

ИДИОПАТИЧЕСКИЙ СКОЛИОЗ. МЕХАНИЗМЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

В. В. Сердюк

Одесский государственный медицинский университет, Украина

IDIOPATHIC SCOLIOSIS. MECHANISMS OF ITS DEVELOPMENT

V. V. Serdyuk

On the basis of analysis of own clinical material (more than 6900 patients with lateral spinal curvature and spinal pain syndrome) it was revealed by the author that the development of idiopathic scoliosis had a regular nature. At the heart of the process there was forming of instability zones in the all parts of the spine as a result of unilateral hypertone of the spinal muscles what was associated with asymmetric function of cerebral hemispheres.

Key words: idiopathic scoliosis, aetiology and pathogenesis, regularity of development.

ІДИОПАТИЧНИЙ СКОЛІОЗ. МЕХАНІЗМИ ЙОГО РОЗВИТКУ

В. В. Сердюк

На підставі аналізу власного клінічного матеріалу (понад 6900 пацієнтів з боковим скривленням хребта та спінальним больовим синдромом) автором встановлено, що розвиток ідіопатичного сколіозу має закономірний характер. В основі процесу лежить формування зон нестабільності в усіх його відділах, що виникають як наслідок одностороннього гіпертонусу м'язів спини, пов'язаного з асиметричною функцією півкуль мозку.

Ключові слова: ідіопатичний сколіоз, етіологія, патогенез, закономірність розвитку.

Введение

Сложнейшей проблемой ортопедии является *лече-ние сколиоза*, имеющее давнюю историю. Этим занимались еще врачи древности – Пифагор, Гиппократ и Клавдий Гален, предложивший термины *сколиоз*, *кифоз*, *лордоз*. С тех пор прошли века, но актуальность вопроса сохранилась.

Проведенные ранее отечественными и зарубежными исследователями изыскания, направленные на раскрытие этиологии этого заболевания, позволили установить, что среди разнообразных видов деформаций (рахитической, рубцовой, паралитической, рефлекторно-болевого, дискогенной, эндокринной, истерической, эмфизематозной, наследственной, посттравматической и др.) первенство по частоте принадлежит *идиопатическому сколиозу* (ИС) с *невьясненною етіологією*, составляющему более 90% всех боковых искривлений.

Основываясь на собственном, значительном по объему, клиническом материале, мы поставили перед собой **цель** – выяснить этиопатогенез этого заболевания.

Материалы и методы

С февраля 1996 г. по февраль 2010 г. под нашим наблюдением находилось более 6900 пациентов в возрасте от одного года до 89 лет. Все они проходили амбулаторное лечение по поводу спинального болевого синдрома, различных соматических и неврологических нарушений, сочетавшихся с идиопатической деформацией позвоночника. Самой многочисленной

(29,6%) была группа людей в возрасте 31–50 лет. Женщин было 60%, мужчин – 40%.

Осматривая пациентов со *сколиотической деформацией*, мы всегда видели признаки асимметрии тела – разный объем правых и левых половин лица, туловища, конечностей. Эти признаки были характерны для всех людей мужского и женского пола, любого возраста и национальности. Среди наших пациентов недоразвитие левой половины тела имело место в 83,12% случаев и только в 16,88% – правой.

Все больные подвергались клиническому, рентгенологическому, лабораторному и другим необходимым исследованиям.

Результаты и их обсуждение

Несмотря на наличие большого количества разнообразных научных работ, посвященных раскрытию природы идиопатического сколиоза, из-за их узкой направленности, выводы не носили обобщающего характера. И так как все исследования, включая и наше, прямо или косвенно базировались на изучении природы асимметрии тела, то поставленные перед собой вопросы мы решили расположить в определенной последовательности:

1. Что вызывает развитие асимметрии тела?
2. Как формируется боковое искривление позвоночника?
3. Что первично – боковое искривление или мышечная асимметрия?
4. Какова их взаимосвязь?

В поисках ответа на поставленные вопросы мы изучили работы классиков отечественной и зарубежной ортопедии, а также специалистов по анатомии и физиологии [1, 2, 4, 5, 14].

Изложение результатов анализа специальной литературы мы начнем с вопросов *нейрофизиологии*.

Анатомия и физиология межполушарных различий

Начиная с 1968 г., в печати появились сообщения о результатах детального посмертного исследования значительного количества препаратов головного мозга [1, 2, 13, 14]. При этом были установлены заметные анатомические различия между полушариями. Участок коры височной доли, перекрывающийся с зоной Вернике, ответственной за смысловую речь и называемый *Planum temporale*, приблизительно в 70% случаев в левом полушарии был значительно крупнее, чем справа (рис. 1, 2).

Выявленная асимметрия была свойственна и мозгу человеческого плода. Оказалось, что Сильвиева борозда – глубокая щель в коре мозга, отделяющая височную долю от остальной коры, в левом полушарии более длинная и более прямая, а в правом она сильнее изогнута вверх. Такая асимметрия выявлялась и при изучении ископаемых черепов человека (неандертальцев), что позволило авторам исследования предположить, что асимметрия полушарий, вероятно, составляет часть генетического наследия человека.

Психологические исследования, продолжавшиеся в течение многих лет, позволили выяснить и другие очень важные сведения о физиологии головного мозга.

Так было доказано, что в большинстве случаев женщины превосходят мужчин по вербальным (речевым) навыкам. Эти различия обнаруживаются уже в детстве. Девочки начинают говорить и читать раньше, чем мальчики [1, 13, 14].

Представляем вниманию читателя еще одно направление по изучению асимметрии строения и функционирования полушарий головного мозга *в пренатальном (внутриутробном) периоде развития*. Так, с 6-й недели после оплодотворения, у человеческого зародыша образуются гонады, или половые железы, которые вначале одинаковы у обоих полов. Если плод мужского пола, то уже на 3-ем месяце внутриутробного развития под влиянием одного или нескольких генов Y-хромосомы, гонады начинают дифференцироваться в семенники, которые приступают к секреции мужского гормона тестостерона. Хотя тестостерон в небольшой концентрации имеется и у плода женского пола (в некотором количестве он образуется в организме матери), содержание этого гормона у мужского плода после формирования семенников сильно возрастает, замедляя рост левого полушария и способствуя относительно большему развитию правого полушария у лиц мужского пола [1, 13, 14].

• Таким образом, нами было установлено следующее: **левое и правое полушария головного мозга асимметричны, что предопределяется генетически.**

Зона Брока – особый участок лобной доли левого полушария, управляющий всеми мышцами лица, языка, челюстей и глотки. Это достигается за счет того, что

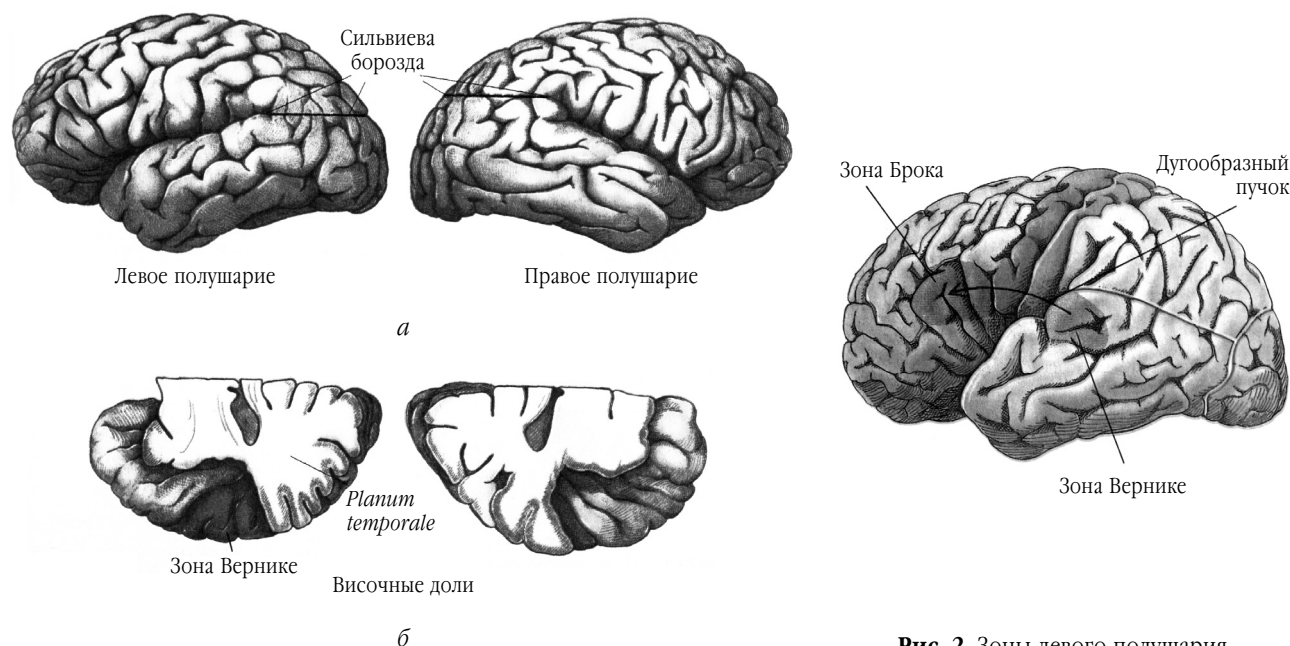


Рис. 1. Анатомическая асимметрия полушарий мозга:
 а – Сильвиева борозда в правом полушарии отклоняется вверх под большим углом;
 б – задняя часть *Planum temporale* обычно гораздо больше в левом полушарии, связанном с речевыми функциями

Рис. 2. Зоны левого полушария, участвующие в речи и ее восприятии. Зона Вернике и зона Брока связаны волокнистым трактом – так называемым дугообразным пучком (он показан стрелкой, так как снаружи не виден)

указанная зона связана с передней центральной извилиной – участком коры головного мозга, ответственным за двигательные функции правой половины тела. Таким образом, зону Брока можно назвать центром двигательной речи.

Зона Вернике – задняя часть первой височной извилины, ответственная за смысловую речь. В 65–70% случаев этот участок коры мозга крупнее в левом полушарии.

Зона Вернике и зона Брока связаны между собой волокнистым трактом, что обеспечивает их синхронную функцию, то есть двигательная и смысловая речь представляют единый процесс.

Учитывая функциональную связь зоны Вернике и Брока, можно допустить, что обе зоны работают **в левом полушарии** более активно, чем в правом. Это ведет к повышению тонуса мышц правой половины тела, причем не только головы и шеи, но и мышц-разгибателей спины (рис. 3). В результате асимметрии их сократительной способности формируется относительное укорочение нижней конечности на стороне слабых мышц с наклоном тела влево. Интересно отметить, что развивающийся гипертонус свойственен и мимическим мышцам, что, возможно, и является причиной асимметрии лица.

У тех людей (11%), у которых *Planum temporale* более развито **в правом полушарии**, гипертонус общего разгибателя спины слева ведет к последующему наклону тела вправо. Возникает, как мы говорим, относительное укорочение правой ноги (рис. 4).

Высокое содержание тестостерона в период внутриутробного развития замедляет рост левого полушария у мужского плода по

сравнению с женским. Такое недоразвитие левого полушария, в частности зоны Вернике у мальчиков, объясняет, почему среди детей, неспособных к чтению, мальчиков в 4 раза больше, чем девочек и почему у девочек вербальные способности более выражены, чем у мальчиков.

Если согласиться с тем, что зона Вернике и зона Брока у девочек в 4 раза активнее, чем у мальчиков, то значит, у них также в 4 раза более выражен тонус мышц-разгибателей спины справа. А если учесть и тот факт, что левое полушарие у мальчиков меньше, чем у девочек, то разница в тонусе мышц туловища возрастает еще больше. Вероятно, именно этим объясняется тот общеизвестный из литературы факт, что боковое (сколиотическое) искривление у девочек имеет место в 5–6 раз чаще, чем у мальчиков.

По мере взросления новорожденного ребенка асимметричность мышц туловища закрепляется в мозжечке, контролирующем все виды движений. Ведь не зря мозжечок называют “хранителем условных рефлексов”. Начиная от подъема на ноги, первых и последующих шагов, ведущих к стойкому вертикальному положению тела и уверенной походке ребенка, проходят многие месяцы. Именно в этот период формируется, как мы представляем, условный рефлекс вертикального положения тела.

У девочек этот процесс происходит быстрее, чем у мальчиков, потому они начинают ходить раньше. Но этот условный рефлекс, назовем его “порочным”, фиксирует, к сожалению, неправильное, наклоненное в одну из сторон, положение тела. Таким ребенком входит в жизнь и таковым остается во все последующие периоды его жизни, если на его жизненном пути не окажется грамотный ортопед!

Так вот почему анатомы считают перекос тела нормой? Ведь он характерен для каждого человека.

• Таким образом, отвечая на поставленные ранее вопросы, можно сказать, что **асимметрия тела обусловлена особенностями работы головного мозга и ее формирование начинается еще на этапе внутриутробного развития плода**. Родившийся ребенок уже имеет асимметрию мышц туловища. В последующем, с началом ходьбы, благодаря различной степени напряжения мышц-разгибателей спины справа и слева, формируется боковое искривление позвоночника, которое следует назвать

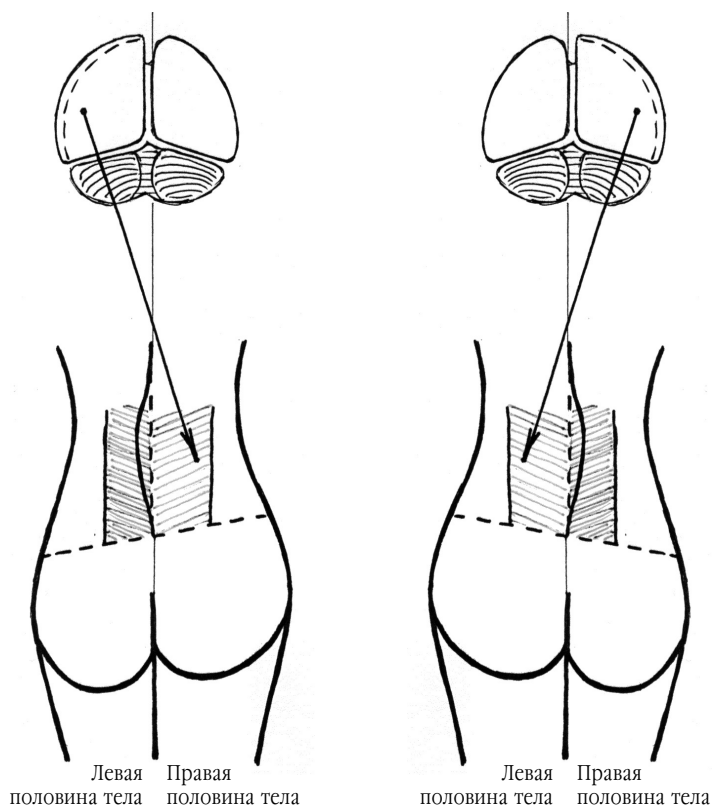


Рис. 3. Гипертонус мышц-разгибателей спины *справа* обусловлен повышенной функциональной активностью передней центральной извилины *левого* полушария мозга

Рис. 4. Гипертонус мышц-разгибателей спины *слева* обусловлен повышенной функциональной активностью передней центральной извилины *правого* полушария мозга

физиологической сколиотической осанкой или функциональным сколиозом.

Что же касается степени перекоса тела и перехода от физиологии к патологии (*сколиотической болезни*), то она зависит как от тонуса мышц-разгибателей туловища, так и от особенностей строения позвоночника, определяемых наследственностью. Существенную роль в прогрессировании деформации играет нарастающее укорочение одной из нижних конечностей. В данном случае, мы не касаемся разнообразных патологических специфических и неспецифических процессов, которые могут влиять на строение опорно-двигательного аппарата.

Сказанное выше позволяет заключить, что, начиная с периода внутриутробного развития человека вплоть до его рождения, действует **церебральный механизм развития бокового искривления позвоночника.** Однако после рождения ребенка, кроме церебрального, начинают активно влиять и другие факторы. На их анализе построены различные теории этиологии сколиоза, о которых мы говорили ранее.

Нужно сказать, что многие ученые направляли свои исследования на изучение природы асимметрии тела человека. Одно из них, имевшее большой теоретический и практический интерес, дало ответ на один из поставленных выше вопросов, а именно, что первично – боковое искривление позвоночника или мышечная асимметрия [15]. Автор экспериментировал на молодых обезьянах в возрасте от 1 года до 1,5 лет. Операция заключалась в односторонней экстирпации общего разгибателя туловища (*m. erector trunci*) от крестца до нижнего отдела грудной клетки. Не более чем через месяц у животных развивалось боковое искривление позвоночника. Еще через 3–4 недели после этого появлялись клиновидные позвонки, что было обусловлено их асимметричным ростом. На рентгенограммах наблюдалась картина, имевшая место у людей при сколиозе. Таким образом, по мнению экспериментатора, главной причиной формирования сколиотической деформации у подопытных животных являлся односторонний спазм сохраненного общего разгибателя спины, вызывавшего наклон таза в сторону слабых мышц.

На значение контрактуры мышц спины – как одного из первых признаков прогрессирования сколиоза в раннем детском возрасте указывали и другие исследователи [12].

• Важно то, что к подобному выводу мы пришли самостоятельно, осматривая спины грудных детей.

На XI международном симпозиуме по проблемам сколиоза (Лондон, 2006) было представлено несколько сообщений той же направленности. Так, в частности, была установлена взаимосвязь между развитием подросткового ИС и асимметричной анатомией и функцией полушарий мозга и мозжечка [7, 10]. В эксперименте на поросятах была создана модель одностороннего паралича разгибателей спины путем введения в них токсина бактерии *Clostridium botulinum*. В ре-

зультате образовалось боковое искривление грудного отдела позвоночника на стороне спазмированных мышц.

Еще одна группа авторов высказала предположение, что главной причиной возникновения ИС и сопутствующей спинальной боли является нарушение баланса мышц, поддерживающих позвоночный столб, что связано с различной активностью полушарий головного мозга [8, 9].

Одновременно изучали другие возможные причины деформаций позвоночника, в частности, влияние гравитации на положение тела в пространстве, а также формирование искривлений и противоискривлений позвоночника [3, 4]. Авторы представили свое видение **причин развития ИС:**

1. Прогрессирующая односторонняя контрактура паравerteбральной мускулатуры, наблюдаемая при сколиозе, даже у новорожденных, создает основу для структуральных изменений позвоночника.

2. Развитие структурального сколиоза происходит в результате асимметричного роста позвонков.

3. С началом ходьбы ребенка, даже небольшое искривление позвоночника сразу же нарушает условия для его динамического равновесия. На вогнутой стороне искривления давление становится большим по сравнению с выпуклой стороной.

Напоминаем читателю, что согласно закона Гютера–Фолькмана, участки кости, где эпифизарный ростковый хрящ подвергается сильной и длительной компрессии, замедляют свой рост, а менее нагруженные отделы эпифизарного хряща, напротив обеспечивают ускорение роста кости. Так формируются клиновидные позвонки. С увеличением дуги искривления грудного отдела позвоночника, силы вертикальной нагрузки возрастают и еще более угнетают эпифизарный рост позвонков на вогнутой стороне.

Таким образом, **длительная и возрастающая асимметричная нагрузка на позвоночник в период роста скелета создает, особенно при прогрессирующем сколиозе, порочный круг.** Его суть состоит в том, что с увеличением давления усиливается клиновидность позвонков, а это ведет к нарастающему искривлению сегмента позвоночника, что в свою очередь вызывает еще большую асимметричную нагрузку.

К выводам о важности гравитации в формировании искривлений и противоискривлений позвоночника пришли и другие исследователи [2, 6]. При этом отмечалась важная роль дегенеративных изменений межпозвонковых дисков, отчетливо проявлявшихся не только в период постнатального развития, но и ранее, во внутриутробном периоде при формировании плода.

И наконец, исследование группы авторов из Австралии [11] позволило сделать вывод, что **связанный с гравитацией наклон тела (позвочника) является потенциальной причиной ротационного смещения отдельных позвонков при ИС.**

Резюмируя приведенный материал по изучению этиологии ИС, можно сказать, что человек рождается

уже с роторованими позвонками, що обумовлено асиметриєю розгибачей спини. Но когда он начинает ходить, то дальнейшее прогрессирование ротации как отдельных позвонков, так и их групп обусловлено дополнительным действием сил гравитации, по причине чего и формируется вначале физиологическое, а затем и патологическое искривление позвоночника.

Такой оказалась природа **спинального механизма бокового искривления позвоночника.**

Итак, мы смогли ответить на все поставленные ранее вопросы. Осталась только одна неясность – что же заставляло позвонки поворачиваться относительно друг друга во всех отделах позвоночника (шейном, грудном, поясничном и крестцовом)? Почему боковое сгибание позвоночника неизбежно вело к их ротации? Для ответа на этот вопрос были изучены биомеханические аспекты торсии позвонков. Суть это исследования представлена ниже*.

Обоснование с позиций биомеханики закономерности ротационного смещения позвонков относительно друг друга при наклоне позвоночника

Согласно законам механики объект будет сохранять устойчивость только в том случае, если проекция его центра тяжести находится в пределах площадки, очерченной опорами объекта (рис. 5). Объект, изображенный на рис. 5а, будет устойчив, изображенный на рис. 5б – опрокинется. Это положение сохраняет свою силу и применительно к биомеханике тела человека.

Мозжечок и вестибулярный аппарат внутреннего уха, контролирующие вертикальное положение тела и его перемещение в пространстве, для придания телу максимальной устойчивости, располагают проекцию центра тяжести внутри опорной площадки, ограниченной стопами (рис. 6).

При изгибе туловища и перекосе таза, вызванном относительным и/или абсолютным укорочением од-

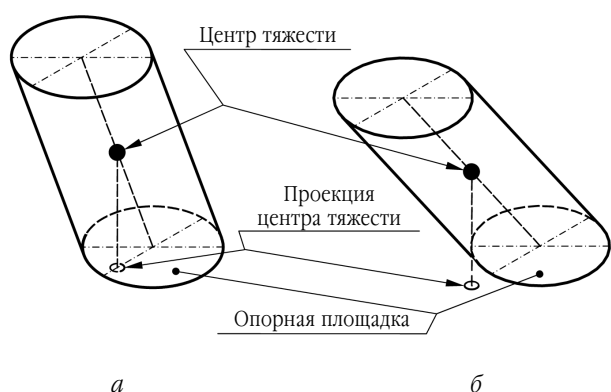


Рис. 5. Устойчивость объекта: а – устойчивый; б – неустойчивый

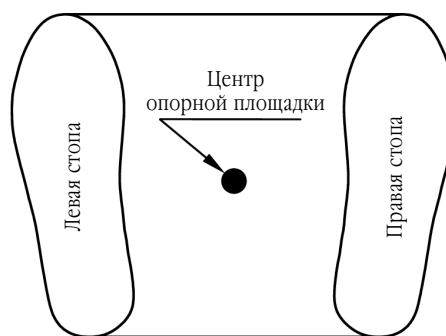


Рис. 6. Опорная площадка

ной из ног, ось позвоночника (рис. 7а) отклоняется от вертикальной оси, смещая центр тяжести тела в сторону наклона (рис. 7б). При этом для сохранения равновесия мышцы спины изгибают позвоночник в сторону, противоположную отклонению центра тяжести тела (рис. 7в).

Если бы перекос мог быть устранен поворотом в вертикальной плоскости только одного позвонка относительно другого, то позвоночник принял бы вертикальное положение, изогнувшись в точке О, как это показано на рис. 7в, центр тяжести тела вернулся бы на ось симметрии А-А, устойчивость тела была бы восстановлена и позвоночник выше точки О сохранил бы прямолинейность.

В действительности же возможные относительные движения позвонков позволяют изогнуть позвоночник на нужный угол только при помощи одновременного поворота нескольких последовательно расположенных позвонков (рис. 8а). В результате этого, позвоночник, изогнувшись на участке с по некоторому радиусу r_c и заняв вертикальное положение, не позволит вернуть центр тяжести тела на ось симметрии А-А (рис. 7г). Поэтому в реальности на участке с позвоночник поворачивается на больший угол так, что ось позвоночного столба пересекает вертикаль А-А (рис. 8а).

При этом позвоночник под контролем мозжечка и вестибулярного аппарата стремится занять вертикальное положение, для чего изгибается на участке б по некоторому радиусу r_b (рис. 8б). В этом положении центр тяжести будет проецироваться близко к центру опорной площадки, сохраняя равновесие тела. Однако образовавшийся перекос не является физиологическим, поэтому он рефлекторно корректируется изгибом позвоночника на участке а по некоторому радиусу r_a (рис. 8в), а голова, также рефлекторно, стремится повернуться так, чтобы линия глаз заняла максимально горизонтальное положение.

Деформация позвоночника не ограничивается только боковым искривлением. Одновременно происходит разворот отдельных позвонков вокруг

* Раздел написан совместно с доцентом кафедры теоретической механики и машиноведения Одесского национального политехнического университета, кандидатом технических наук Ю. Н. Свиначевым.

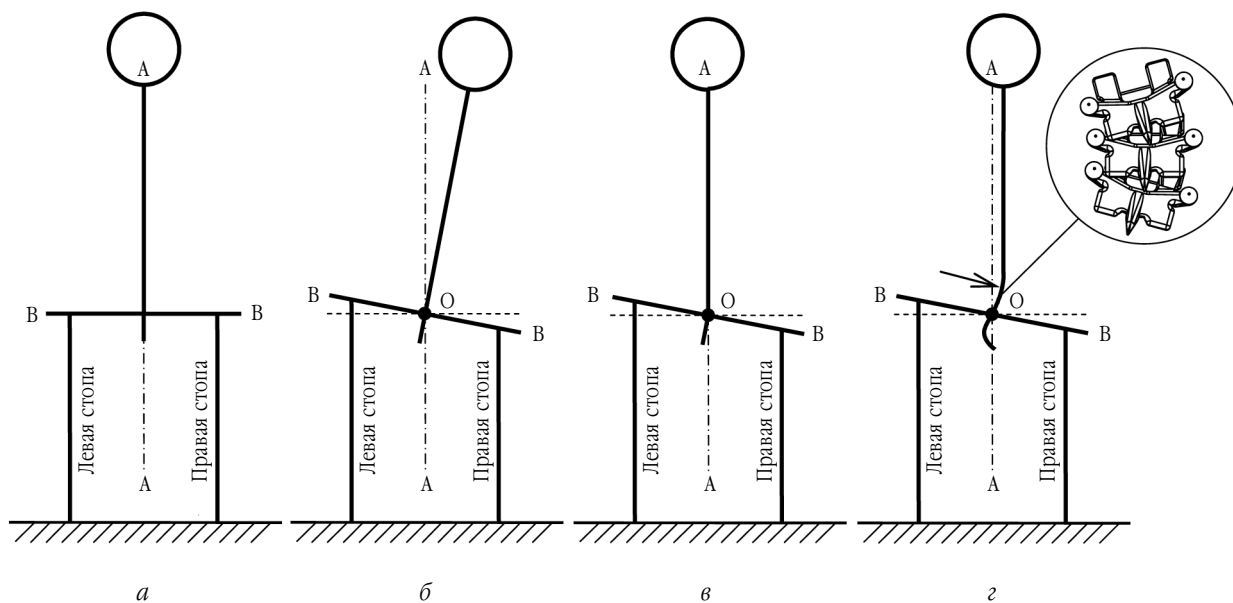


Рис. 7. Изгиб позвоночника без нарушением равновесия (описание в тексте на с. 23)

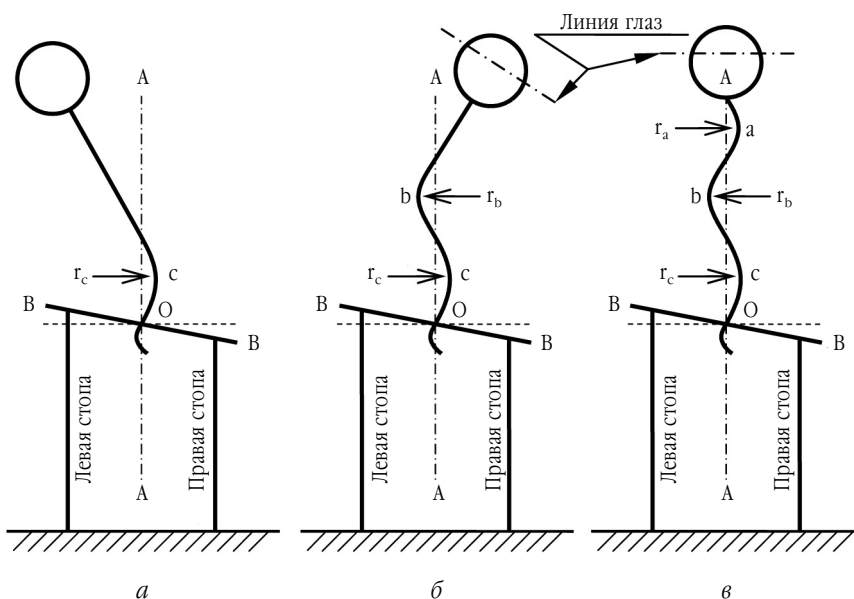


Рис. 8. Изгиб позвоночника с нарушением равновесия (описание в тексте на с. 23)

своей оси, то, что мы называем ротацией, ведущей в последующем к развороту уже отдельных сегментов позвоночника – его торсии.

В следствие всего описанного выше, на позвоночнике образуются характерные участки – *a*, *b* и *c*, соответствующие шейному, грудному и поясничному отделам, где позвонки поворачиваются относительно друг друга в вертикальной плоскости (рис. 9).

Однако в связи с тем, что у всех людей до 24–25-летнего возраста и у 20–25% старших людей имеет место незаращение крестцовых позвонков (их люмбализация), то при боковом искривлении позвоночника пятый поясничный и верхние крестцовые позвонки также поворачиваются относительно друг друга – на

участке *d* (рис. 10). Так формируется четвертая зона ротационного смещения позвонков.

Выраженность поворота позвонков вокруг своей оси зависела от:

- уровня ротации;
- силы мышц спины;
- упругих свойств костной и хрящевой ткани;
- сопутствующих заболеваний скелета;
- эндокринных расстройств и др.

В каждом из отделов позвоночника, будь то шейный, грудной или пояснично-крестцовый в соответствии с законами механики (“момент кручения”) всегда наблюдалось не только ротационное смещение позвонка на вершине искривления каждого сегмента, но и взаимо-

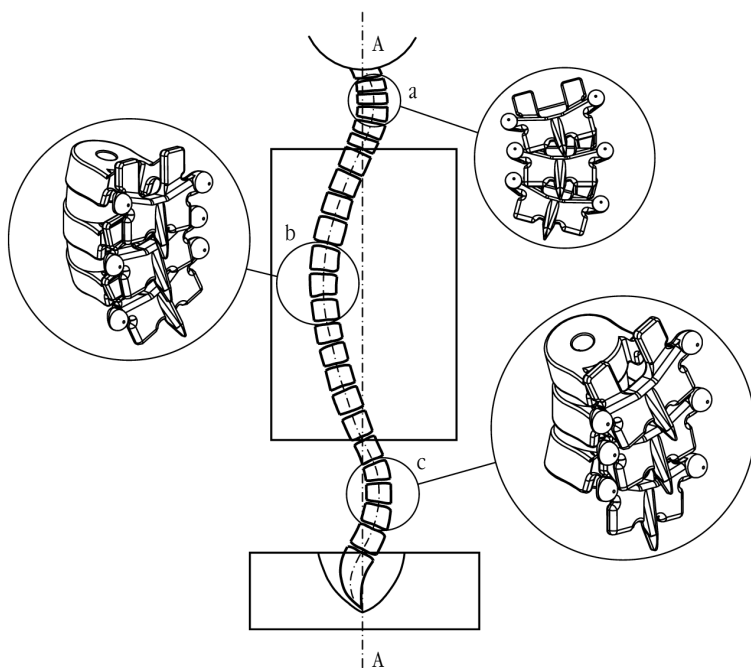


Рис. 9. Участки стандартных изгибов позвоночника взрослого человека с полноценным крестцом. Укорочение *правой* ноги

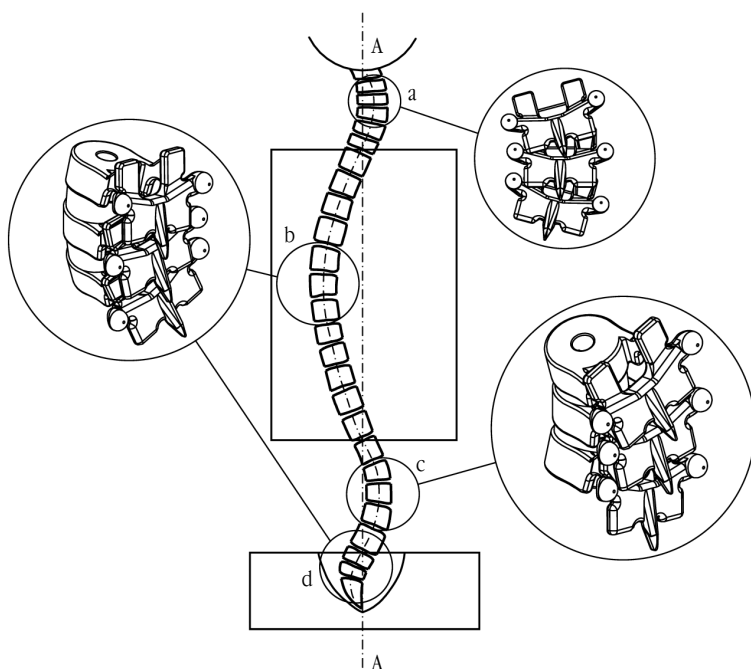
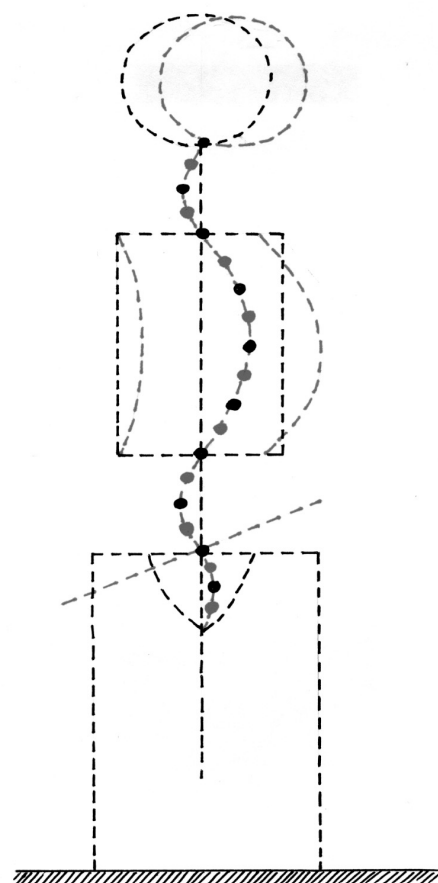


Рис. 10. Участки стандартных изгибов позвоночника при наличии незаращения крестцовых позвонков. Укорочение *правой* ноги

противоположное смещение выше- и нижерасположенных позвонков (рис. 11).

Эти смещения можно объяснить стремлением организма сохранить максимально возможное вертикальное положение тела, или, другими словами, обеспечить устойчивость вертикальной конструкции – позвоночного столба. В этом также проявляются законы механики.

Нужно учитывать *еще одно важное обстоятельство*. В раннем детском и юношеском возрасте, при активном формировании скеле-



- – Вертикальное положение тела при одинаковой длине нижних конечностей.
- – Деформация туловища при наклоне таза из-за укорочения *левой* ноги.
- Зоны ротационного смещения позвонков на вершине искривления сегмента.
- Зоны взаимоположного смещения позвонков.

Рис. 11. Схематическое изображение изменений положения тела при боковом наклоне туловища

та позвоночника в наклонно-ротированном положении (в местах его максимального искривления), тела позвонков, их отростки, межпозвоночные диски и связочный аппарат приобретают асимметричное строение. В результате, **нарушается динамическое равновесие позвоночника с формированием зон нестабильности в каждом его сегменте**.

В свою очередь, зоны нестабильности приводят к тому, что даже небольшого перекоса таза становится достаточно для того, чтобы в соответствии с действием законов классической механики в этих отделах позвоночника под действием “момента кручения” начинался разворот вокруг своей оси шейных, грудных,

поясничных и, что особо важно, крестцовых позвонков при их люмбализации и других вариантах дисплазии. **Так начинается торсия клиновидно измененных позвонков и образование истинного или структурального сколиоза.**

Степень искривления зависит от:

- величины укорочения одной из ног;
- состояния мускулатуры тела;
- условий жизни;
- питания;
- характера физических нагрузок и др.

Большое значение имеет и фактор наследственности.

• Анализ изложенных выше данных литературы и собственного клинического материала позволил представить *наше видение механизмов развития ИС.*

Этапы последовательного развития ИС

1. Асимметричность функционирования коры головного мозга, ведущая к одностороннему спазму мышц-разгибателей спины.

2. Действие сил гравитации. Боковое искривление позвоночника с элементами ротации.

3. Асимметричность роста тел позвонков, отростков, дисков, связочного аппарата. Их клиновидная деформация.

4. Нарушение динамического равновесия позвоночника с формированием зон нестабильности на вершинах деформаций каждого из сегментов.

5. Торсия позвонков в зонах нестабильности за счет действия “момента кручения” (законы механики).

Этот механизм образования бокового искривления позвоночника носит закономерный характер и не зависит от пола, возраста и национальности пациента.

Установленная нами “*Закономерность формирования сколиотической деформации позвоночника на основе зон нестабильности во всех его отделах, возникающих как следствие одностороннего гипертонуса мышц спины, связанного с асимметричной функцией полушарий мозга*” была признана научным открытием, на которое Украинской академией оригинальных идей был выдан диплом № 5 от 21.02.2008 г.

Выводы

1. Развитие ИС обусловлено закономерным, генетически обусловленным, асимметричным строением тела человека, в том числе головного мозга.

2. Нарушение динамического равновесия позвоночника в зонах его нестабильности, на фоне нарастающей асимметрии мышц туловища, в сочетании с дей-

ствием “момента кручения”, запускает механизм торсии клиновидноизмененных позвонков и ведет к возникновению ИС.

3. Термин “**идиопатический сколиоз**”, то есть боковое искривление позвоночника невыясненной этиологии, с нашей точки зрения, следует заменить на другое название – “асимметрично-мышечный сколиоз условно-рефлекторного генеза”.

Литература

1. Блум Ф. Мозг, разум и поведение : пер. с англ. / Блум Ф., Лейзерсон А., Хофстедтер Л. – М. : Мир, 1988. – 248 с.
2. Мовшович И. А. Сколиоз. Хирургическая анатомия и патогенез / Мовшович И. А. – М. : Медицина, 1964. – 255 с.
3. Самтиев М. Т. Сколиоз / Самтиев М. Т., Лака А. А., Загородный Н. В. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 144 с.
4. Фищенко В. Я. Сколиоз : научное издание / В. Я. Фищенко. – Макеевка, 2005. – 550 с.
5. Чаклин В. Д. Патология, клиника и лечение сколиоза / В. Д. Чаклин. – М. : Медгиз, 1958. – 340 с.
6. Шанц А. М. Практическая ортопедия / А. М. Шанц : пер. с нем. – М. : Медгиз, 1933. – 410 с.
7. Aage Indabl. The role of muscles in the development of scoliosis, an experimental study in a porcine model / Aage Indabl, Sten Holm // Abstracts of 11th International Phillip Zorab Symposium “Aetiology and new treatments for adolescent idiopathic scoliosis”. April, 2006. – Oxford. – P. 2–3.
8. Annapoorna Kuppuswamy. Cortical Control of Erector Spinae Muscles in Idiopathic Scoliosis / Annapoorna Kuppuswamy, Peter H. Ellaway, Alison H. McGregor // Abstracts of 11th International Phillip Zorab Symposium “Aetiology and new treatments for adolescent idiopathic scoliosis”. April, 2006. – Oxford. – P. 5–6.
9. Clayton J. Adam Askin Gravity – induced Torsion and Intravertebral Rotation in Idiopathic Scoliosis / Clayton J. Adam, Mark J. Percary, Geoffrey N. // Abstracts of 11th International Phillip Zorab Symposium “Aetiology and the new treatments for adolescent idiopathic scoliosis”. April, 2006. – Oxford. – P. 22–23.
10. Hubel D. The Brain / D. Hubel. – N.Y. : W. H. Freeman and Company, 1979. – 321 p.
11. Idiopathic Scoliosis and Basicranium Asymmetry / Rousie D. et al. // Abstracts of 11th International Phillip Zorab Symposium “Aetiology and the new treatments for adolescent idiopathic scoliosis”. April, 2006. – Oxford. – P. 56–57.
12. Lindemann K. Aetiology und Pathogenese der Scoliose / K. Lindemann // Handbuch der Orthopaedie. – 1958. – № 2. – S. 160–187.
13. Perinatal factors in adolescent idiopathic scoliosis- questionnaire study / Chaloupka R. et al. // Abstracts of 11th International Phillip Zorab Symposium “Aetiology and the new treatments for adolescent idiopathic scoliosis”. April, 2006. – Oxford. – P. 12–14.
14. Schmidt R. F. Human Physiology / R. F. Schmidt, G. Thews. – N.Y. : Springer Verlag, 1983. – 797 p.
15. Stillwell D. Structural deformities of vertebrae / D. Stillwell // The J. Bone Jt. Surg. –1962. – Vol. 44-A. – P. 611–634.