

Рис. 2. Рентгенограммы больного А. 8 лет. Диагноз: спондилолизный спондилолистез L5 позвонка III степени.
а — до операции;
б — после операции: редукция до II степени;
в — через 8 лет после операции: редукция смещения практически до I степени.

внешней конструкции в области спины, а также опасность развития гнойных осложнений. Фиксация аппаратом проводилась в течение 2–3 мес, что недостаточно для формирования полноценного костного блока, а продление срока фиксации не представлялось возможным из-за указанных выше обстоятельств. В дальнейшем мы отказались от применения внешней фиксации при оперативном лечении спондилолистеза.

Целый ряд недостатков имеет и фиксация пластинами Вильсона. Так, их адекватная установка была возможна только при небольшой степени смещения, но даже в этих случаях не достигалась необходимая жесткость фиксации. В отдаленном периоде отмечались раскручивание гаек, миграция, нестабильность пластин, что требовало их удаления.

Дистракторы Казьмина были применены нами у 20 больных. В сочетании только с задним спондилодезом они использовались при смещении не больше III степени и отсутствии неврологической симптоматики. Иной была тактика при выраженной неврологической симптоматике, стенозе позвоночного канала, когда требовалась ревизия последнего с декомпрессией невралных структур. Поскольку ламинэктомия или интерламинэктомия приводила к увеличению нестабильности соответствующих позвоночных сегментов, фиксация дистракторами Казьмина в этих случаях либо дополнялась межтеловым спондилодезом по Кловарду, либо проводился вторым этапом передний спондилодез. У больных с III–V степенью смещения фиксация дистракторами обязательно дополнялась передним спондилодезом.

При применении дистракторов Казьмина не удавалось достичь значительного вправления смещенного позвонка. Исключение составил один больной — мальчик 8 лет со спондилолизным спондилолистезом L5 позвонка III степени, у которого после установки дистракторов в процессе роста произошла редукция смещения до I степени (рис. 2). Дистракция пояснично-крестцового отдела позвоночника за счет рассматриваемой конструкции приводила к расширению межпозвонковых отверстий и тем самым — к частичной декомпрессии нервных корешков в месте выхода из позвоночного канала, что способствовало устранению болевого синдрома. Положительной стороной являлось также уменьшение при установке дистракторов исходного гиперлордоза (особенно у больных с III–IV степенью смещения) практически до физиологической величины. Это благоприятно сказывалось как на косметическом эффекте операции, так и на восстановлении биомеханических взаимоотношений в пояснично-крестцовом отделе.

Несомненно, фиксация дистракторами обладает преимуществом перед фиксацией пластинами Вильсона и внешними конструкциями. Хотя нами не использовались дистракторы Харрингтона, мы считаем, что применение дистракторов Казьмина

при спондилолизе более оправданно. Фиксация их каудально в боковые массы крестца является более надежной, чем фиксация под дугу S1 позвонка, как это делается при использовании дистракторов Харрингтона (что может также приводить к выраженному локальному фиброзу дурального мешка). Кроме того, дистракторы Казьмина механически прочнее: ни в одном случае при лечении спондилолистеза мы не наблюдали их поломки или вывихивания.

При применении транспедикулярных конструкций тактика лечения также зависела от степени и клинических проявлений спондилолистеза. Несомненным преимуществом транспедикулярных конструкций является возможность выполнения моносегментарной фиксации при небольших (I–II) степенях смещения, при этом мы дополняли фиксацию задним спондилодезом. У больных с III–IV степенью спондилолистеза и спондилоптозом проводили (как и при использо-

вании дистракторов) двухэтапное хирургическое лечение. Первым этапом осуществляли дорсальную коррекцию и фиксацию пояснично-крестцового отдела транспедикулярными системами. При этом фиксировали два сегмента, включая пояснично-крестцовый переход. У больных со спондилоптозом винты проводили трансакрально в тело смещенного пятого поясничного позвонка. Вторым этапом выполняли передний спондилодез. Такая тактика позволила получить хорошие результаты — у всех больных наступил регресс клинических проявлений заболевания.

В случае сочетания спондилолистеза со сколиозом прибегали к более протяженной фиксации. У двух больных была произведена фиксация трех позвоночных двигательных сегментов в комбинации с передним корпородезом. У одной из этих больных выраженная дисплазия задних элементов смещенного позвонка со стенозом позвоночного канала потребовала проведения ламинэктомии (рис. 3). У па-

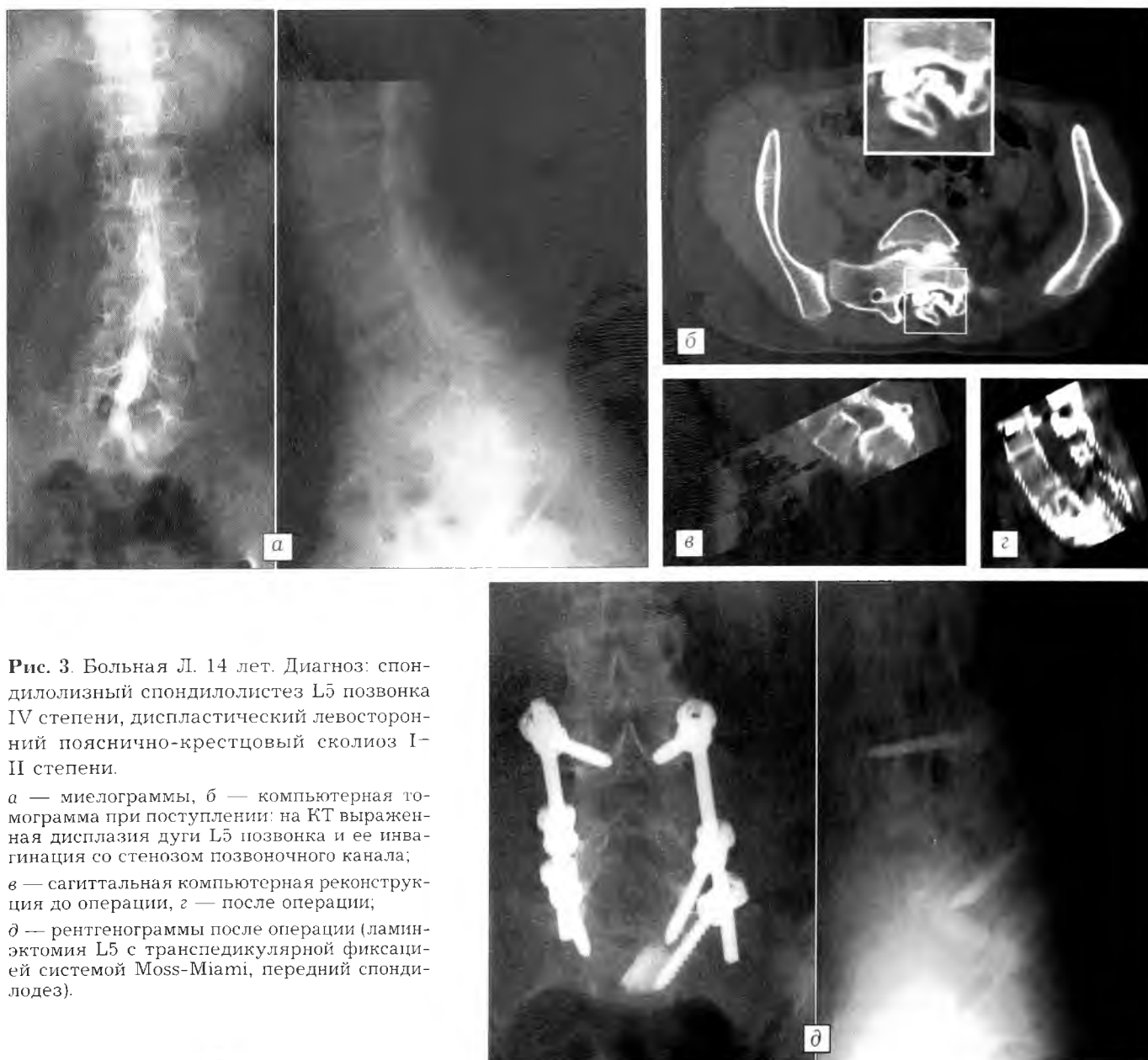


Рис. 3. Больная Л. 14 лет. Диагноз: спондилолизный спондилолистез L5 позвонка IV степени, диспластический левосторонний пояснично-крестцовый сколиоз I–II степени.

а — миелограммы, б — компьютерная томограмма при поступлении: на КТ выраженная дисплазия дуги L5 позвонка и ее инвагинация со стенозом позвоночного канала;

в — сагиттальная компьютерная реконструкция до операции, г — после операции;

д — рентгенограммы после операции (ламинэктомия L5 с транспедикулярной фиксацией системой Moss-Miami, передний спондилодез).

циентки с декомпенсированным грудопоясничным сколиозом III степени и спондилоптозом L5 позвонка фиксация была осуществлена от T3 до S1, причем трансакральные винты проведены в тело L5 позвонка. Данный вид фиксации позволил не только стабилизировать пояснично-крестцовый отдел позвоночника, но и устранить боковую девиацию туловища (перевести декомпенсированный сколиоз в компенсированный).

Применение транспедикулярных конструкций давало нам возможность добиваться адекватной редукции смещенного позвонка. Степень редукции планировали в соответствии с функциональными

рентгенограммами. Так, у детей и подростков смещение позвонка на функциональных снимках уменьшалось на I–II степени — соответствующая редукция достигалась на операции. Представляет интерес уже упомянутый выше случай, когда у мальчика 8 лет со спондилолизным спондилолизом L5 позвонка III степени после двухэтапного оперативного лечения (фиксация дистракторами Казьмина и передний спондилодез аллотрансплантатом) первоначально была достигнута незначительная редукция, а в процессе роста ребенка произошло самовправление смещенного позвонка до I степени (см. рис. 2). У пациентов средней и стар-



Рис. 4. Больной П. 63 лет. Диагноз: дегенеративный спондилолистез L4 позвонка I степени, вторичный корешковый болевой синдром.

а — миелограмма до операции: «стоп контраст» на уровне L4–5; б — функциональные рентгенограммы: отсутствие существенной редукции; в — магнитно-резонансная томограмма: деформация дурального мешка за счет сдавления его спереди дегенеративно-измененной и гипертрофированной задней продольной связкой, сзади — рубцово-измененной эпидуральной клетчаткой и задневерхним краем тела L5 позвонка; г — компьютерная томограмма с миелографией;

д — рентгенограммы после операции (двусторонняя расширенная интерламинаэктомия с резекцией суставных отростков, ревизия позвоночного канала с освобождением дурального мешка, резекция задневерхнего края тела L5 позвонка, задний межтеловой спондилодез кейджами «Interfix», транспедикулярная фиксация системой Moss-Miami).

шей возрастных групп мобильность позвоночника на уровне смещения была значительно меньше, а при дегенеративном спондилолистезе возможность вправления фактически отсутствовала из-за выраженных явлений спондилеза и спондилоартроза. В таких случаях мы не предпринимали попыток вправления позвонка, а ставили целью прежде всего обеспечить стабильную фиксацию на существующем уровне.

У двух пациентов с дегенеративным спондилолистезом I–II степени и у одного больного, ранее оперированного в другой клинике, у которого сохранялся болевой синдром, а при обследовании был обнаружен перелом транспедикулярных винтов, мы сочетали ТПФ одного сегмента со спондилодезом на 360° из заднего доступа при помощи кейджей (рис. 4). Данная методика позволила провести полноценную ревизию позвоночного канала и стабильную фиксацию с восстановлением высоты межтелового пространства и межпозвонковых отверстий. Клинический и ортопедический результаты во всех трех случаях были хорошими.

Осложнения

У одной пациентки со спондилолистезом L5 позвонка II степени после ТПФ сегмента L4–L5 и заднего спондилодеза развился глубокий гнойный процесс в области операции с вовлечением металлоконструкции. Мы были вынуждены удалить фиксатор, и после проведения соответствующих лечебных мероприятий гнойный процесс был полностью купирован. При этом, несмотря на удаление транспедикулярного фиксатора, сформировался полноценный костный блок на данном уровне и клинический результат у больной был удовлетворительным.

Неврологические осложнения после операции отмечены у 2 больных. В одном случае после транспедикулярной фиксации развился односторонний парез мышц-разгибателей стопы. Это осложнение имело место в период освоения методики ТПФ и было вызвано неправильным проведением винта в L5 позвонок (нижний край винта выходил за пределы корня дуги). Предпринятое консервативное лечение привело к частичному регрессу пареза. В другом случае у пациента со спондилоптозом L5 позвонка изначально имелся парез разгибателей правой стопы. Ему были произведены ламинэктомия, ревизия позвоночного канала, ТПФ с введением винтов и кортикальных аллотрансплантатов в тело L5 позвонка. Ближайший послеоперационный период протекал без особенностей, однако после вертикализации больного на 10-е сутки после операции имевшийся у него парез мышц усугубился до их паралича. При рентгенологическом исследовании и компьютерной томографии нарушения целостности металлоконструкции и увеличения степени стеноза позвоночного канала не обнаружено. Неврологические расстройства были расце-

нены нами как следствие нарушения спинального кровообращения. Назначены медикаментозная терапия, направленная на улучшение микроциркуляции, антикоагулянтные препараты, проведено восстановительное лечение, электромиостимуляция. В результате неврологическая симптоматика регрессировала до исходного уровня.

У 4 (8%) больных имела место поломка транспедикулярных конструкций: в 2 случаях — односторонний перелом стержней системы C—D и в 2 — винтов. У всех этих пациентов была III–V степень спондилолистеза. Поломка металлоконструкций произошла через 1–2 мес после операции. При этом только у одного больного со спондилоптозом наступила частичная потеря редукции. Во всех случаях был выполнен передний спондилодез, прогрессирования смещения позвонка не отмечено. Клинический результат был хорошим.

ОБСУЖДЕНИЕ

Хирургическое лечение спондилолистеза является сложным разделом вертебры, ставящим хирурга перед трудной проблемой выбора оптимальной лечебной тактики и требующим от него изобретательности [22]. Основная задача оперативного лечения заключается в устранении болевого синдрома и неврологической симптоматики, обеспечении стабильности на уровне смещенного позвонка с возможной благоприятной перестройкой позвоночника [3].

Показаниями к оперативному лечению больных со спондилолистезом являются: упорный болевой синдром, не поддающийся консервативной терапии, нарастание в динамике клинико-неврологической симптоматики, рентгенологически подтвержденное прогрессирование соскальзывания позвонка.

Данные литературы об эффективности заднего спондилодеза при спондилолистезе противоречивы. Так, по одним источникам, применение спондилодеза *in situ* при спондилолистезе больше III степени приводит в дальнейшем к появлению корешковой симптоматики в 12% случаев, в 6% случаев развивается синдром конского хвоста [10], в 41% отмечается прогрессирование смещения [5]. Другие авторы сообщают о хороших отдаленных результатах при применении спондилодеза *in situ* без какого-либо вправления при больших степенях смещения [12]. На наш взгляд, задний и заднебоковой спондилодез может использоваться как самостоятельный метод лечения только у пациентов с минимальной, начальной степенью смещения и без выраженного болевого синдрома (клинических проявлений).

Фиксация передней опорной колонны путем корпородеза является патогенетически обоснованным методом лечения при спондилолистезе [1–3]. Однако мы отказались от применения корпородеза как самостоятельного метода из-за нестабильности такой фиксации: в послеоперационном периоде боль-

ные должны были длительное время (до 3 мес) соблюдать постельный режим, а затем производилась иммобилизация гипсовым корсетом. Все это значительно увеличивало сроки стационарного лечения и восстановительный период. Кроме того, мы не были застрахованы от лизиса трансплантата, его миграции и формирования псевдоартроза. Опыт дополнительной внешней фиксации аппаратом Бьюзова после переднего спондилодеза из внебрюшинного доступа не вызвал у нас удовлетворения. Больные очень плохо переносили такого рода фиксацию, существовал риск присоединения инфекции и местной реакции мягких тканей.

Применение пластин Вильсона при спондилолистезе также имело ряд недостатков. Во-первых, это ненадежность фиксации, осуществляемой за остистые отростки. Во-вторых, при спондилолистезе фиксация остистого отростка не препятствовала дальнейшему прогрессированию листеза. В-третьих, при выраженном спондилолистезе и дисплазии задних элементов нельзя говорить о полноценной фиксации пластинами Вильсона. Все это послужило основанием для отказа от их использования в дальнейшем.

Применение дистракторов Казьмина, несмотря на полученные в целом положительные результаты, мы считаем на современном этапе неоправданным. Значительная протяженность фиксации приводит к ограничению подвижности большого числа сегментов позвоночника, что снижает функциональные возможности больного [3]. Даже при условии удаления дистракторов после образования полноценного костного блока дегенеративные изменения в дугоотростчатых суставах на протяжении фиксации носят необратимый характер [14, 16]. При применении дистракторов можно говорить о достижении лишь незначительной редукции смещенного позвонка. Кроме того, дистракторы не обладают ротационной стабильностью, что накладывало ограничения на восстановительное лечение в послеоперационном периоде.

Все это побудило нас перейти к применению транспедикулярной фиксации у больных спондилолистезом. С внедрением в хирургию позвоночника метода ТПФ стало возможным производить из заднего доступа адекватное вправление и фиксацию смещенного позвонка [15]. Жесткость и надежность ТПФ была доказана в экспериментальных исследованиях [21] и клинических работах [18].

Применение кейджей позволяет получить надежный корпородез с восстановлением высоты межпозвонкового пространства и межпозвонковых отверстий. Установка кейджей из заднего доступа (PLIF) обеспечивает условия для полноценной ревизии позвоночного канала и освобождения (декомпрессии) нервных структур. Но применение кейджей из заднего доступа без дополнительной ТПФ, по сведениям литературы, дает до 45% неудовлетворительных результатов, требующих повторных операций с ТПФ [6, 19]. Мы считаем зад-

ний межтеловой спондилодез кейджами в сочетании с ТПФ данного сегмента операцией выбора при дегенеративном спондилолистезе с корешковой симптоматикой, требующей ревизии позвоночного канала. Перспективными, на наш взгляд, являются эндоскопические операции по созданию межтелового спондилодеза кейджами [8, 9].

Особо мы хотели бы выделить тяжелые формы спондилолистеза — III–V степени. Несмотря на большое число опубликованных работ, вопрос лечения тяжелых форм спондилолистеза остается открытым из-за недостаточной эффективности существующих хирургических методов [19]. В анализируемой нами группе спондилолистез III–V степени был диагностирован у 55% больных. Поскольку пояснично-крестцовый переход в связи с выраженными изменениями биомеханики испытывает большие нагрузки [20], необходима максимально жесткая и прочная его фиксация, особенно после проведения частичной или полной редукции смещения. A.D. Steffee изучил отдаленные результаты частичного вправления и ТПФ при спондилолистезе III–V степени у 20 пациентов. У 3 больных фиксация дополнялась только заднебоковым спондилодезом, у остальных — передним спондилодезом (из заднего доступа). У первых 3 пациентов произошла поломка конструкции с потерей редукции, тогда как после корпородеза результат у всех больных был хорошим [5]. Биомеханические исследования в эксперименте доказали наибольшую прочность фиксации и образование хорошего костного блока при комбинации ТПФ с корпородезом [21]. Мы располагаем опытом лечения 73 пациентов с III–IV степенью спондилолистеза. Отмеченные в 4 случаях переломы металлоконструкций имели место у пациентов, которым не выполнялся передний корпородез. По данным литературы, переломы транспедикулярных фиксаторов у больных с тяжелым спондилолистезом наблюдаются в 5–25% случаев [5, 10]. В нашей группе с ТПФ перелом элементов металлоконструкций произошел у 8% больных, также с большой степенью смещения.

Что касается необходимости проведения ревизии позвоночного канала при оперативном лечении спондилолистеза, то отношение к ней представителей разных клинических школ неоднозначно. Так, сторонники нейроортопедического направления [1, 4 и др.] высказываются за проведение ревизии. И.М. Митбрейт [3] рекомендует выполнять ламинэктомию, фасетэктомию, радикулолиз только при значительной внутриканальной патологии, так как эти вмешательства могут привести к прогрессированию нестабильности позвоночника. Учитывая полученные нами данные о нехарактерности для клинических проявлений спондилолистеза грубых неврологических нарушений, вызванных компрессией нервных структур дурального мешка, мы разделяем мнение, что проводить ревизию позвоночного канала следует только при наличии стойкой неврологической симптоматики.

Мы также считаем необходимым выполнение ламинэктомии при III–IV степени спондилолистеза и при спондилоптозе для визуального контроля за натяжением дурального мешка и спинномозговых корешков, когда планируется проведение редукции смещенного позвонка.

Актуальным является вопрос о необходимости и степени редукции. При начальных степенях спондилолистеза, особенно у детей и подростков, вправление смещенного позвонка не представляет большой трудности, так как костно-фиброзные изменения у них не выражены. В отношении более тяжелых степеней спондилолистеза мнения расходятся. Ряд авторов считают, что необходимо производить максимальное вправление смещенного позвонка, а если это невозможно, прибегать к восстановлению пояснично-крестцовых взаимоотношений путем резекции смещенного пятого поясничного позвонка и формированию спондилодеза между L4 и S1 позвонками [13]. Другие авторы не одобряют такой радикализм, сообщая о большом числе неврологических осложнений после подобного рода операций. В ряде публикаций высказывается мнение, что при тяжелых смещениях производить редукцию вообще не надо, а следует ограничиться фиксацией путем создания спондилодеза [12]. Мы, основываясь на своем опыте, считаем, что к этому вопросу надо подходить дифференцированно. Так, если при использовании дистракторов можно лишь условно говорить о редукции, то транспедикулярные конструкции позволяют проводить вполне адекватное вправление из заднего доступа [7, 23, 24]. Редукция при применении транспедикулярных конструкций происходит благодаря подтягивающему действию через проведенный в смещенный позвонок винт за счет эффекта рычага при установке и фиксации отмоделированного стержня или пластины на винты, проведенные в выше- и/или нижележащие позвонки, либо благодаря эффекту «штопора» при использовании конструкции Moss-Miami (рис. 5). При спондилолистезе I–II степени у детей и подростков можно произвести практически полную редукцию без каких-либо осложнений. У взрослых при этих

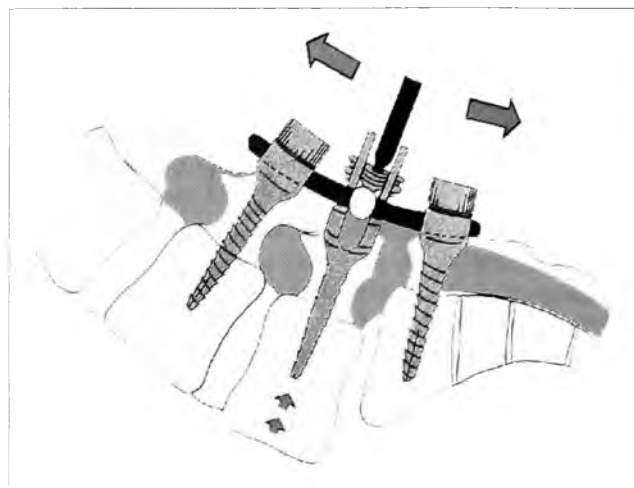


Рис. 5. Схема транспедикулярной фиксации и редукции смещенного L5 позвонка.

степенях спондилолистеза мы также достигали практически полной редукции при применении транспедикулярных конструкций в сочетании с задним межтеловым спондилодезом. При спондилолистезе III–IV степени и спондилоптозе, если деформация мобильна, то у детей и подростков можно проводить редукцию — насколько это удастся без применения значительных усилий. У больных более старшего возраста, учитывая сформировавшиеся компенсаторные механизмы, мы не считаем необходимым выполнять редукцию любой ценой, отдавая приоритет надежной фиксации на уровне смещения для предотвращения прогрессирования листеза и усугубления клинических проявлений. При этом как у взрослых, так и у детей с тяжелыми степенями спондилолистеза при проведении редукции мы считаем необходимым выполнение ламинэктомии на уровне пятого поясничного позвонка для визуального контроля за натяжением невральных структур позвоночного канала.

Основываясь на собственном опыте и данных литературы, мы разработали схему выбора оперативной тактики в зависимости от степени спондилолистеза и клинических проявлений заболевания (см. таблицу).

Выбор тактики хирургического лечения спондилолистеза

Клинико-рентгенологические проявления заболевания	Задний спондилодез либо ТПФ в сочетании с задним спондилодезом без ревизии позвоночного канала	ТПФ в сочетании с ревизией позвоночного канала и задним межтеловым спондилодезом по Кловарду либо кейджам	ТПФ с ревизией или без ревизии позвоночного канала в сочетании с передним корпорозедем
Спондилолистез I–II степени с люмбалгией или непостоянной люмбоишиалгией	+	+/-	-
Спондилолистез I–II степени с люмбалгией, постоянной люмбоишиалгией или признаками хронической недостаточности кровообращения в каудальных отделах спинного мозга	+/-	+	-
Спондилолистез III–IV степени	-	+/-	+
Спондилоптоз	-	-	+

ВЫВОДЫ

1. Для клинической картины спондилолистеза не характерно наличие грубой неврологической симптоматики, двигательного дефицита. Характерными являются люмбалгия, одно- или двусторонняя люмбоишиалгия. У детей и подростков при спондилолистезе со значительным стенозом позвоночного канала заболевание может проявляться синдромом Фюрмайера. Для пациентов старше 50 лет с дегенеративным спондилолизом характерны явления хронического нарушения кровообращения в каудальных отделах спинного мозга, манифестирующиеся миелогенной перемежающейся хромотой и частичным нарушением функции тазовых органов.

2. Ревизию позвоночного канала необходимо производить только при наличии стойкой неврологической симптоматики и выраженном (50% и более) стенозе позвоночного канала, подтвержденном специальными методами исследования. При незначительной степени стеноза позвоночного канала и отсутствии стойкой корешковой симптоматики ревизия невральных структур не обязательна.

3. Методом выбора оперативного лечения спондилолистеза является транспедикулярная фиксация в сочетании с костной пластикой. При спондилолистезе I–II степени достаточна транспедикулярная фиксация одного позвоночного двигательного сегмента. Если при этом выполняется ревизия содержимого позвоночного канала, транспедикулярную фиксацию необходимо сочетать с межтеловым спондилодезом (по Кловарду или кейджами).

4. При спондилолистезе III–V степени транспедикулярная фиксация во всех случаях должна сочетаться с передним спондилодезом. Если выполняется коррекция, необходимо производить интерламинэктомию или ламинэктомию для визуального контроля за натяжением дурального мешка и корешков в момент редукции. В случаях, когда достигается значительная коррекция (до I–II степени), может быть произведен задний межтеловой спондилодез по Кловарду или кейджами. Если вторым этапом планируется передний спондилодез из внебрюшинного доступа, его следует выполнять не позднее чем через 2–3 нед после транспедикулярной фиксации во избежание поломки металлоконструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазырин М.И. Клинико-биомеханические обоснования и оценка эффективности переднего спондилодеза с редукцией и без редукции позвонков при спондилолистезе: Дис. ... д-ра мед. наук. — М., 1981.
2. Корж А.А., Хвасюк Н.И. //Ортопед. травматол. — 1972. — N 6. — С. 21–25.
3. Мутбрейт И.М. Спондилолистез. — М., 1978.
4. Церлюк Б.М., Маркавс А.К. //Конф. травматологов-ортопедов ЛитССР совместно с Науч. об-вом травматологов-ортопедов ЛатвССР: Тезисы докладов. — Вильнюс, 1977. — С. 113–114.
5. Ani N., Keppler L., Biscup R.S., Steffee A.D. //Spine. — 1991. — Vol. 16. — P. 302–310.
6. Boyd L.M., Estd B. Int. meetings on advanced spine techniques, 2nd. — Curacao, 1995.
7. Dick W.T., Schnebel B. //Clin. Orthop. — 1988. — N 232. — P. 70–79.
8. Dickman C.A. //BNI Q. — 1997. — Vol. 13. — P. 4–25.
9. Dickman C.A., Sonntag V.K., Russell J.S. //Ibid. — 1997. — Vol. 13. — P. 26–36.
10. Edwards C.C., Bradford D.S. //Spine. — 1994. — Vol. 19. — P. 1535–1537.
11. Daniele A. //Ibid. — 1996. — Vol. 21. — P. 728–733.
12. Freeman B.L., Donati N.L. //J. Bone Jt Surg. — 1989. — Vol. 71A, N 4. — P. 594–598.
13. Gaines R.W., Nichols W.K. //Spine. — 1985. — Vol. 10. — P. 680–685.
14. Hirabayashi S., Kumano K., Kuruoki T. //Ibid. — 1990. — Vol. 15. — P. 1204.
15. Hu S., David S. //Ibid. — 1996. — Vol. 21. — P. 367–371.
16. Kahanovitz N., Bullough P., Jacobs R.R. //Clin. Orthop. — 1984. — N 189. — P. 204–208.
17. McAfee P.C. //J. Bone Jt Surg. — 1999. — Vol. 81A, N 6. — P. 859–880.
18. Parisini P., Silvestre M. Di, Greggi T. et al. //Chir. Organi Mov. — 2001 — Vol. 86. — P. 127–142.
19. Roca J., Ubierna M.T., Caceres E. et al. //Spine. — 1999. — Vol. 24. — P. 709–715.
20. Schwab F.J., Jean-Pierre C. //Ibid. — 1997. — Vol. 22. — P. 1661–1667.
21. Shirado O., Zdeblick T.A., McAfee P.C., Warden K.E. //J. Bone Jt Surg. — 1991. — Vol. 73A, N 4. — P. 518–526.
22. Smith J.A. //Spine. — 2001. — Vol. 26. — P. 2227–2234.
23. Steffee A.D., Biscup R.S., Stikowski D.J. //Clin. Orthop. — 1986. — N 203. — P. 45–53.
24. Steffee A.D., Stikowski D.J. //Ibid. — 1988. — N 227. — P. 82–89.
25. Zhao J., Yong Hai. //Spine. — 2000. — Vol. 25. — P. 425–430.