



*Моей жене*  
*Моей матери, художнику*  
*Моему отцу, хирургу*  
*Моему дедушке*

# Содержание

<i>Предисловие к 6-му изданию</i> . . . . .	12
<i>Предисловие к 5-му изданию</i> . . . . .	12
<i>Уведомление к 6-му изданию</i> . . . . .	13

## **Глава 1. Позвоночный столб в целом** **14**

Человек – это позвоночное. . . . .	14
Позвоночный столб: стабильная ось . . . . .	16
Позвоночный столб: ось тела и защита нервной оси . . . . .	18
Изгибы позвоночного столба, вид в целом. . . . .	20
Развитие изгибов позвоночного столба. . . . .	22
Строение типичного позвонка . . . . .	24
Изгибы позвоночного столба . . . . .	26
Строение тела позвонка . . . . .	28
Функциональные компоненты позвоночного столба . . . . .	30
Элементы, связывающие позвонки . . . . .	32
Строение межпозвонкового диска . . . . .	34
Сравнение пульпозного ядра с шарниром . . . . .	36
Состояние исходной нагрузки диска и самостабилизация межпозвонкового сустава . . . . .	38
Поглощение воды пульпозным ядром . . . . .	40
Компрессионные силы, прилагаемые к диску . . . . .	42
Вариации структуры диска по отношению к уровню позвоночника . . . . .	44
Поведение диска во время простых движений . . . . .	46
Автоматическая ротация позвоночного столба во время латерофлексии (боковой наклон). . . . .	48
Сгибание и разгибание позвоночного столба: объем движения . . . . .	50
Объем латерофлексии (бокового наклона) всего позвоночника . . . . .	52
Объем осевой ротации всего позвоночника . . . . .	54
Клиническая оценка объема подвижности позвоночного столба . . . . .	56

## **Глава 2. Тазовый пояс** **58**

Половые признаки костного таза. . . . .	60
Механическая модель тазового пояса . . . . .	62
Строение костного таза . . . . .	64
Суставные поверхности крестцово-подвздошного сочленения. . . . .	66

Суставная поверхность крестца и типы позвончиков . . . . .	68
Крестцово-подвздошные связки. . . . .	70
Нутация и контрнутация (наклон и контрнаклон) . . . . .	72
Различные теории нутации . . . . .	74
Лобковый симфиз и крестцово-копчиковое сочленение . . . . .	76
Воздействие позы на суставы тазового пояса. . . . .	78
Стенка таза . . . . .	80
Нижняя тазовая диафрагма . . . . .	82
Женская промежность . . . . .	84
Брюшинно-тазовые объемы. . . . .	86
Роды . . . . .	88
Мочеиспускание и дефекация на примере женской промежности. . . . .	92
Контроль мочеиспускания . . . . .	92
Контроль акта дефекации. . . . .	92
Мужская промежность . . . . .	94
Наружные ориентиры таза: ромб Михаэлиса (Michaelis) и плоскость Левинека (Lewinneck). . . . .	96

### **Глава 3. Поясничный отдел позвоночника 98**

Поясничный отдел позвоночника в целом. . . . .	100
Строение поясничного отдела позвоночника . . . . .	102
Связки поясничного отдела позвоночника . . . . .	104
Сгибание, разгибание и латерофлексия поясничного отдела позвоночника . . . . .	106
Ротация в поясничном отделе позвоночника . . . . .	108
Крестцово-поясничный сустав и спондилолистез . . . . .	110
Подвздошно-поясничные связки и подвижность пояснично-крестцового сустава . . . . .	112
Мышцы тела на горизонтальном сечении. . . . .	114
Задние мышцы . . . . .	114
Латерально-позвоночные мышцы . . . . .	114
Мышцы брюшной стенки . . . . .	114
Задние мышцы туловища . . . . .	116
Глубокий слой . . . . .	116
Промежуточный слой . . . . .	116
Поверхностный слой . . . . .	116
Роль третьего поясничного и двенадцатого грудного позвонков . . . . .	118
Боковые мышцы туловища . . . . .	120
Мышцы брюшной стенки: прямая и поперечная . . . . .	122
Большая прямая мышца живота . . . . .	122
Поперечная мышца живота . . . . .	122
Мышцы брюшной стенки: внутренняя косая и наружная косая мышцы. . . . .	124

Внутренняя косая мышца живота . . . . .	124
Наружная косая мышца живота . . . . .	124
Мышцы передней брюшной стенки: изгиб талии . . . . .	126
Мышцы передней брюшной стенки: ротация туловища . . . . .	128
Мышцы передней брюшной стенки: сгибание туловища . . . . .	130
Мышцы передней брюшной стенки: выпрямление поясничного лордоза . . . . .	132
Тело как расширяющаяся структура. Проба Вальсальвы (Valsalva) . . . . .	134
Позвоночник в положении стоя в покое . . . . .	136
Асимметричные положения сидя и стоя: позвоночник музыкантов . . . . .	138
Позвоночник в положении сидя и лежа . . . . .	140
Положения сидя . . . . .	140
Положения лежа . . . . .	140
Объем сгибания и разгибания в поясничном отделе позвоночника . . . . .	142
Объем бокового наклона в поясничном отделе позвоночника . . . . .	144
Объем ротации пояснично-грудного отдела позвоночника . . . . .	146
Межпозвоночное отверстие и канал корешка спинно-мозгового нерва . . . . .	148
Различные типы грыжи межпозвонкового диска . . . . .	150
Механизм сдавления корешка спинно-мозгового нерва при грыже . . . . .	152
Симптом Ласега (Lasegue) . . . . .	154

## **Глава 4. Грудной отдел позвоночника и грудная клетка 156**

Типичный грудной позвонок и двенадцатый грудной позвонок . . . . .	158
Типичный грудной позвонок . . . . .	158
Двенадцатый грудной позвонок . . . . .	158
Сгибание, разгибание и боковой наклон грудного отдела позвоночника . . . . .	160
Осевая ротация грудного отдела позвоночника . . . . .	162
Реберно-позвонковые суставы . . . . .	164
Движения ребер в реберно-позвоночных суставах . . . . .	166
Подвижность реберных хрящей и грудины . . . . .	168
Изменения формы грудной клетки в сагиттальной плоскости во время вдоха . . . . .	170
Действие межреберных мышц и поперечной мышцы груди . . . . .	172
Межреберные мышцы . . . . .	172
Поперечная мышца груди . . . . .	172
Диафрагма и механизм ее действия . . . . .	174
Дыхательные мышцы . . . . .	176
Первая группа . . . . .	176
Вторая группа . . . . .	176
Третья группа . . . . .	176
Четвертая группа . . . . .	176
Антагонизм и синергизм диафрагмы и брюшных мышц . . . . .	178

При вдохе . . . . .	178
При выдохе . . . . .	178
Движение воздуха по дыхательным путям . . . . .	178
Дыхательные объемы . . . . .	182
Сравнение различных дыхательных объемов . . . . .	182
При физической нагрузке . . . . .	182
Патофизиология дыхания . . . . .	184
Типы дыхания у спортсменов, музыкантов и других категорий людей . . . . .	186
Мертвое пространство . . . . .	188
Податливость грудной клетки . . . . .	190
Эластичность реберных хрящей . . . . .	192
Механизм кашля. Способ Хаймлиха (Heimlich) . . . . .	194
Механизм кашля . . . . .	194
Способ Хаймлиха (Heimlich) . . . . .	194
Мышцы гортани и защита дыхательных путей во время глотания . . . . .	196
Голосовая щель и голосовые связки. Фонация . . . . .	198

## **Глава 5. Шейный отдел позвоночника** **200**

Шейный отдел позвоночника в целом . . . . .	202
Схематичное изображение структуры трех верхних шейных позвонков . . . . .	204
Атлант . . . . .	204
Осевой позвонок, или аксис . . . . .	204
Третий шейный позвонок . . . . .	204
Атлантоаксиальный сустав . . . . .	206
Сгибание и разгибание в боковых и срединном атлантоаксиальных суставах . . . . .	208
Ротация в срединном и латеральных атлантоаксиальных суставах . . . . .	210
Суставные поверхности атлантозатылочного сустава . . . . .	212
Поворот в атлантозатылочном суставе . . . . .	214
Боковой наклон, сгибание и разгибание в атлантозатылочном суставе . . . . .	216
Связки подзатылочной области позвоночника . . . . .	218
Подзатылочные связки шеи . . . . .	220
Строение типичного шейного позвонка . . . . .	224
Связки нижней части шейного отдела позвоночника . . . . .	226
Сгибание и разгибание нижнего шейного отдела позвоночника . . . . .	228
Подвижность в крючковидно-позвоночных суставах . . . . .	230
Положение суставных поверхностей. Суммарная ось ротации и бокового наклона . . . . .	232
Комбинированные движения: боковой наклон – ротация в нижней части шейного отдела позвоночника . . . . .	234
Геометрический анализ движений бокового наклона и ротации . . . . .	236

Механическая модель шейного отдела позвоночника . . . . .	238
Боковой наклон и ротация на механической модели шейного отдела позвоночника . . . . .	240
Сравнение модели шейного отдела позвоночника во время бокового наклона и поворота . . . . .	242
Компенсация в подзатылочной области шейного отдела позвоночника . . . . .	244
Объем движения в шейном отделе позвоночника . . . . .	246
Балансирование головы на шейном отделе позвоночника . . . . .	248
Строение и действие грудино-ключично-сосцевидной мышцы . . . . .	250
Превебральные мышцы: длинная мышца шеи . . . . .	252
Превебральные мышцы: длинная мышца головы, передняя и боковая	
прямые мышцы головы . . . . .	254
Длинная мышца головы . . . . .	254
Передняя прямая мышца головы . . . . .	254
Прямая боковая мышца головы . . . . .	254
Превебральные мышцы: лестничные мышцы . . . . .	256
Передняя лестничная мышца . . . . .	256
Средняя лестничная мышца . . . . .	256
Задняя лестничная мышца . . . . .	256
Превебральные мышцы в целом . . . . .	258
Сгибание головы и шеи . . . . .	260
Задние мышцы шеи . . . . .	262
Глубокий слой . . . . .	262
Слой затылочно-позвоночных мышц . . . . .	262
Слой треугольной (ременной) и угловой мышц . . . . .	262
Поверхностный слой . . . . .	262
Итог . . . . .	262
Подзатылочные мышцы . . . . .	264
Действие подзатылочных мышц: боковой наклон и разгибание . . . . .	266
Ротаторное действие подзатылочных мышц . . . . .	268
Задние мышцы головы: первый и четвертый слои . . . . .	270
Глубокий слой задних мышц шеи . . . . .	270
Поверхностный слой задних мышц шеи . . . . .	270
Задние мышцы шеи: второй слой . . . . .	272
Задние мышцы шеи: третий слой . . . . .	274
Разгибание шейного отдела позвоночника задними мышцами шеи . . . . .	276
Синергизм и антагонизм превебральных мышц и грудино-ключично-сосцевидной мышцы . . . . .	278
Объем движений в шейном отделе позвоночника в целом . . . . .	280
Соотношение нервного ствола и шейного отдела позвоночника . . . . .	282
Соотношение спинно-мозговых корешков шеи и шейного отдела позвоночника . . . . .	284
Позвоночная артерия и сосуды шеи . . . . .	286
Важность ножек позвонков: их роль в нормальной и патологической физиологии	
позвоночника . . . . .	288

<b>Глава 6. Голова</b>	<b>290</b>
Череп	292
Черепные швы	294
Череп и лицевой скелет	296
Поле зрения и локализация звуков	298
Поле зрения	298
Локализация звуков	298
Лицевые (мимические) мышцы	300
Вокруг глаз	300
Вокруг ноздрей	300
Вокруг рта	300
Движения губ	302
Выражение чувств, мимика	306
Височно-нижнечелюстные суставы	308
Строение височно-нижнечелюстного сустава	310
Движения в височно-нижнечелюстном суставе	312
Мышцы, поднимающие нижнюю челюсть	314
Мышцы, участвующие в открывании рта	316
Значение мышц в движениях нижней челюсти	318
Глазное яблоко – идеальный шаровидный сустав (энартроз)	320
Участие мышц глазного яблока в прямолинейных движениях	322
Участие мышц глазного яблока в схождении взглядов обоих глаз в одной точке	324
Механика взгляда, направленного в сторону	326
Взгляд, направленный в сторону: роль косых мышц и блокового нерва	328
Масса, вес и барицентры	330
Как определить местоположение барицентров	332
Гипермобильность суставов	334
Закон максимальной экономии: бритва Оккама	336
<i>Словарь анатомических терминов</i>	338
<i>Алфавитный указатель</i>	340
<i>Библиография</i>	342
<i>Механическая модель шейного отдела позвоночника</i>	344



## Предисловие к 7-му изданию

После того как позвоночник так хорошо был объяснен в этой книге, он больше не является загадочной анатомической структурой с непонятной физиологией. Несмотря на изменения, которыми характеризуются различные отделы – шейный, грудной, поясничный и крестцовый, – структурные и функциональные основы остаются одинаковыми. Что касается физиологии, она, в сущности, проста и логична... Однако сколько глупостей было сказано, написано по поводу позвоночника, сколько ошибок сделано в этой области!

Но все становится ясным, когда появляется понимание главных функций позвоночника: поддерживает стабильность и подвижность, осуществляет защиту спинного мозга, пряча его как в мешочек. Между этими двумя функциями должно быть найдено равновесие: чрезмерное преобладание одной может негативно сказаться на другой. На верхушке позвоночного столба находится голова, играющая социальную и связующую роль в той степени, в какой она является вместилищем пяти чувств (четыре из которых находятся в прямой связи с мозгом).

Большая заслуга Адальберта И. Капанджи в том, что он сумел показать все это просто и естественно, благодаря понятному тексту, проиллюстрированно-

му цветными рисунками и схемами, поражающими своей экстраординарной ясностью. Благодаря этой книге все становится очевидным, и миф о сложности позвоночника сам собой исчезает. Это сочинение, рассудительное и отсылающее к источникам, переиздавалось уже 7 раз и все равно читается на одном дыхании – настолько захватывающий сюжет и замечательная, дидактичная и увлекательная форма изложения.

Эта книга будет полезна как студентам-медикам, так и любому терапевту, интересующемуся опорно-двигательным аппаратом, – ортопеду-ревматологу, специалисту по физической реабилитации, кинезитерапевту, остеопату, а также музыкантам и спортсменам высокого уровня, которым интересно понять их собственную механику.

Спасибо Адальберту И. Капанджи, сумевшему восстановить первичные истины.

**Профессор Ж. Сейян**

Член академии хирургии

Бывший декан медицинского факультета

Питье Сальпетриер (Париж VI)

Бывший заведующий отделением ортопедии  
больницы Питье Сальпетриер

## Предисловие к 5-му изданию

Физиология позвоночника – непростая область для понимания, даже для тех, кто специализируется на заболеваниях опорно-двигательной системы.

Для того чтобы объяснить доступно эту трудную область, нужен такой человек, который целиком посвятил бы себя этой работе, обладал бы чувством механики, вкусом к точности и ощущением трехмерного пространства. Кроме того, такой человек должен обладать педагогическим чутьем и умением

упрощать. Все перечисленные качества позволили Капанджи выполнить эту работу с истинно артистическим талантом, связать точность с эстетикой.

Мы все изучали анатомию в схемах, но они были плоскими и статичными. С помощью эффекта «разрезания» (под разными углами) Капанджи создал мобильные схемы в трех плоскостях. Дидактическая задача оказалась наиболее сложной в отношении позвоночника: комплексные движения наиболее слож-

ны в объяснении и понимании. Это достижение, уже отмеченное в первых двух томах, еще более четко обозначилось в этом томе, который я имею честь представлять. Успех, на мой взгляд, полный. Я завидую молодым хирургам, которые будут иметь такое сочинение в своем распоряжении. Не сомневаюсь,

что эта книга во многом будет способствовать прогрессу в лечении повреждений позвоночника, так как облегчает понимание механики позвоночника, объясняет напряжения, приводящие к деформации.

**Профессор Р. Мерль Д'Обинé**

## Уведомление к 6-му изданию

Это новое издание 3-го тома книги «Позвоночник. Физиология суставов» выпущено по образцу первого тома. Все схемы стали цветными, были добавлены и новые изображения. Также произведена тотальная переработка текста. Анатомические термины приведены в соответствие с Международной номенклатурой. Существующие главы были дополнены. Например, в главу «Шейный отдел позвоночника» добавлены страницы о позвоночной артерии, которая так тесно связана с позвонками, что подвергается постоянному риску из-за неловких манипуляций. Хирургия позвоночника сделала большой шаг вперед благодаря новым знаниям о ножке позвонка и изменению угла зрения при ее рассмотрении. В главе «Поясничный отдел позвоночника» рассмотрено различное влияние повседневной и профессиональной сторон жизни. Некоторые главы были добавлены, как, например, «Тазовый пояс» с расшифровкой функций промежности во время физиологических актов: мочеиспускания, дефекации, эрекции, родов. Новая глава, посвященная голове, позволила описать физиологию височно-нижнечелюстного сустава, необходимого для акта приема пищи (чего не было в предыдущих изданиях).

Все это, опять же, проиллюстрировано новыми оригинальными рисунками. В целом 6-е издание

3-го тома (как и издание 1-го тома, и готовящееся к выходу издание 2-го тома) является совершенно новой книгой как по манере подачи материала, так и по содержанию. Оно стимулирует возрождение интереса читателей к биомеханике тела человека.

Первое издание этой работы было опубликовано в шестидесятых, с тех пор оно стало популярно не только во Франции, но и за рубежом, и было переведено на четырнадцать языков. Седьмое издание воплощает в себе новый подход к обучению функциональной анатомии человеческого тела и биомеханике в целом.

Мы сделали все возможное, чтобы улучшить эту книгу и добавили новые идеи, используя новые разделы, посвященные понятиям массы, веса, барицентра, гипермобильности суставов и закону максимальной экономии.

В конце находятся традиционные, уникальные для этой книги, механические модели. Они позволят студентам, у которых хватит смелости и терпения построить их, рассмотреть практические проблемы в области биомеханики; таким образом, становится возможным на своем опыте понять трудности, возникающие при конструировании некоторых суставов.

## Глава 1

# ПОЗВОНОЧНЫЙ СТОЛБ В ЦЕЛОМ

### ЧЕЛОВЕК – ЭТО ПОЗВОНОЧНОЕ

Человек как вид является позвоночным. Он представляет собой результат длинного пути эволюции, начиная с того момента, когда рыбы покинули море и начали заселять сушу.

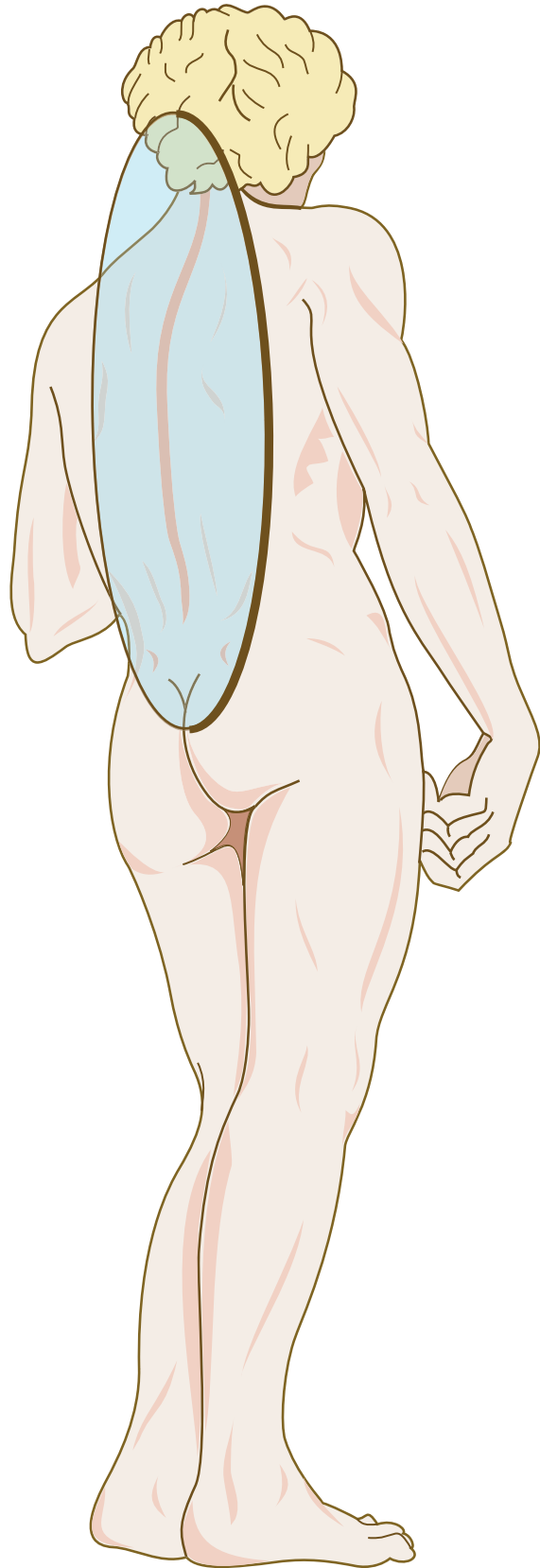
Скелет человека, основой которого является позвоночник, – это результат трансформации скелета древней костной рыбы (*crossopterygien*) в скелет животного с четырьмя лапами и хвостом, промежуточную форму между рыбой и рептилией. Все элементы этой исходной модели можно найти и в скелете человека, более или менее измененные, но обладающие двумя важными характеристиками:

- Исчезновение хвоста.
- Переход в вертикальное положение.

В ходе эволюции в строении позвоночника происходили глубокие изменения, но он всегда состоит из коротких костей, вставленных друг в друга и подвижных по отношению друг к другу, – позвонков.

Этот костно-суставной комплекс служит для поддержания оси тела и защиты спинного мозга. Представляя собой трубку, проводящую информацию к головному мозгу, защищенному черепом, позвоночник передает команды всем мышцам тела.

Такой же позвоночник мы можем увидеть и у наших родственников – крупных обезьян, которые тоже могут принимать вертикальное положение и ходить на задних лапах, правда, не долго. С этой точки зрения наш позвоночник отличается от позвоночника обезьян.



# Позвоночный столб: стабильная ось

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 (рис. 1) позвоночный столб в целом можно рассматривать как мачту корабля. Эта мачта опирается на таз и продолжается до головы:

- на уровне плечевого пояса поддерживает поперечную грот-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.

Когда вес тела перенесен на одну конечность (рис. 2), таз наклоняется в противоположную сторону, и позвоночник вынужден следовать определенной траектории:

- во-первых, в поясничной области возникает выпуклость в сторону свободной конечности;
- затем вогнутость в грудном отделе
- и еще одна выпуклость в шейном отделе.

Мышечные натяжители автоматически адаптируются для поддержания равновесия, и эта активная адаптация находится под контролем экстрапирамидной системы, которая изменяет тонус мышц, поддерживающих позу.

Пластичность столба основана на его устройстве, то есть многочисленные компоненты наложены друг на друга и соединены связками и мышцами. Его структура, следовательно, может быть изменена через натяжение мышц, сохраняя при этом устойчивость. Это является примером биологической целостности.

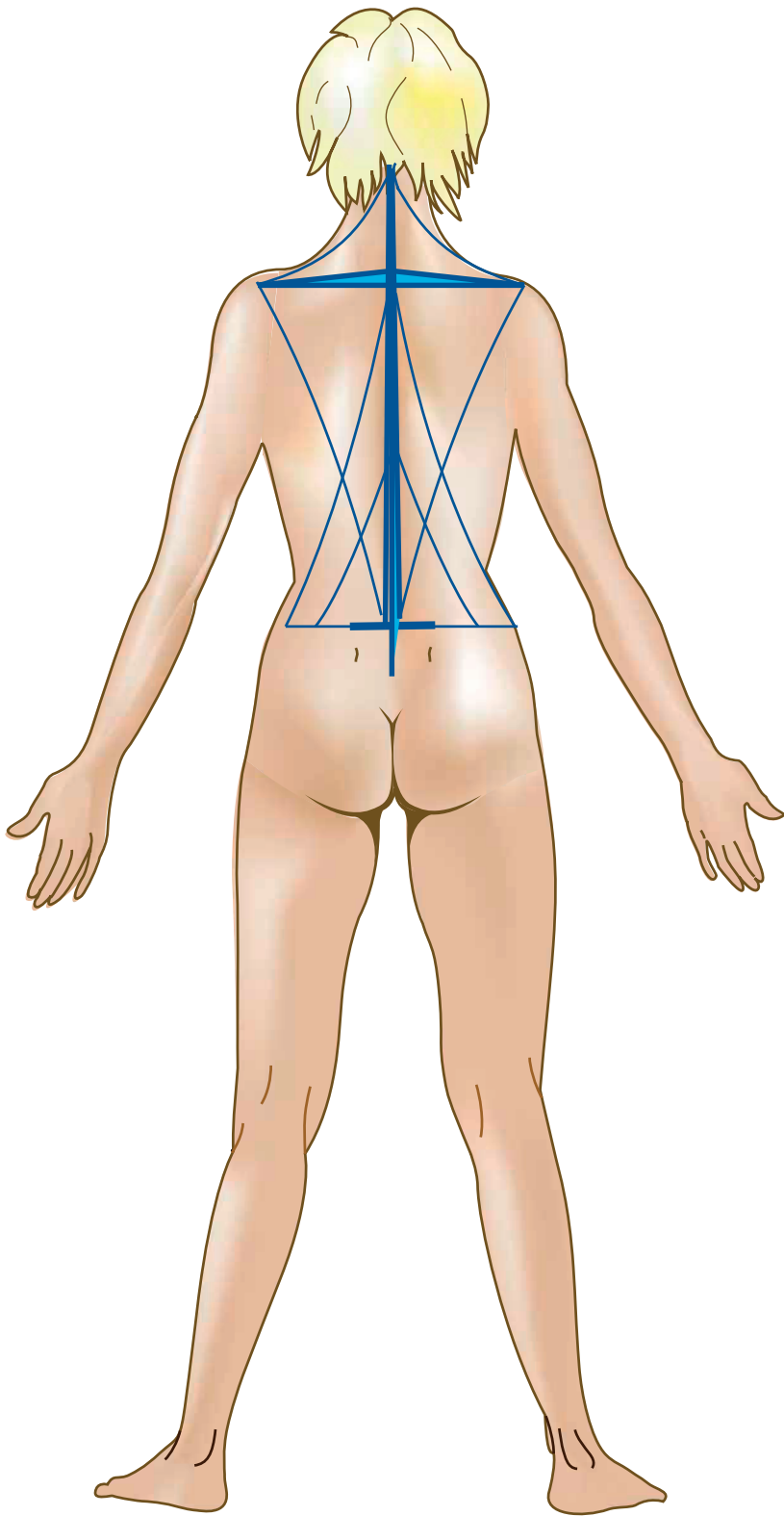


Рис. 1

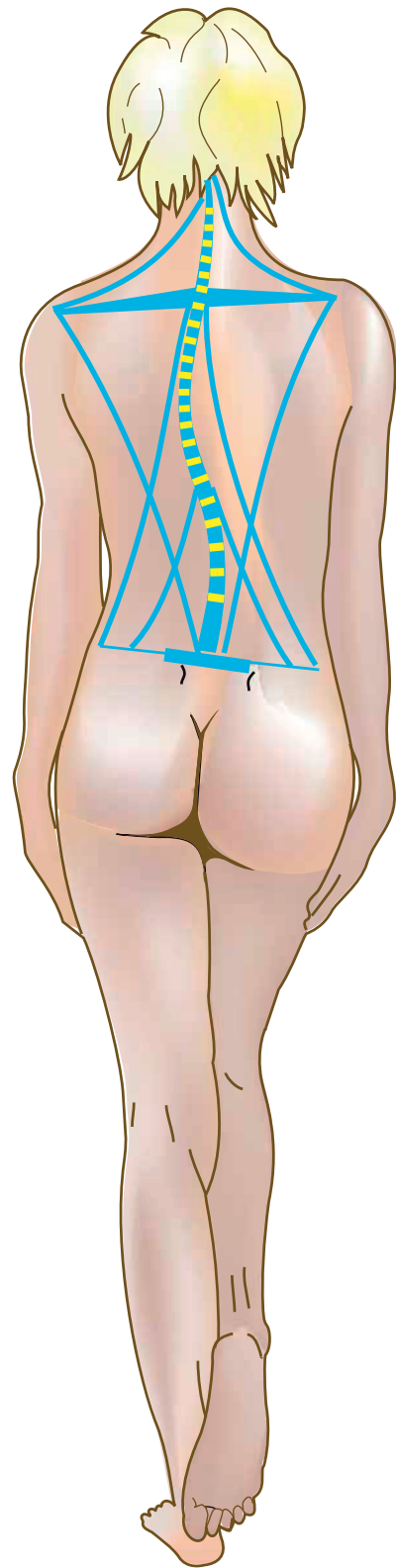


Рис. 2

# Позвоночный столб: ось тела и защита нервной оси

Позвоночный столб работает как **центральная ось тела (рис. 3)**.

Однако в *области грудных сегментов* позвоночник лежит более кзади (разрез **(b)**), т.е. в пределах задней четверти грудной клетки, в шейном отделе (разрез **(a)**) – более центрально, т.е. на границе задней и средней трети шеи. В поясничном отделе (разрез **(c)**) он расположен центрально.

Эти варианты расположения объясняются локальными факторами:

- 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 опять лежит центрально и выпирает в брюшную полость.

Кроме поддержки тела позвоночный столб **защищает нервную ось (рис. 4)**: его канал, который начинается в области большого затылочного отверстия и содержит продолговатый и спинной мозг, работает как гибкая и прочная оболочка. Однако эта защита спинного мозга не абсолютна, и на определенных уровнях и при определенных условиях спинной мозг и его корешки могут повреждаться этими защитными структурами.

На рисунке 4 показано, что позвоночник состоит из четырех сегментов.

- Поясничный сегмент **(1)**, где позвонки **(L)** расположены центрально.
- Спинной сегмент (грудной) **(2)**, где позвонки **(T)** находятся ближе к плоскости спины.
- Шейный сегмент **(3)**, где позвонки **(C)** расположены почти центрально.
- Крестцово-копчиковый сегмент **(4)**, образованный из двух моноблоков **(S)**.

**Крестец** образован объединением пяти крестцовых позвонков, входящих в тазовый пояс.

**Копчик**, связанный с крестцом суставом, является остатком хвоста, которым обладает большинство млекопитающих. Он образован слиянием четырех–шести маленьких копчиковых позвонков.

Под *вторым поясничным позвонком*, где находится **мозговой конус (conus medullaris)** спинного мозга, позвоночный канал содержит только **конечную нить (filum terminale)**, которая не несет никакой неврологической функции\*.

Место механической слабости в позвоночнике находится на уровне пояснично-крестцового межпозвонкового диска (L5–S1), который соединен с крестцом и несет на себе весь вес верхней части тела, а также вес, который переносят верхние конечности, на голове или плечах.

\* Так думали в 60-х годах XX века. – Прим. перев. (далее везде).