана в основном при компрессионно-механическом варианте развития вертеброгенных синдромов (то есть в 25–30 % случаев). При дисфиксационном механизме врачу необходимо помнить, что паравертебральная мускулатура в течение 2 часов после проведения тракции миографически нейтральна, то есть незащищена и существует большой риск возникновения осложнений, при дисгемическом варианте вытяжение может вызвать перегиб и ишемию межпозвоноковых артерий (исключая шейный отдел, так как в разных отделах позвоночника они входят в межпозвоночный канал под разными углами), а при асептико-воспалительном — возрастает риск травматизации возвратного нерва образовавшимися спайками и швартами (Ходарев С. В., Гавришев С. В., Молчаноский В. В., Агасаров Л. Г.).

Различают несколько методов вытяжения позвоночника в зависимости от:

- среды, в которой осуществляется вытяжение, — так называемое сухое вытяжение (вне воздействия водной среды) и подводное (в водной среде);
- положения тела пациента и направления тяги — горизонтальное и вертикальное вытяжение, а также вытяжение на наклонной плоскости;
- отдела позвоночника, на который направлено тракционное усилие, — шейные, грудные и поясничные тракции;
- ритма воздействия — непрерывные (постоянные) и прерывистые, интермиттирующие тракции.

При этом непрерывные тракции, характеризующиеся постоянным тракционным усилием, оказывают в основном декомпрессионное воздействие. Прерывистые тракции характеризуются постепенно увеличивающейся тягой, максимальный уровень которой удерживается в течение нескольких минут, затем тяга постепенно уменьшается, вплоть до полного расслабления. Прерывистая тракция более эффективна, чем непрерывная; воздействие на пациента при этом менее резкое и интенсивное. Интермиттирующее вытяжение состоит в том, что быстрая тракция, выполняемая на протяжении различного периода времени (сила тракции также варьирует), сменяется быстрой релаксацией, то есть выполняется вытяжение в заданном ритме. Наряду с воздействием на костно-суставной связочный аппарат интермиттирующая тракция избирательно воздействует на уровне мягких тканей (мышцы и т. д.) наподобие насоса, что способствует улучшению кровообращения — притоку и оттоку артериальной и венозной крови, лимфы (Д. Н. Вайсфельд, С. В. Ходарев и др.) (рис. 3.9а, б).

После процедуры показаны разгрузка позвоночника в течение 1,5 ч (на кушетке — лежа на спине) с последующей фиксацией пораженного отдела позвоночника разгрузочным ортопедическим ортезом/корсетом (в течение 45–60 мин). Разгрузочные ортезы/корсеты обеспечивают уменьшение осевой нагрузки на пораженный отдел позвоночника в результате перенесения части массы туловища на подвздошные кости (при патологии в пояснично-крестцовом отделе) и на надплечья (при патологии в шейном отделе).

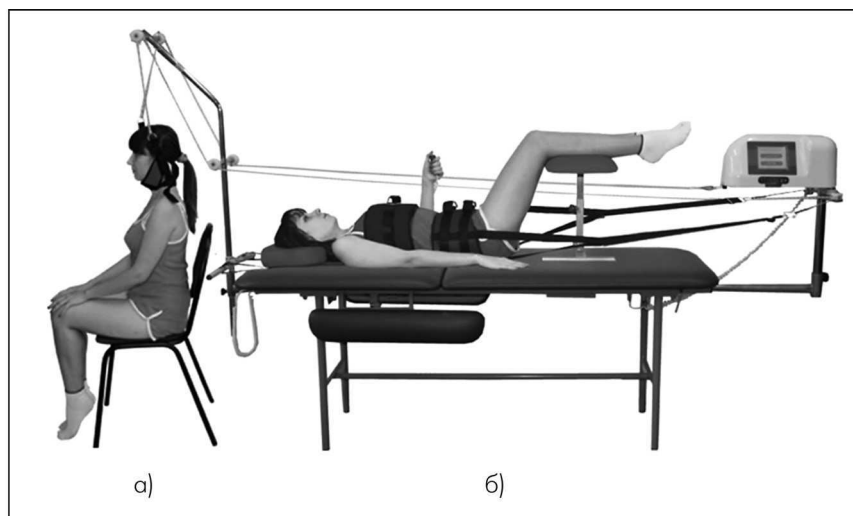


Рис. 3.9. Тракционное лечение:

а — вертикальное (шейный отдел позвоночника, петля Глиссона);
б — горизонтальное (поясничный отдел позвоночника)

Ношение ортопедического ортеза/корсета обязательно сочетают с занятиями ЛГ и массажем во избежание прогрессирующего ослабления мускулатуры туловища, шеи и плечевого пояса.

Физические упражнения в водной среде. При разработке программы лечения особенно важно предусмотреть условия, которые облегчили бы выявление минимальной мышечной силы в позвоночнике и способствовали бы мобилизации двигательной функции. Поэтому далеко не безразличны условия среды, в которой выполняются движения.

Плавание — одно из эффективных средств закаливания человека, способствующее формированию стойких гигиенических навыков. Температура воды всегда ниже температуры тела человека, поэтому, когда человек находится в воде, его тело излучает на 50–80 % больше тепла, чем на воздухе (вода обладает теплопроводностью в 30 раз и теплоемкостью в 4 раза большей, чем воздух). Купание и плавание повышают сопротивление воздействию температурных колебаний, воспитывают стойкость к простудным заболеваниям.

Физиологическое действие воды

Эффективность занятий физическими упражнениями в воде заключается в ее физических свойствах.

Вязкость воды — это свойство жидкости оказывать сопротивление перемещению одной ее части относительно другой. При движении частиц воды относительно друг друга возникает сила трения, препятствующая движению. Эта сила и обуславливает возникновение вязкости. При повышении температуры воды ее вязкость уменьшается (Гоглова́тая Н.).

Плотность воды превышает плотность воздуха более чем в 800 раз и является основной причиной высокого сопротивления (Лоуренс Д.).

Теплопроводность и теплоемкость. Вода обладает большой теплопроводностью и теплоемкостью, что в сочетании с конвекцией (движением воды вдоль тела) создает предпосылки для усиленной теплопотери в воде. Теплопотери активизируют биохимические процессы организма, связанные с выделением тепла, а мышечная деятельность еще более усиливает их.

Плавуемость тела — это состояние тела пловца в воде, на которое, согласно закону Архимеда, действует выталкивающая сила, равное массе вытесненной жидкости, то есть человек при погружении в воду теряет в массе столько, сколько весит вытесненная им вода. Удельный вес воды может изменяться в зависимости от температуры, а также при различных примесях (Р. Бахман). А также немало важные физические свойства воды, такие как гидростатическое равновесие тела и сопротивление воды при плавании, резко отличаются от свойств воздушной среды, обычной для человека, и делают водную среду более благоприятной для занятий физическими упражнениями.

В настоящее время предлагаются формы двигательной активности в воде: рекреативное плавание, оздоровительное плавание, лечебно-оздоровительное плавание и кондиционное плавание (Булгакова Н. Ж.).

Рекреативное плавание направлено на улучшение физического и психоэмоционального состояния людей на основе активного отдыха путем организации развлечений и досуга с использованием средств плавания и купания. Рекреативное плавание способствует поддержанию определенного уровня здоровья и закаливанию (Викулов А. Д.).

Оздоровительное плавание. Основными задачами являются достижение и в дальнейшем поддержание желаемого состояния уровня здоровья, повышение качества жизни, профилактика заболеваний, связанных с возрастом и вредными воздействиями окружающей среды. Оздоровительным плаванием рекомендуется заниматься 3–4 раза в неделю по 30–45 мин.

Лечебно-оздоровительное (реабилитационное) плавание отличается от оздоровительного контингентом занимающихся. Если оздоровительным плаванием занимаются практически здоровые люди, то лечебным — люди, имеющие ухудшения в состоянии здоровья, которые можно исправить или компенсировать с помощью специально подобранных средств в водной среде. Интенсивность занятий лечебным плаванием обычно ниже, чем оздоровительным плаванием, меньше и продолжительность одного занятия. Для достижения необходимого эффекта от лечебного плавания целесообразно увеличивать частоту занятий, вплоть до каждодневных.

Кондиционное плавание. Нагрузки кондиционного плавания заметно превышают нагрузки, применяемые в оздоровительной тренировке, поэтому они используются для достижения высокого уровня плавательной подготовленности. К кондиционному плаванию можно отнести поддержание спортивного долголетия — плавание для ветеранов, где целью является не достижение максимального результата, а поддержание уровня двигательных качеств и плавательной подготовленности. Частота занятий составляет от 3 до 6 раз в неделю, продолжительность — от 40 до 60 минут (Кнейп С.).

При занятиях плаванием применяют чаще всего стили плавания, представленные на рисунке 3.10.

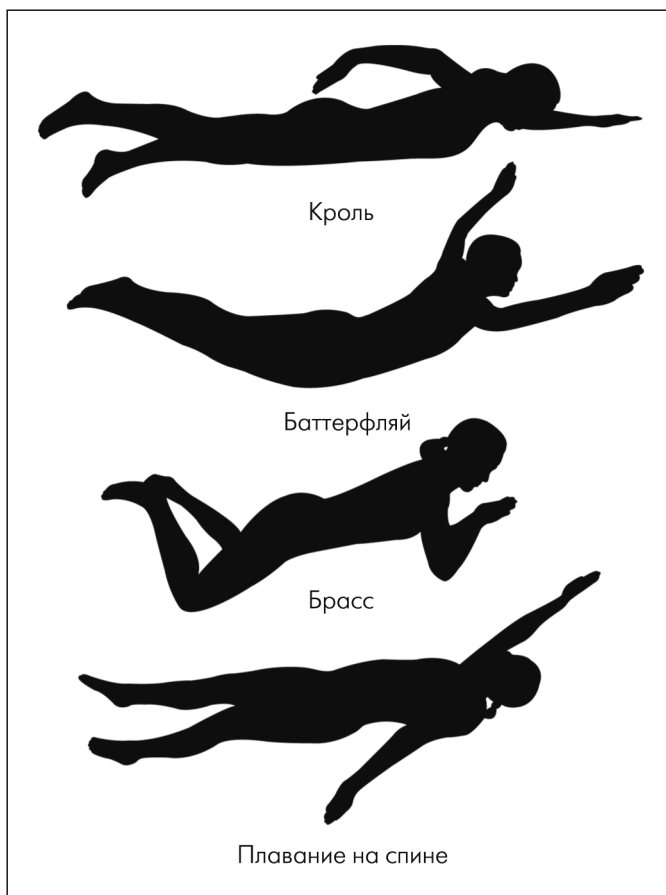


Рис. 3.10. Стили плавания

Эффекты плавания

- Занятия в воде снижают осевую нагрузку на позвоночник и ударную нагрузку на суставы.
- Нагрузка в воде позволяет тренировать основные группы мышц, укрепляя мышечный корсет туловища, улучшая осанку, снижая болевые ощущения (например, в различных отделах позвоночника).
- Тренировки повышают эластичность мышц и связочного аппарата, а также подвижность суставов.
- Регулярные занятия в водной среде способствуют закаливанию организма, снижению массы тела, улучшению тонуса кожных покровов.
- Разнообразные физические упражнения (особенно в сопровождении музыкального оформления занятия) значительно снижают психоэмоциональное перенапряжение.

Плавание оказывает положительное влияние на деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем. У людей, систематически занимающихся плаванием, возрастает величина ударного

объема сердца, частота сердечных сокращений в покое снижается от 60 до 55 (50) уд/мин. Для сравнения: у незанимающихся спортом частота сердечных сокращений обычно колеблется в пределах от 65 до 57 уд/мин.

Занятия плаванием укрепляют аппарат внешнего дыхания, вырабатывают правильный ритм дыхания, увеличивают жизненную емкость легких (ЖЕЛ), поскольку плотность воды затрудняет выполнение вдоха и выдоха: вдоха — из-за давления воды на грудную клетку, выдоха — из-за сопротивления воды. Люди, систематически занимающиеся плаванием, имеют высокие показатели ЖЕЛ и экскурсии грудной клетки (величина ЖЕЛ у пловцов-спортсменов находится в пределах 7000 см³).

Плавание укрепляет нервную систему, улучшает сон, аппетит и часто рекомендуется врачами с этой целью как лечебное средство.

В оздоровительных тренировочных занятиях различают следующие основные компоненты нагрузки: тип и величину нагрузки, продолжительность (объем) и интенсивность, периодичность занятий (количество раз в неделю), продолжительность интервалов отдыха между занятиями.

Противопоказания к занятиям оздоровительным плаванием

Основными противопоказаниями к выполнению физических упражнений в воде являются: остеомиелит, открытые раны, фурункулез; кожные заболевания (гнойничковые, экзема, эпидермофития и др.); заболевания ЛОР-органов (перфорация барабанной перепонки, отиты среднего уха, фронтиты и гаймориты и др.); венерические заболевания (СПИД, гонорея, сифилис, трихомонадная инфекция и др.); высокая температура тела и расстройства функции желудочно-кишечного тракта (понос, дизентерия и др.); психические заболевания (шизофрения, эпилепсия); перенесенный инфаркт миокарда, стенокардия покоя, повышение артериального давления, болезнь Рейно, облитерирующий эндартериит, пороки сердца, ревматизм в стадии обострения и др.; бронхиальная астма, бронхоэктатическая болезнь, туберкулез в активной форме и др.; пиелонефрит, острый цистит и др.

Аквааэробика

Все больше становятся популярными занятия фитнесом в воде, которые иначе называют аквааэробикой, или гидроаэробикой.

Аквааэробика — это выполнение широкого спектра физических упражнений в воде: от активных развлечений в воде (игры) до серьезных занятий под музыку, часто имеющих спортивную направленность (Шенфилд Б.).

Аквааэробика полезна молодым и спортивным, пожилым и людям, имеющим отклонения в состоянии здоровья, а также людям, желающим быстрее восстановиться после травм или операций (Коган Т. А.).

Аквааэробика имеет преимущество над другими видами физической активности в том, что в воде физические недостатки и скованность движений скрыты от посторонних глаз. Это позволяет занимающимся чувствовать себя более комфортно и делает их более раскованными. Они могут лучше концентрироваться на выполняемой задаче, что помогает им легче справиться с ней (Давыдов В. Ю.).

Формы аквааэробики (Смолевский В. М., Ивлев Б. К.)

Аквааэробика в неглубокой воде:

- базовая аэробика;
- степ-аэробика;
- танцевальная аэробика (на основе классического танца, джаз танца);
- аэробика с использованием различных отягощений, предметов (плавательных досок, мячей);
- аэробика в виде круговой тренировки.

Аквааэробика на глубине:

- игры;
- реабилитационная гимнастика
- аквааэробика для спортсменов различной специализации и классификации.

При построении комплексов упражнений аэробной направленности используются базовые элементы аквааэробики и их разновидности (Василец В. В.):

1. Ходьба или бег (на месте; вперед и назад; в сторону; вокруг своей оси; лежа на спине, на груди, на боку и т. д.).
2. Удары, махи ногами (прямой и согнутой в коленном суставе ногой; вперед — назад; в сторону; попеременно и одновременно обеими ногами; стоя вертикально; лежа; с продвижением и т. д.).
3. «Ножницы» (на месте; с продвижением; стоя вертикально; сидя; с поворотом и т. д.).
4. Прыжки и выталкивания (на одной ноге; на обеих ногах; ноги вместе; ноги врозь и т. д.).
5. Перекаты (вперед-назад (со спины на грудь); слева-направо (с боку на бок); через группировку; с прямыми ногами).
6. Элементы плавания (вертикально, ноги «басс», ноги «кроль»; сидя, ноги «кроль» и т. д.).

Основные направления аквааэробики:

- AQUA ADVANCE — аквааэробика с использованием различной хореографии в воде, направленная на развитие координации и проработку мышц всего тела. Рекомендуется для любого уровня подготовленности. Интенсивность средняя и высокая. Оборудование — перчатки.
- AQUA-CIRCUIT. Нагрузка проводится циклично, как бы по кругу: сначала аэробная часть, затем — силовая, небольшой отдых и снова: аэробная-силовая-отдых. Упражнения средней интенсивности продолжаются 30 минут. Рекомендуется для любого уровня подготовки.
- RUNNING MEN («Бегущий человек») — интервальные тренировки, которые сочетают бег и упражнения в специальном оборудовании. Во время занятий чередуются упражнения, направленные на расслабление мышц, с изотоническими упражнениями, направленные на укрепление мышц и увеличение подвижности в суставах. Рекомендуется для подготовленных спортсменов (рис. 3.11).
- АКВА-ЙОГА — тренировка в воде с выполнением элементов классической йоги (Э. Профит, 2006).
- SUP'P — программа с использованием специального оборудования в виде доски для серфинга SUP'P и «весла». Тренировка дается в разных тренировочных режимах и сочетает в себе упражнения в воде и на доске. Способствует развитию мышц туловища и конечностей, координации движений, равновесия. Рекомендуется для среднего и высокого уровня подготовленности. Интенсивность средняя и высокая. Оборудование — SUP'P (рис. 3.12).



Рис. 3.11. Программа running men



Рис. 3.12. Групповое занятие с использованием специального оборудования

- AQUA NOODLES — аквааэробика с использованием специального оборудования *noodle*. Это название гибкой палки. Тренировка направлена на развитие аэробной выносливости, гибкости, координации (рис. 3.13). Рекомендуется для любого уровня подготовленности. Интенсивность средняя и высокая. Оборудование — нудл (*noodle*).
- AQUA DEEP — программа без использования дна бассейна. Все занятие человек находится как бы в «подвешенном состоянии» и пытается сохранить мышечный баланс для того, чтобы при выполнении ряда упражнений все время находиться в одной точке (на одном месте). Рекомендуется для среднего и высокого уровня подготовленности. Интенсивность средняя и высокая. Оборудование: пояса, гибкие палки и др. (рис. 3.14).
- AQUA CUFFS — программа с использованием специального плавучего оборудования, которое крепится на ноги и позволит быстрее привести в тонус мышцы тазового пояса и нижних конечностей. Занятие способствует развитию силовой выносливости. Рекомендуется для любого уровня подготовленности. Интенсивность средняя и высокая. Оборудование — *cuffs* (специальные плавучие манжеты).



Рис. 3.13. Групповое занятие по программе Aqua Noodles



Рис. 3.14. Групповое занятие по программе Aqua Deep

- AQUA ТАВАТА — функциональная тренировка в воде с использованием специальных интервалов. Способствует развитию всех основных качеств занимающегося. Рекомендуется для любого уровня подготовленности. Интенсивность средняя и высокая. Оборудование на выбор тренера.
- AQUA PILATES — программа «Пилатес в воде» рекомендуется для лиц, имеющих опыт занятий пилатесом в зале. Интенсивность низкая и средняя. Оборудование на выбор тренера.
- AQUA POWER — силовая аквааэробика. Программа направлена на развитие силовой выносливости мышц плечевого пояса и верхних конечностей. Рекомендуется для любого уровня подготовленности. Интенсивность средняя и высокая. Оборудование — водные гантели.

- AQUA JUMP — направлена на развитие кардиореспираторной выносливости. Рекомендуется для среднего и выше уровня подготовленности. Интенсивность высокая. Оборудование — аквабатут (рис. 3.15).



Рис. 3.15. Занятия на аквабатуте

- AQUA STEP — аквааэробика с использованием специальной платформы. Способствует развитию мышц тазового пояса и нижних конечностей. Интенсивность средняя и высокая. Рекомендована для любого уровня подготовленности. Оборудование — степ-платформа.
- AQUA KIBO — программа с использованием специальных груш для кикбоксинга. Направлена на развитие мышц всего тела. Тренировка силовой и кардиореспираторной выносливости. Рекомендована для вышесреднего уровня подготовленности. Интенсивность высокая. Оборудование: груши для кикбоксинга и накладки на руки.
- PRENATAL — аквааэробика для беременных со II триместра. В течение тренировки снимаются отеки, характерные для этого периода, и **улучшается гибкость**. Используются специальные упражнения для мышц, участвующих в родовой деятельности. Интенсивность средняя. Оборудование: нудл, перчатки.
- SWIMMING — обучение спортивному плаванию. Эффективная тренировка для сердечно-сосудистой системы и органов дыхания.
- WATSU, FLOATING — миофасциальный релиз. Тренер проводит сочетанные приемы миофасциального релиза, направленные на релаксацию напряженных мышечных групп с последующими приемами растяжения мышц.
- AQUA TREADMILL — программа с использованием водной дорожки. Отличие от тренировки в зале в том, что вода позволяет использовать много вариантов перемещения полотна дорожки и выполнять упражнения, направленные на увеличение силы и выносливости верхних конечностей, мышц плечевого и тазового пояса. Рекомендуется для любого

уровня подготовленности. Интенсивность средняя. Оборудование: дорожка и дополнительное малое оборудование на выбор тренера.

- AQUA BIKE — программа с использованием водных велосипедов (беговой дорожки). Тренировка для любителей этого рода активности. Развивает силу и выносливость мышц нижних конечностей, плечевого пояса, улучшает чувство равновесия и кардиореспираторную выносливость. Рекомендуется для любого уровня подготовленности. Интенсивность средняя и высокая. Оборудование — водный велосипед (рис. 3.16) или беговой дорожки.



Рис. 3.16. Занятия на водном велосипеде

В настоящее время появился новый вид оборудования для занятий аквааэробикой — гидротренажеры, изготовленные из современных высокопрочных материалов (рис. 3.17). Они легко устанавливаются на бортике глубокого или мелкого бассейна (Пармузина Ю. В.).



Рис. 3.17. Занятия на гидротренажерах

Аксессуары. К специальным приспособлениям для занятий аквааэробикой относят поддерживающее оборудование и оборудование, увеличивающее сопротивление воды.

- К поддерживающему оборудованию относят: поддерживающие пояса (аквапояс), гибкие палки (нудлс); плавающие гантели (аквагантели); штанги; ручные, ножные манжеты; плавательные доски.
- К оборудованию, увеличивающему сопротивление воды, относят: перчатки (акваперчатки); лопатки; ласты (аквафлиперсы); водные сапоги; аквагантели; нудлс; манжеты (рис. 3.18).

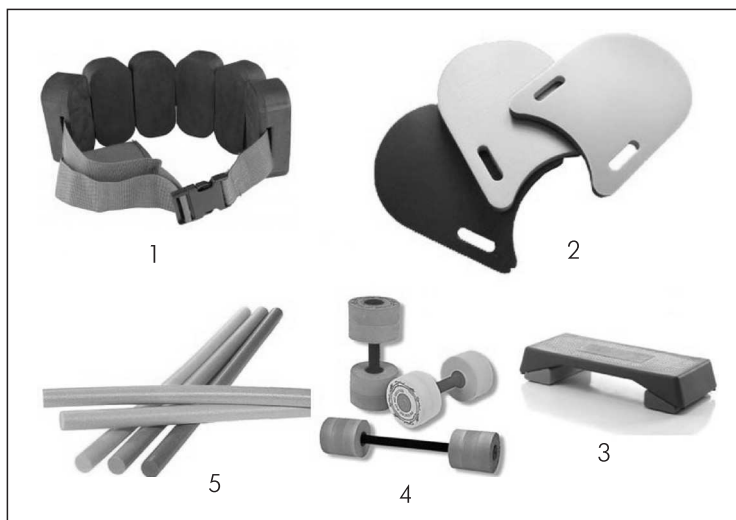


Рис. 3.18. Оборудование для занятий аквааэробикой:

1 — поддерживающий пояс; 2 — акваперчатки (мини-весла); 3 — специальная платформа;
4 — аквагантели; 5 — нудл (noodle)

- **Аквапояс (поддерживающий)** — предназначен для удержания тела наплаву, надевающийся на грудную клетку.
- **Акваперчатки** — специальные перчатки с перепонками для повышения сопротивления воды при плавании.
- **Утяжелители для рук и ног** — специальные водонепроницаемые манжеты, усиливающие сопротивление для тренировки различных мышц.
- **Акваласты для рук и ног** — приспособления для повышения нагрузки на плечевой пояс и ноги.
- **Эспандеры ленточные** — специальные резиновые ленты для повышения нагрузки на мышцы.
- **Платформа** — для улучшения координации, выносливости, имеет нескользящую поверхность и иногда массажную.
- **Мячи гимнастические** — диаметр около 17 см, предназначены для выполнения различных упражнений, обладают высокой плавучестью.
- **Гантели** — специальное оборудование для занятий в воде, балансируют уровень сопротивления.

- **Колобашка** — приспособление в виде восьмерки для удержания ногами, с помощью которого отключается работа ног, позволяя при плавании работать только плечевым поясом
- **Нудлс** — гибкие палки, предназначенные для удержания равновесия в воде, а также для выполнения упражнений на разные группы мышц.
- **Аквадиск** — инвентарь для проработки верхней части тела, для повышения выносливости, силы и гибкости.
- **Лопатка для аквабоксинга** — приспособление для оптимального сопротивления, улучшения координации и нагрузки при отработке движений в воде.
- **Аквастеп**.

Система (метод) проприоцептивного нейромышечного облегчения (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation — PNF)

Теоретическое обоснование и основные принципы метода PNF

В настоящее время в лечебной физической культуре наметилось направление, которое использует для активизации пораженных мышц комплексные движения в условиях проприоцептивного облегчения. Это направление оформилось в систему лечебной гимнастики, известную как система *Н. Kabat* (1950), или метод проприоцептивного нейромышечного облегчения (*PNF*).

Методика, разработанная доктором *Н. Kabat*, направлена главным образом на восстановление двигательной функции при заболеваниях и нарушениях центральной и периферической нервной системы. При этом используются определенные схемы и типы упражнений, приближающиеся к естественным движениям, исходя из того положения, что путем усиления сигналов со стороны проприорецепторов можно улучшить функциональное состояние двигательных центров.

Основные принципы метода:

- Ведущими и координирующими стимулами сокращения мышц являются проприоцептивные стимулы. Применение сложного движения, в котором главным считается элемент ротации в сочетании с выполнением движения в диагональной плоскости.
- Использование техники проприоцептивных раздражений с постепенным увеличением сопротивления (рука врача, инструктора), позволяющего выполнять координированные движения в необходимом объеме. Не отрицая важности пассивного движения как терапевтического средства, *Н. Kabat* подчеркивает, что «пассивные движения непосредственно ничего не осуществляют, что касается улучшения функции парализованных мышц, так как они не вызывают никакой произвольной деятельности в двигательных группах. Максимум реакции можно получить только при максимуме усилия».
- Широкое использование мышечного синергизма с целью максимальной стимуляции ослабленных мышечных групп. Автор утверждает, что «использование различных проприоцептивных стимулов, приобщающихся к волевым усилиям пациента, содействует облегчению функции и мышечному сокращению более сильному, чем вызываемые только путем волевого усилия».

При этом система (метод) *H. Kabat* предусматривает:

- а) отказ от постепенного возрастания физических нагрузок; максимальное сопротивление предлагается с самого начала лечения;
- б) полностью исключена аналитическая работа с пораженной мышцей; вместо изолированного движения пораженной мышцы предлагается комплексное движение, охватывающее одновременно и последовательно многие мышечные группы;
- в) одним из факторов, облегчающих сокращение паретичной мышцы, является предварительное ее растяжение;
- г) следует пренебречь усталостью и работать только по интенсивной программе максимальной активности; каждое усилие должно сопровождаться максимальной реакцией. Причиной снижения силы является не усталость паретичной мышцы, а привычная бездеятельность. Так, например, частое утомление передней большеберцовой мышцы во время ходьбы приводит к тому, что мышца выключается из комплекса произвольных движений, пациент привыкает к передвижению без нагрузки этой мышцы, а ее бездеятельность снижает мышечную силу.

Применение же метода проприоцептивного мышечного облегчения снимает утомление и бездеятельность отдельных мышц при выполнении движения;

- д) значительное место уделяется смежным и последовательным типам движений. Утверждая, что изолированных движений в практической деятельности человека не существует, *H. Kabat* обращает внимание на временную связь между отдельными движениями. Так, например, сжимание пальцев кисти в кулак обычно сочетается со сгибанием в локтевом суставе и разгибанием плеча (движение как бы притягивает к себе). В этом флексорном типе движения ясно выражена последовательность в работе вначале кисти, затем локтевого сустава и плеча. Противоположенный этому экстензорный тип движения (отталкивание от себя) характеризуется также временной последовательностью и наличием определенных взаимоотношений между отдельными мышечными группами.

Принципы метода *H. Kabat* существенно отличаются от классических методов восстановления нарушенных или компенсации утраченных двигательных функций (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Основные различия между классическими методами и системой (методом) *H. Kabat*
(цит. по Робинеску Н., 1972)

Классические методы	Система (метод) <i>H. Kabat</i>
Постепенный переход от пассивных к пассивно-активным, а позже — к свободным движениям	Максимум возможного сопротивления, оказанного с самого начала
Щажение усилия, избежание утомления, соблюдение усилий в рамках повседневной программы	Максимальная деятельность должна занимать наибольшую часть дня; не избегается утомление
Парализованные мышцы не подвергаются удлинению (диссоциируются)	Прибегают к удлинению, как к эффективной технике способствования
Перевоспитывается отдельная мышца	Проводится лечение большой группы мышц

Движения, предусмотренные данным методом, соответствуют естественной работе мышц и позволяют наиболее полноценно активизировать волокна сокращающихся мышц.

- Вращение (ротация) используется во время выполнения упражнения с целью более полного включения мышц в работу путем вовлечения вращающегося компонента. Например, при тренировке большой грудной мышцы движение рекомендуется начинать с поворота плеча внутрь, после которого следует приведение.
- Дозированное сопротивление, применяемое по отношению ко многим мышечным группам, является фактором сильного возбуждения мышечно-суставных рецепторов. Интенсификация и увеличение области двигательного и экстрарецепторного возбуждения создают оптимальные условия для реактивизации нарушенной двигательной функции, способствуя возникновению нервных связей на разных этапах ЦНС.
- Возбужденные посредством прикосновения или сжатия экстрарецепторы, а также посредством мышечного сокращения и движения сустава проприорецепторы пересылают полученный импульс через центростремительные чувствительные нервы к задним рогам спинного мозга. Поступающее сюда возбуждение может быть передано:
 - а) двигательным клеткам передних рогов спинного мозга, а затем — через центробежные двигательные нервы к эффектору;
 - б) восходящими эфферентными путями, идущими вдоль задних рогов спинного мозга к подкорковым центрам (подкорковым ядрам и мозжечку), а затем по нисходящим (эфферентным) путям — к двигательным клеткам передних рогов спинного мозга и дальше на периферию к эффекторам;
 - в) по восходящим путям к клеткам двигательных зон коры головного мозга, а затем по нисходящим путям — к двигательным клеткам передних рогов спинного мозга, и дальше — на периферию к эффекторам.

Таким образом, пересылаемое возбуждение может анализироваться на трех уровнях ЦНС:

- а) в спинном мозге;
- б) в подкорковых центрах;
- в) в коре головного мозга.

Анализ возбуждения на уровне спинного мозга или в подкорковых центрах основывается на условно-рефлекторных (врожденных) механизмах. Результатом этого становятся более или менее сложные реакции организма. Анализ элементарных, не очень сложных раздражений, поступающих от периферических рецепторов, происходит на уровне спинного мозга по принципу простых и сложных рефлекторных дуг. Например, быстрое растяжение мышцы вызывает ее напряжение (*рефлекс на растяжение*); раздражение кожных или подкожных тканей вызывает *рефлекс сгибания*.

Анализ раздражений, происходящий на уровне коры головного мозга, базируется на условно-рефлекторных (приобретенных) механизмах. Результатом анализа возбуждения в двигательном поле коры головного мозга является определенное произвольное действие (сознательное, целенаправленное). Например, все бытовые действия пациента.

Таким образом, сущность «нейромоторного мышечного облегчения» состоит в максимальном возбуждении периферии (экстеро- и проприоцепторов) и различных районов коры головного мозга с целью достижения мощной сигнализации и концентрации возбуждения в зоне повреждения. *Н. Kabat* полагает, что многократно повторенное движение может по принципу компенсации привести к созданию новых двигательных связей или к восстановлению нервной проводимости. Следует при этом подчеркнуть, что общее движение должно выполняться медленно, с достаточной координацией, то есть движение происходит одновременно в нескольких плоскостях, в которых

последовательные его элементы накладываются друг на друга. Например, сгибая пальцы кисти и запястье пациента, врач одновременно проводит супинацию предплечья; вращая кнаружи предплечье, врач одновременно сгибает руку пациента в локтевом суставе и затем (также одновременно) проводит сгибание, приведение и внутреннее вращение в плечевом суставе.

Соответствующая координация движения, сочетающаяся с дозированным сопротивлением, посредством включения более сильной группы мышц будет влиять на усиление активности ослабленных мышечных групп. Следовательно, мы имеем дело с использованием возбуждений, полученных при сокращении сильных мышц, для активизации групп или отдельных ослабленных мышц. Например, сильные мышцы кисти способствуют укреплению работы ослабленных мышц плеча, или сильные мышцы стопы — работы слабых мышц, окружающих коленный сустав.

Технические приемы системы (метода PNF)

Основная задача технических приемов метода *PNF* состоит в развитии у пациента функциональной подвижности с помощью проторения (облегчения), торможения, укрепления и расслабления мышечных групп.

«Проприоцептивное нейромышечное облегчение» достигается при помощи следующих методических приемов: а) максимального сопротивления движению; б) чередования антагонистов; в) предварительного растяжения пораженных мышц; г) комплексных двигательных актов; д) рефлексов.

Максимальное сопротивление движению. Считается, что сопротивление является фактором «проприоцептивного мышечного облегчения», влияние которого возрастает по мере приближения величины сопротивления к максимальным силовым возможностям упражняемого сегмента. Сопротивление зависит от вида мышечного напряжения, которому оказывается данное сопротивление. Типы мышечного напряжения условно подразделяются на следующие виды:

- Изотоническое (динамическое) — пациент пытается произвести какое-либо движение;
 - а) концентрическое — ограничение движений, выполняемых за счет мышц-агонистов;
 - б) эксцентрическое — движение осуществляется за счет применения внешней силы, гравитации или сопротивления;
 - в) стабилизирующее изотоническое — пациент намерен осуществить движение; движению пациента препятствует внешняя сила (например, рука врача, инструктора).
- Изометрическое (статическое) — напряжение мышц при отсутствии какого-либо движения.

Практически это используется в следующих приемах:

- а) сопротивление, оказываемое руками инструктора. Это сопротивление не постоянно и меняется по всему объему во время движения сокращающихся мышц. Оказывая максимальное сопротивление, врач (инструктор) заставляет работать мышцы пациента на протяжении всего движения с одинаковой силой, то есть в изотоническом режиме;
- б) чередование мышечной работы. Преодолевая «максимальное сопротивление», упражняемый сегмент конечности (например, предплечье) движется до определенной точки движения. Затем врач (инструктор), увеличивая сопротивление, препятствует дальнейшему движению. Пациента просят удерживать этот сегмент конечности в заданном положении и, увеличивая сопротивление, добиваются наибольшей активности мышц в изометрическом режиме работы, при котором мышцы предельно напряжены, но движение отсутствует. Увеличивают сопротивление достаточно осторожно, чтобы не превысить удерживающих

возможностей мышц. Пациент удерживает конечность в таком положении 1–2 с, затем, уменьшая сопротивление, просят его продолжать движение. Таким образом, изометрическая работа переходит в изотоническую. При смене типа мышечной работы инструктор может значительно снизить сопротивление, чтобы облегчить пациенту быструю перемену характера усилия. С началом активного движения инструктор доводит сопротивление до максимального;

- в) повторение сокращений мышц. Произвольное сокращение мышц продолжается до наступления усталости. Чередование типов мышечной работы проводится несколько раз на протяжении всего движения.

Движения с дозированным сопротивлением (рук врача, инструктора) обязательно должны применяться в сочетании с динамическими упражнениями (движениями), обуславливая специфическое воздействие на организм пациента. Этот методический прием способствует:

- Совершенствованию и расширению моторных качеств пациентов, обеспечивая повышение общей силовой подготовки и специфической выносливости к статическому усилию.
- Повышению функциональной способности всего локомоторного аппарата (прежде всего мышечной системы), совершенствованию его регуляции со стороны центральной нервной системы. Это обуславливает не только повышение мышечной силы и выносливости к статическому усилию, но и создает предпосылки к выработке навыка полноценного произвольного расслабления скелетной мускулатуры, имеющего принципиальное значение в регуляции мышечного тонуса.
- Нормализации тормозно-возбудительного равновесия в коре головного мозга, что обеспечивает установление, развитие и упрочение новых условно-рефлекторных связей и их безусловно-рефлекторной основы (моторно-висцеральных и висцеро-моторных при отчетливом доминировании первых).

Продолжительность (экспозиция) развиваемого статического усилия можно условно подразделить на три основные группы: а) малой продолжительности (до 5 с); б) средней продолжительности (6–30 с) и в) большой продолжительности (свыше 30 с).

Чередование антагонистов — это приемы, при которых пациент вначале сокращает агонистические мышцы, а затем — антагонистические, без какой-либо паузы или релаксации. Техника посменного действия антагонистов образует мощный источник действия (облегчения). Она основывается на законе последовательной индукции Шеррингтона. Последний установил, что у позвоночных животных сейчас же после возбуждения рефлекса сгибания раздражимость рефлекса разгибания сильно увеличивается. Аналогичные явления наблюдаются и при произвольном движении. Следовательно, эта техника состоит из возбуждения сокращения путем напряженного сокращения ее антагониста. Условно выделяют: а) динамическое чередование антагонистов, представляющее собой изотоническую технику, при которой пациент осуществляет движение сначала в одну сторону, затем в другую без остановки; б) ритмическая стабилизация предусматривает изометрическое сокращение антагонистических мышечных групп. Используют обе эти техники чередования для повышения силы и увеличения объема движений. Ритмическая стабилизация предназначена для тренировки способности пациента стабилизировать или удерживать тело в определенном положении.

1. Методика динамического чередования: а) врач (инструктор) оказывает сопротивление движениям пациента в одном направлении; б) при приближении к крайней точке необходимой

амплитудой движения меняет в обратную сторону направление нажима на проксимальный участок тренируемой части тела; в) по достижении пациентом крайней точки активной амплитуды движения врач (инструктор) подает команду изменить направление в обратную сторону без расслабления и начинает оказывать сопротивление на дистальный участок тренируемой части тела. Когда пациент начинает выполнять движение в обратном направлении, врач (инструктор) также изменяет направление оказания сопротивления.

- Медленное чередование изотонических сокращений антагонистов в рамках общих схем лечения.
- Медленное чередование со статическим усилием представляет собой изотоническое сокращение, за которым следует либо изометрическое сокращение, либо эксцентрическое сокращение, заинтересовывающее ограниченный объем той же мышечной группы.

2. Ритмическая стабилизация — этот прием начинается с изотонического движения конечности при «максимальном сопротивлении». В определенной фазе движения пациента просят удерживать конечность и увеличивают сопротивление соответственно силовым возможностям работающих мышц. Таким образом, изотоническая форма работы мышц переводится в изометрическую. Затем без паузы отдыха инструктор оказывает сопротивление в противоположном направлении, и пациента вновь просят удерживать конечность, но уже за счет мышц-антагонистов. Такое ритмическое переменное движение продолжается несколько раз.

Движения в суставах удерживаемого сегмента должны отсутствовать или быть незначительными. Ритмическую стабилизацию можно применять для одного сустава или для всей конечности при фиксации больным нескольких суставов в заданном положении.

Предварительное растяжение пораженных мышц. Существуют различные виды предварительного растяжения упражняемых мышц:

а) предварительное пассивное растяжение мышц. Учитывая анатомические особенности упражняемых мышц, конечности придают такое положение, при котором осуществляется растяжение пораженных мышц за счет сгибания или разгибания в нескольких суставах.

Например, для упражнения прямой мышцы бедра нижнюю конечность предварительно разгибают в тазобедренном и сгибают в коленном суставе. Этим растягивается и подготавливается к сокращению прямая мышца бедра. Затем упражняют эту мышцу в процессе разгибания в коленном суставе. Подобным образом добиваются предварительного растяжения других мышц;

б) быстрое растяжение из фиксированного положения конечности. Оказывая дозированное сопротивление мышцам-антагонистам, инструктор просит пациента фиксировать конечность в заданном положении, максимально активизируя работу непораженных мышц. Затем инструктор быстро уменьшает сопротивление, вызывая движение конечности пациента. Не доводя движение до полного объема, меняет направление движения на обратное, то есть включает в работе ослабленные мышцы. Таким образом, сокращение паретичных мышц происходит после их предварительного быстрого растяжения;

в) быстрое растяжение мышц, следующее непосредственно за активным движением. Преодолевая максимальное сопротивление, пациент выполняет медленное движение. Внезапно инструктор уменьшает сопротивление своих рук, что приводит к быстрому движению. Не доводя движения до полного объема,

г) инструктор меняет направление движения на обратное за счет включения пораженных мышечных групп.

Комплексные двигательные акты. Комплексный двигательный акт осуществляется совместным сокращением пораженных и сохранных или менее пораженных мышц. При этом упражняется не отдельная сокращающаяся мышца, а большие мышечные комплексы, участвующие в значительных и сложных двигательных актах, наиболее характерных для практической деятельности пациента. Все упражнения построены на основе бытовых и спортивных движений пациента.

- Упражнения с использованием реципрокных отношений. Движения выполняются одновременно двумя конечностями, при этом возможны:
 - а) одинаковые упражнения для обеих рук, ног;
 - б) одновременное выполнение антагонистических движений: например, одна рука производит сгибание-приведение-наружное вращение; другая — разгибание-отведение-внутреннее вращение;
 - в) одновременное выполнение разнонаправленных движений: например, одна рука осуществляет сгибание-приведение-наружное вращение, а другая сгибание-отведение-наружное вращение или разгибание-приведение-внутреннее вращение.
- Комбинированные движения конечностей:
 - а) асимметричные движения (пример для нижних конечностей). Положение пациента — лежа на спине, нижние конечности прижаты одна к другой и отведены от средней оси на 30–40°, а пальцы стоп согнуты. При таком положении, одна из нижних конечностей находится в отведении (в положении пациента первой диагонали), а вторая — в приведении (в положении пациента второй диагонали). Движение — нижние конечности согласно их положению следуют схеме движений диагоналей;
 - б) симметричные движения выполняются верхними или нижними конечностями, расположенными симметрично одной или двух систем диагоналей.

Для нижних конечностей движение при дозированном сопротивлении выполняется в основном при приведении и повороте внутрь или отведении и повороте кнаружи нижних конечностей.

- Взаимные движения. При этих движениях конечности выполняют схему двух диагоналей, в обратном направлении.

Двигательные схемы (шаблоны) PNF. Под «схемой» движения следует понимать группу определенных движений, выполняемых в конкретном исходном положении пациента.

В схемах *PNF* сочетаются движения во всех трех плоскостях: а) сагиттальная плоскость — сгибание или разгибание; б) фронтальная плоскость — приведение и отведение конечностей или боковые наклоны позвоночника; в) поперечная плоскость — внутреннее или наружное вращение. Движение выполняется только в косо́й плоскости, то есть по диагонали (рис. 3.19а, б).

Таким образом, по мнению *M. Rood, H. Voss, R. Herrlinger*, можно совершать «спиральные и диагональные движения».

Усиление активности мышц в пределах группы распространяется периферически (проксимально) и образует единую схему, связанную с другими двигательными схемами (иррадиация). В восстановительном лечении используется иррадиация от синергического сочетания мышц (схем) для усиления необходимых мышечных групп или функциональных движений.

Комбинация этих типов движений осуществляется в двух основных диагональных плоскостях. В первой плоскости конечность движения вверх к голове и кнутри (приведение), а в обратном направлении — вниз (от головы) и кнаружи (отведение). Во второй диагональной плоскости конечность движется вверх (к голове) и кнаружи (отведение), и в обратном направлении — вниз (от головы) и кнутри (приведение). Движения по направлению кверху — к голове — обозначены

как сгибание, независимо от того, направляются ли они к средней линии или от нее (например, поднятие вверх ноги или руки). При движении вверх по первой диагональной плоскости судят о сгибании-приведении, по второй диагональной плоскости — о сгибании-отведении. Данные термины происходят от характеристики движения в плечевом и тазобедренном суставах.

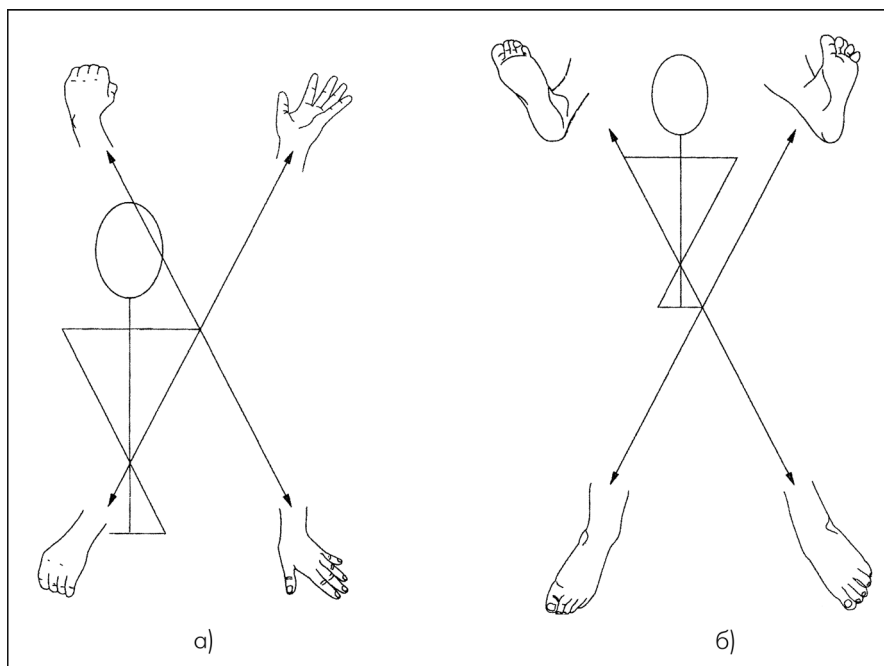


Рис. 3.19. Схема спиральных и диагональных движений:

а — для верхних; б — для нижних конечностей

Движения, выполняемые по направлению от головы книзу и кзади, определяются как разгибательные (например, опускание поднятой ноги или руки). Они также могут быть направлены к средней линии или от нее. В первом случае используется термин «разгибание-приведение», а во втором — «разгибание-отведение».

Сгибание конечностей комбинируется с наружным вращением и супинацией. Разгибание комбинируется с внутренним вращением и пронацией.

Это позволяет использовать в упражнениях или исключать определенные мышечные группы соответственно задачам индивидуального восстановления нарушенных движений.

Движения конечностей начинают с дистальных отделов (например, кисть, стопа), постепенно вовлекая более проксимальные отделы. Полный объем движения во всех участках двигательного рисунка достигается только в конечной фазе упражнения.

Всего существует 12 схем движений для верхних и 2 схемы движений для нижних конечностей, 1 схема движений для головы и мышц шеи, 1 схема движений верхнего отдела позвоночника

в сочетании с движениями рук и 1 схема движений нижнего отдела позвоночника в сочетании с движениями ног.

- ✓ Образец движения характеризует вид или способ его выполнения в рамках определенной схемы главным образом с учетом положения среднего сустава (например, локтевого или коленного). Например, движение конечности может быть выполнено: а) с разогнутым средним суставом; б) от разогнутого к согнутому среднему суставу; в) от согнутого к разогнутому среднему суставу.
- ✓ Чаще всего в одной схеме участвуют 6 «образцов движения» — 3 начальных и 3 возвратных за исключением движений туловищем и движений позвоночника (в шейном отделе), при котором реализуются 2 образца.
- ✓ Начальным движением является движение, при котором возникает сгибание в основном суставе (например, плечевом, тазобедренном суставах или суставах позвоночника).
- ✓ Возвратным называется движение, при котором происходит разгибание в основном суставе.
- ✓ Зная исходное положение начального образца, можно определить последовательность основного движения, помня при этом о принципе противоположности последующих движений исходному положению. Например, если рука пациента находилась в положении отведения, то последовать должно приведение; если она была разогнутой, то движение сгибания.

Положение пациента для каждого возвратного «образца движения» представляет собой конечное положение соответствующего начального «образца движения».

- ✓ Правильный захват является одним из основных условий четкости выполнения упражнений. Руки врача (инструктора) должны всегда противодействовать мышечным группам при каждом «образце движения», раздражая (путем сопротивления) кожные рецепторы тех мышечных групп, которые совершают сокращение.
- ✓ Это необходимо прежде всего для стимулирования процесса нейромышечного облегчения и увеличения возбуждения двигательных клеток передних рогов спинного мозга.
- ✓ Выполнение каждого «образца движения» врач (инструктор) должен закончить максимальным напряжением (изометрическим сокращением) всех мышечных групп, участвующих в движении (экспозиция 1–5 с).
- ✓ В ходе выполнения упражнения обязателен словесный контакт врача (инструктора) с пациентом, состоящий в подаче врачом коротких команд.
- ✓ Для усиления проприоцептивной сигнализации перед началом каждого движения применяется следующее воздействие:

Элонгация — мышечное растяжение. Для того чтобы были стимулированы к интенсивной деятельности, мышцы должны быть предварительно полностью растянуты, причем не только в пределах собственных связок, но и с включением соседних суставов, вблизи которых происходит данное движение. Например, двуглавая мышца плеча в полной мере растянута в том случае, когда плечо отведено под углом 45°, разогнуто, ротировано кнутри.

Для усиления стимуляции проприорецепторов врач (инструктор) должен дополнительно пассивно растягивать мышцы, расположенные на периферии (мышцы сгибатели и разгибатели пальцев кисти и стопы). Эти действия необходимо выполнять перед началом каждого движения.

Дополнительное пассивное растяжение мышц нецелесообразно в случае их значительной слабости.

Тракция — растяжение суставных поверхностей — должна присутствовать все время до завершения движения (например, движения, при которых происходит сгибание основного сустава). Сила тракции должна увеличиваться постепенно вплоть до достижения необходимого результата. Тракция выполняется во время всего движения и сочетается с дозированным сопротивлением рук врача (инструктора).

Компрессия — сближение суставных поверхностей. Чаще всего это движение, при котором происходит разгибание основного сустава. Компрессия суставных поверхностей должна удерживаться все время до завершения движения. Компрессия используется для: а) содействия стабилизации; б) облегчения удерживания пациентом собственной массы и сокращения мышц, задействованных при вертикализации; в) частичного сопротивления движениям пациента.

Компрессия применяется двумя способами:

- 1) быстрая компрессия: сила применяется быстро для достижения реакции рефлексорного типа;
- 2) медленная компрессия: сила применяется постепенно, в зависимости от выносливости пациента.

Концентрация состоит в максимальном напряжении наиболее сильных мышц с целью возбуждения ослабленных мышц, находящихся в данной синергической группе.

Если, например, сила мышц-сгибателей пальцев и кисти оказывается большей, чем сила мышц, сгибающих предплечье, то движение следует начинать с сокращения мышц-сгибателей пальцев и кисти.

При обратной ситуации — наоборот, движение начинается с сокращения мышц плечевого пояса, сгибателей предплечья и, наконец, мышц-сгибателей пальцев и кисти.

Во время выполнения движения врач (инструктор) должен обращать внимание на более слабые составные части данного движения, подводя к концентрации возбуждения в самой слабой мышечной группе, используя в качестве источника проприоцептивного облегчения сильные мышечные группы.

Таким образом, очередность мышечных сокращений при каждом движении должна быть следующей:

- а) концентрическое изотоническое сокращение сильных мышц, составляющих основу движения при дозированном сопротивлении (начало возбуждения слабых мышц);
 - б) изометрическое сокращение сильных мышц при максимальном сопротивлении;
 - в) концентрическое изотоническое сокращение слабых мышц, участвующих в данном движении при дозированном сопротивлении.
- Упражнения выполняются в различных исходных положениях пациента:
 - а) для верхних и нижних конечностей предпочтительно — лежа или сидя на стуле (для верхних конечностей);
 - б) для мышц туловища — сидя.

- Обычный порядок выполнения схемы:
 - а) вначале периферийная часть (рука и ладонь или стопа и лодыжка) движется по полной амплитуде и останавливается в определенном положении;
 - б) остальные компоненты схемы плавно двигаются вместе таким образом, чтобы конечная точка движения достигалась практически одновременно;
 - в) вращение является составной частью движения и ему оказывается сопротивление на протяжении всего движения (от начала до конца).
- Результат обследования мышечной силы является основой для выбора соответствующей методики движения. Вначале целесообразно использовать два или три «образца движения». Каждое движение следует выполнять несколько раз без перерыва между повторениями. Обычно прodelывается несколько серий каждого «образца движений» с короткими перерывами между последовательными движениями.

Условием правильного выполнения «образцов движения» является отсутствие болей в мышцах и суставах, а также полный или несколько ограниченный объем движений в суставах. Это обеспечивает возможность полного растяжения и сокращения мышц.

«Штрихом схемы» называют линию, образуемую рукой или ногой (дистальными отделами) во время движения конечности по своей амплитуде. Для *головы и шеи* штрих образуется плоскостью, проходящей через нос, подбородок и волосяной покров головы. Штрих *верхней половины туловища* проходит через ось плечевой кости, а штрих *нижней половины туловища* — через ось бедренной кости. Вследствие того, что туловище и конечности совершают совместное движение, штрихи соединяются или идут параллельно друг другу. Тело врача (инструктора) при этом должно располагаться на одной линии или быть параллельным соответствующим штрихам тела пациента.

Показания к назначению: метод применяется у больных с парезами и параличами (как вялыми, атоническими, так и спастическими), возникшими в результате поражения центральной нервной системы.

В последние годы показания значительно были расширены: состояние после инсульта и связанных с ним мышечных атониях и атрофии; частичном повреждении периферических нервов; ревматоидных заболеваниях (за исключением острых и подострых состояний); заболевании позвоночника; ограничении объема движений в суставах, обусловленном поражением связочно-мышечного аппарата.

Рефлекторные механизмы движения

Метод лечения с использованием рефлексов был разработан К. и В. Bobath. Анализируя причины двигательных нарушений у пациентов, авторы пришли к заключению, что основными из них являются: а) сенсорные расстройства разных степеней; б) спастичность; в) нарушения постурального рефлексного механизма; г) отсутствие возможности отборочного (селекционного) движения.

Сенсорные расстройства могут быть обусловлены самой комплексностью поражения, но в большинстве случаев они являются результатом повышенного мышечного тонуса. Этот