



ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ НЕСТАБИЛЬНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОЗВОНКА С₂

В.В. Рерих, С.В. Жеребцов

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

Подходы в лечении нестабильных переломов дужки С₂ различны. Одни авторы отдают предпочтение консервативным методам лечения, другие — задней стабилизации. В практической работе используется стабилизация вентральной колонны эндофиксатором, что позволяет исправить деформацию и добиться жесткого сращения на уровне С₂—С₃. Из наблюдаемых 49 пациентов с переломом дужки аксиса у 25 повреждение было нестабильное. Для стабилизации позвоночника десяти пациентам выбран метод вентрального межтелового спондилодеза эндофиксатором и аутооттрансплантатом, из них у четырех в послеоперационном периоде возникла необходимость в гало-фиксации. В лечении девяти больных гало-аппарат использовался как монотерапия. Шесть пациентов с существенными противопоказаниями к оперативному вмешательству лечились консервативно. При III типе повреждения — переломовывихе дужки С₂, трем больным осуществлено закрытое вправление по Richet — Hueter с последующим проведением межтелового спондилодеза эндофиксатором и аутооттрансплантатом. Одной пациентке не удалось закрыто вправить вывих в суставе С₂—С₃, ей проведено двухэтапное оперативное лечение. Отмечено, что оперативное лечение, по сравнению с консервативным, приводит к лучшим исходам.

Ключевые слова: перелом дужки С₂, повреждение диска С₂—С₃, оперативное лечение травмы шейного отдела позвоночника.

SURGICAL TREATMENT FOR UNSTABLE TRAUMATIC SPONDYLOLISTHESIS OF C₂ VERTEBRA

V.V. Rerikh, S.V. Zhrebtsov

The treatment techniques of unstable C₂ vertebra arch fracture are controversial. Some authors prefer conservative methods, other — posterior stabilization. In our practice we use a stabilization of ventral column by internal fixator, what allows to correct a deformation and to provide a solid fusion at C₂—C₃ levels. Out from 49 patients with axis arch fracture, in 25 patients the injury was unstable. To stabilize In 10 patients the spine was stabilized by ventral interbody arthrodesis with internal fixator and autograft. Postoperative halo-fixation was required in 4 of these patients. In 9 patient halo-apparatus was used as a monotherapy. Six patients with essential contraindication to surgical intervention were treated conservatively. Three patients with type III injury — C₂ arch fracture-dislocation — underwent a closed reduction (by Richet — Hueter technique) followed by interbody arthrodesis with internal fixator and autograft. In one patient the closed reduction of C₂—C₃ joint dislocation has failed. She underwent a two-stage surgical procedure. It was noted that surgical treatment provides better outcome as compared with conservative one.

Key words: C₂ arch fracture, disk C₂—C₃ injury, cervical spine trauma surgical treatment.

Введение

Начало изучения перелома дуги аксиса имеет печальную историю. Naughton в 1866 г. был первым, кто описал переломы аксиса со смещением у преступников, которые были казнены через повешенье. Wood-Jones при изучении препаратов позвонков, взятых у повешенных, связал подчелюстное расположение узла и перелом дужки С₂ с фатальным разрывом спинного мозга. Он же первым пред-

ложил механизм травмы — гиперэкстензию, сочетающуюся с внезапной сильной дистракцией [5]. Grogono (1954) опубликовал первые рентгенограммы перелома задней дуги аксиса, происшедшего при автоаварии, и отметил, что рентгенологические признаки повреждения мало чем отличались от повреждений после судебного повешенья, описанных Wood-Jones. Schneider (1965) встретил схожее повреждение у пациентов после автоаварии и метафорически назвал его «пе-

релом палача» по подобию рентгенологического проявления травматического повреждения, вызванного повешеньем [3, 5]. Французы Roy-Camille et al. были более точны, когда назвали эту травму «la fracture du pendu» [6]. В последующих публикациях использовался термин «перелом палача» [4, 14]. Хотя рентгенограммы показали различные варианты перелома, никакой классификации не было предложено: видимо, большого значения этой травме не придавалось [3].

В настоящее время в классификациях, предложенных различными авторами, много схожего. Переломы дуги С₂ разделяют на группы не по анатомической локализации, а по степени нестабильности, возникшей в результате травмы. На критериях стабильности, предложенных White и Panjabi [16], основана классификация Francis et al. [5]. Классификация перелома осуществляется при анализе боковой рентгенограммы, выполненной у лежащего на спине пациента. Переломы классифицируются согласно сдвиговому смещению, угловой деформации и связочной нестабильности. Сдвиговое смещение – переднее или заднее перемещение тела аксиса относительно третьего шейного позвонка – определяется по задним границам тел позвонков. Угловая деформация в месте повреждения на рентгенограммах измеряется с использованием линий, проведенных по задним контурам тел С₂ и С₃. Позвоночный сегмент рассматривается White et al. как нестабильный, когда смещение больше, чем 3,5 мм, или угловая деформация больше 11 град. Сегмент считается поврежденным, если смещение больше, чем половина сагиттальной ширины тела третьего шейного позвонка, или если угловая деформация приводит к расширению передних или задних отделов поврежденного диска на величину, большую чем высота центральной части нормального нижележащего диска. Промежуточной степенью связочного повреждения считается смещение большее, чем 3,5 мм, но меньшее, чем половина тела позвонка, и если при угловом смещении высота поврежденного диска (передней либо задней его части) меньше, чем высота смежного диска, или если имеется компрессионный перелом тела третьего шейного позвонка. Табл. 1 демонстрирует пять степеней нестабильности, выявленных этим методом [5].

Эта классификация имеет противоречия. Так, по данным White et al. [16], сегмент считается нестабильным, когда имеется либо угловая деформация,

либо сдвиговая, превышающие приведенные величины, что косвенно указывает на повреждение дисковозочных структур, поэтому при IV степени, когда есть и сдвиговая, и угловая деформации, обязательно имеется повреждение диска, что позволяет перевести его в V степень. Авторы не дают ответа, чем отличается лечение при II и III степенях повреждения. Классификация Francis громоздка и не является руководством к действию, поэтому она не нашла широкого применения в практике.

Наибольшее распространение получила классификация Effendi et al. [3]. Она основана на тех же критериях стабильности, но более проста, понятна и дает план лечения. Все переломы по этой классификации разделяются на три типа: первый – стабильные переломы, при которых даже на функциональных снимках не возникает грубой деформации на уровне С₂–С₃ сегмента; второй – повреждения со значительной угловой (больше 11 град.) или сдвиговой (больше 3,5 мм) деформациями, что косвенно указывает на повреждение мягкотканых структур, прежде всего дисковозочного комплекса. Заслуга авторов данной классификации еще и в том, что они первыми выделили переломовывихи дужки С₂, отнеся данное повреждение к третьему типу. Повреждаются не только передние, но и задние связочные структуры, кроме того, имеется сцепившийся вывих сломанной дужки С₂, что меняет тактику лечения.

Levine et al. [7] ввели в классификацию Effendi дополнительный второй

тип А переломов. Его отличие заключается в том, что наряду с переломом дужки имеется повреждение диска и разрыв задней продольной связки на уровне С₂–С₃. Тело С₂ имеет выраженный наклон, и каудально-дорсальная его часть упирается в тело нижележащего позвонка, что препятствует репозиции. Levine et al. утверждают, что при данном повреждении нельзя осуществлять тракцию грузом более 5 кг, так как это может привести к повреждению спинного мозга.

Roy-Camille et al. [11], основываясь на данных собственного эксперимента, установили свои критерии нестабильности. В группу стабильных повреждений включили переломы без смещения или с небольшим смещением (сдвиговое, не превышающее 2 мм, и угловое, 5 град. в сторону кифоза или 15 град. в сторону лордоза, даже на функциональных рентгенограммах). Ко второй группе отнесены повреждения, при которых имеются сдвиговое смещение от 2 до 8 мм, угловое от 5 до 8 град., при этом имеется неполное повреждение дисковозочного комплекса. Полное повреждение диска оценено как превышающее указанные величины. Кроме статических параметров, Roy-Camille внедрены и динамические. Отмеченное на функциональных рентгенограммах увеличение ширины линии перелома на 2 мм подтверждено повреждение связочных структур. Переломовывихи дужки С₂ были отнесены в третью группу, как и в предыдущей классификации. Четвертую группу составили повреждения, при которых переломы дужки сочетались с переломом зуба С₂.

Таблица 1
Классификация повреждений дужки С₂ по W.R. Francis

Степень нестабильности	Смещение, мм	Угол наклона, град.
I	<3,5	<11
II	<3,5	>11
III	>3,5; <0,5 ширины позвонка	<11
IV	>3,5; <0,5 ширины позвонка	>11
V	Разрыв диска	—

Эта классификация полнее раскрывает суть повреждения. Изменения на функциональных рентгенограммах позволяют дифференцированно разделить переломы на обычные и с повреждением связочного аппарата. Конечно, это деление условно, но отдельные данные позволяют прогнозировать результат и выбирать тот или иной вид лечения. Нельзя согласиться с тем, что при сдвиговом смещении до 8 мм еще не произошло полного разрыва диска. Повреждение диска приводит или к замыканию сегмента, или к дегенеративным изменениям, развитию кифоза, гипермобильности, а возможно, к несостоятельности позвоночника. В Новосибирском НИИТО не было пациентов с одновременным переломом зуба и дужки С₂. Не встретилось описания подобных случаев и в литературе.

Итак, во всех классификациях переломы дужки аксиса разделены на стабильные и нестабильные. Консервативное лечение нестабильных переломов часто приводит к неудовлетворительным результатам. И хотя эти переломы, как правило, срстаются, в последующем появляются кифоз и нестабильность на уровне С₂–С₃ [8]. Наиболее распространены задние методы фиксации. Это трансартикулярная и транспедикулярная фиксации [6, 10]. Оба метода таят в себе опасность повреждения позвоночной артерии или спинного мозга [9]. При применении трансартикулярной винтовой фиксации по Roy-Camille для усиления конструкции могут замыкаться несколько двигательных сегментов шейного отдела позвоночника. При асимметричных

переломах дужки С₂ не всегда можно установить транспедикулярные шурупы с двух сторон [10, 12].

В клинике неосложненной травмы позвоночника Новосибирского НИИТО при нестабильных переломах дужки С₂ выполняется вентральный спондилодез С₂–С₃ с использованием разработанного эндофиксатора.

Материал и методы

С 1980 по 2003 г. в клинике неосложненной травмы НИИТО лечилось 112 пациентов с переломом позвонка С₂. Из них у 49 (9 женщин и 40 мужчин) был переломом дужки. Средний возраст больных – 44,7 лет (интервал от 15 до 70 лет). Чаще всего причиной травмы была автоавария – 25 пациентов; вторая причина перелома – падение с высоты – 12 человек; ныряние на мелководье вниз головой – 8; 4 пациента получили перелом дужки по другим причинам (удар по шее, падение кома снега на голову и т. д.). Все пациенты, кроме двух, поступили в порядке неотложной помощи с острой травмой. Один был травмирован за три, другой – за четыре месяца до поступления. У наблюдаемых пациентов не отмечено неврологического дефицита, связанного с переломом дужки С₂. С другой стороны, у 12 пациентов имела сопутствующая черепно-мозговая травма (у 10 – сотрясение головного мозга, у 2 – ушиб). Все пострадавшие прошли клинико-рентгенологическое исследование. Функциональные рентгенограммы, КТ и МРТ выполнялись при необходимости уточнения диагноза. На основании полученных сведений пациенты с переломами дужки

С₂ распределены нами по группам в соответствии с классификацией Effendi. Пациентов с первым типом повреждения было 24, со вторым – 21, с третьим – 4. Два пациента, наряду с переломом дужки С₂, имели перелом каудовентральной части тела С₂ и были отнесены ко второму типу из-за повреждения межпозвонкового диска С₂–С₃.

Пациентам с первым типом повреждения проводилось консервативное лечение – фиксация краниоторакальной гипсовой повязкой или гало-аппаратом; пациенты со вторым типом лечились как консервативно, так и оперативно. Консервативное лечение проведено 6 пациентам, фиксация в гало-аппарате – 9, оперативное – 6 (у троих в послеоперационном периоде внешнюю фиксацию осуществляли гало-аппаратом). Двум пациентам с кифотической деформацией, сформировавшейся на фоне неконсолидированного перелома дужки С₂, в послеоперационном периоде внешнюю фиксацию осуществляли гало-аппаратом; все пациенты с третьим типом повреждения лечились оперативно. В послеоперационном периоде у трех из них внешнюю фиксацию осуществляли гало-аппаратом. Данные о видах лечения всех пациентов представлены в табл. 2.

Наиболее удобный доступ к передним отделам верхнешейных позвонков – подчелюстной. Использовали как правосторонний, так и левосторонний подход. Разрез кожи при типичном доступе Smith – Robinson ограничивает смещение органов шеи в сторону, на уровне С₂, что заставляет подходить к передним отделам шейных позвонков

Таблица 2					
Распределение пациентов по типам повреждения и видам лечения					
Тип повреждения	Гипсовая фиксация	Гало-аппарат	Операция	Операция и гало-фиксация	Всего пациентов
1	22	2	—	—	24
2	6	9	3	3	21
3	—	—	1	3	4
Итого	28	11	4	6	49

на уровне C₃–C₄ и отводить органы шеи не столько в стороны, сколько кпереди, затрудняя при этом манипуляцию на позвоночнике. При подчелюстном доступе, на уровне позвонка C₂, необходимо идентифицировать крупные сосуды (лицевая, верхняя щитовидная, язычная артерии) и нервы (подъязычный и верхний ларингеальный). В ходе доступа не потребовалось лигировать крупные сосуды. После подхода и идентификации межтелового промежутка C₂–C₃ проводили резекцию самого диска и гиалиновых пластинок смежных позвонков. В образованный дефект устанавливали разработанный в клинике полый эндофиксатор, заполненный внутри аутокостью, взятой из гребня крыла подвздошной кости. Эндофиксатор устанавливали при тракции и экстензии, после устранения которых он прочно заклинивался зубцами на торцевых поверхностях в телах C₂ и C₃. Рану дренировали, ушивали только *m.platisma* и кожу. Как правило, в послеоперационном периоде иммобилизацию осуществляли краниоторакальной гипсовой повязкой. У четырех пациентов повреждения носили такой характер, что в ходе операции было невозможно получить достаточно жесткой стабильности, это заставило применить наружную фиксацию гало-аппаратом. Еще у двух пациентов с кифотической деформацией на уровне C₂–C₃ на почве неконсолидированных переломов дуги аксиса спондилодез C₂–C₃ был выполнен только аутотрансплантатами, без эндофиксатора; в послеоперационном периоде применена гало-фиксация.

Результаты

Пациенты с первым типом повреждения получали консервативное лечение – вытяжение при помощи петли Глиссона или скобы Базилевской в течение первой-второй недели с момента травмы; затем – фиксация краниоторакальной гипсовой повязкой до полной консолидации перелома. Двум пациентам проводилась гало-фиксация в связи с сопутствующими переломами нижнешейных и верхнегрудных позвонков, сроки консолидации варьировали от 10 до 14 недель (в среднем 12,8 недель). Лечение этой группы пациентов не вызвало серьезных проблем и привело к хорошим (79,1 %) и удовлетворительным (20,9 %) клиническим и рентгенологическим результатам. Неудовлетворительных результатов не отмечено. Клиническая оценка результатов складывалась из наличия или отсутствия болевого синдрома и определения объема движений согласно системе, предложенной Американской академией ортопедии и хирургии [13]. Числовая система оценки (табл. 3) основана на общем количестве пунктов, которые были достигнуты в двух направлениях для всех трех осей движения. Мы оценивали результат от 16 до 18 пунктов как хороший, от 12 до 15 – как удовлетворительный, 11 пунктов или меньше – как плохой. Рентгенологический результат был оценен как хороший при отсутствии сдвиговой или угловой деформации, дегенерации диска; как удовлетворительный – при наличии небольшой остаточной угловой или

сдвиговой деформации; как неудовлетворительный – при угловой деформации более 15 град. лордоза или 5 град. кифоза, сдвиговой – более 4 мм.

Во вторую группу вошли пациенты с нестабильными повреждениями. Для определения нестабильности руководствовались критериями, предложенными White et al. [16]. Среднее сдвиговое смещение у пациентов данной группы на уровне C₂–C₃ составило 4,6 мм (интервал от 0 до 12). На аксиальных сканах КТ у пациентов с асимметричным переломом дужки выявлялось ротационное смещение тела аксиса. Разворот тела создавал иллюзию большего смещения, чем на рентгенограммах. Оценить суммарное угловое смещение оказалось еще сложнее. Дело в том, что у пациентов этой группы наблюдались как кифотизация, так и увеличение лордоза на уровне поврежденного сегмента. При анализе боковых рентгенограмм 68 человек (пациенты без повреждений шейного отдела позвоночника) выявлено, что средний межсегментарный угол C₂–C₃ составляет от 0 до 19 град., поэтому угловое смещение целесообразнее расценивать согласно критериям Roy-Camille: кифоз более 5 град. или лордоз более 15 град. переводит повреждение в разряд нестабильных. На разрыв диска указывало увеличение межтелового промежутка в два раза при экстензии или вытяжении за голову. Пациенты с подобными повреждениями были отнесены во вторую группу. В эту же группу вошли два человека с неконсолидированными переломами дужки C₂. Большая кифотическая

Таблица 3

Оценка диапазона движения по системе Американской академии ортопедии и хирургии

Пункты*	Сгибание, град.	Разгибание, град.	Осевое вращение, град.		Боковой наклон, град.	
			направо	налево	направо	налево
1	0–15	0–15	0–20	0–20	0–15	0–15
2	15–30	15–30	20–40	20–40	15–30	15–30
3	30–45	30–45	40–60	40–60	30–45	30–45

* суммарное количество пунктов определяло результат лечения.

деформация на уровне сегмента С₂–С₃ у одного (18 град.) и лордоз (21 град.) у другого подразумевали разрыв диска. Оба пациента жаловались на боли в шейном отделе, усиливающиеся при вертикальной нагрузке, что объяснялось несостоятельностью этого отдела позвоночника.

Во второй группе пациентов проводилось как консервативное, так и оперативное лечение. Консервативное лечение в объеме скелетного вытяжения с последующей фиксацией гипсовой повязкой проведено шести пострадавшим. Их общее соматическое состояние не позволило сделать ни оперативного лечения, ни фиксации гало-аппаратом. Средний срок консолидации составил 16,5 недель. У трех пациентов результат лечения оценен как неудовлетворительный и у трех как удовлетворительный.

Основная тактика лечения в этой группе – гало-фиксация, проведенная девяти пациентам. Средний срок гало-фиксации составил 13,4 недель с последующей фиксацией на 2–3 недели филадельфийским воротником.

Гало-фиксация хорошо переносилась больными. В данной подгруппе отсутствовали осложнения, связанные с гало-тракцией. У всех пациентов удалось добиться полной консолидации. У шести пациентов с разрывом межпозвонкового диска развился спонтанный передний подвязочный костный блок.

Третий тип повреждения дужки С₂ диагностируется при начальной резкой флексии [3]. В этот момент возникает вывих в истинных суставах С₂–С₃. Последующая экстензия и осевая нагрузка приводят к перелому дужки. У всех четверых пациентов, лечившихся в клинике, вывих был односторонний, а перелом дужки асимметричный, что указывало на ротационный компонент нагрузки. Все пациенты поступили в порядке неотложной помощи. Им проведено закрытое ручное вправление по Richet – Hueter. У троих пациентов вывихи удалось вправить закрыто, у одной пациентки закрытое вправление не удалось. При оперативном лечении, начавшемся с заднего вправления, выяв-

лено, что в перелом вовлечен нижний суставной отросток С₂. Часть суставной фасетки развернута и интерпонируется между фрагментами, что и мешало закрытому вправлению (рис.). Для стабилизации поврежденного сегмента выполнен межтеловой спондилодез эндофиксатором и аутокостью. В послеоперационном периоде у двух пациентов фиксация осуществлялась краниоторакальной гипсовой повязкой, у двух – гало-аппаратом. При контрольном осмотре через три месяца у всех пациентов сформировался вентральный костный блок. Фиксация прекращена и отмечен хороший клинический и рентгенологический результат лечения.

Операция вентрального спондилодеза С₂–С₃ предложена J. Russell Barbour из Аделаиды (Цит. по: B.L. Cornish, 1968). Удалив диск, исследователь устанавливал в межтеловой промежуток аутоотрансплантат цилиндрической формы. В Новосибирском НИИТО использовали эндофиксатор, соответствующий высоте межтелового промежутка.

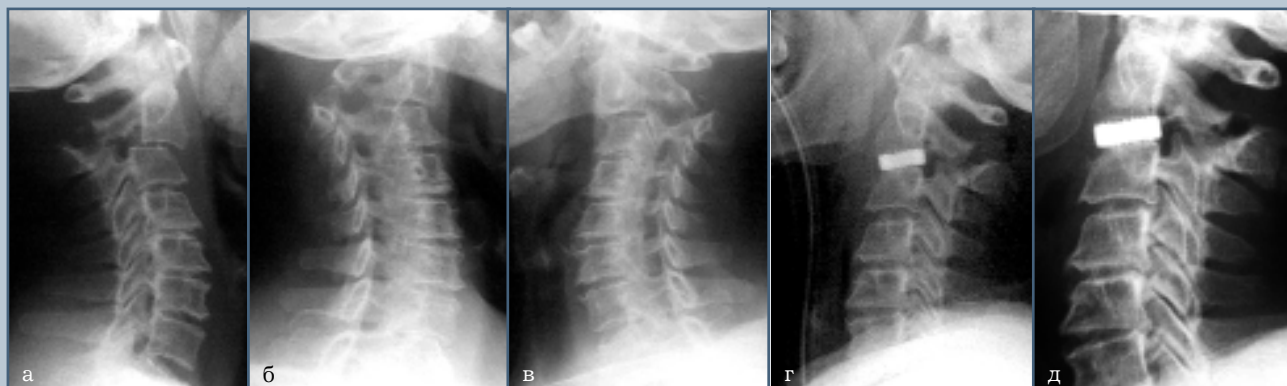


Рис.

Рентгенограммы больной К., 42 года, с переломом дужки С₂:

а – боковая проекция до операции;

б – правая трехчетвертная рентгенограмма до операции;

в – левая трехчетвертная рентгенограмма до операции, выявлен сцепившийся вывих части суставной фасетки, препятствующий вправлению;

г – боковая рентгенограмма после оперативного лечения, получено полное вправление и выполнен межтеловой спондилодез;

д – контрольная рентгенограмма, через два месяца после операции сохраняется достигнутая коррекция

Особо тщательно необходимо относиться к ретракции нервов. У двух пациентов в послеоперационном периоде наблюдался проходящий парез подъязычного нерва, у одного – верхнего ларингеального. После консервативного лечения неврологический дефицит полностью регрессировал.

У всех пациентов через 3–4 мес. сформировался костный блок между телами С₂–С₃ позвонков. Результаты, как клинический, так и рентгенологический, хорошие.

Обсуждение

Лечение нестабильных переломов дужки С₂ остается противоречивым с точки зрения выбора способа. Одни авторы [1, 2, 5, 15] предлагают начинать с консервативных методов, не исключая в последующем оперативных для тех случаев, когда развивается хроническая нестабильность, другие [3, 12] отдают предпочтение оперативным методам лечения. Наибольшее распространение получили методы задней фиксации [12], которые позволяют добиться стабильности в ходе операции. Однако эти оператив-

ные пособия трудны в исполнении, не исключают опасных осложнений и не воздействуют на поврежденный диск. Существуют определенные виды переломов со смещением, при которых задние виды оперативного лечения не позволяют получить полную репозицию, к ним можно отнести ротационное смещение тела С₂. Неполное вправление приводит к замедленной консолидации и нарушениям в двигательном сегменте. Положительным признаком выздоровления, исключающим хроническую нестабильность, считается спонтанный костный блок на уровне С₂–С₃ [1]. У ряда наших пациентов с переломом дужки С₂ и разрывом нижележащего диска, леченных иммобилизацией в гало-аппарате, развилась подвязочная оссификация, которая на является полноценным блоком. Межтеловой спондилодез является более патогенетическим лечением, позволяющим добиться жесткого искусственного сращения С₂–С₃ позвонков.

Особый интерес вызывает лечение перелома дужки С₂ с одновременным вывихом в суставе С₂–С₃ (III тип по классификации Effendi). По мне-

нию Effendi [3], такое повреждение закрыто вправить нельзя. В данной ситуации оперативное лечение задним доступом оправдано. Нам удалось закрыть репозицию у всех пациентов с переломовывихом, кроме одного.

Поэтому пациентам с нестабильными травматическими повреждениями позвонка С₂ предлагается выполнять межтеловой спондилодез после вправления вывиха. Применение эндофиксатора позволяет интраоперационно получить стабильность как в горизонтальной, так и в сагиттальной плоскостях.

Литература

1. Цодык В.М., Моисеенко В.А. Диагностика и лечение травматических смещений верхнешейного отдела позвоночника // Вестн. травматол. и ортопед. им. Н.Н. Приорова. 1996. № 1. С. 66–70.
2. Cornish B.L. Traumatic spondylolisthesis of the axis // J. Bone Joint Surg. Br. 1968. Vol. 50. P. 31–43.
3. Effendi B., Roy D., Cornish B. et al. // J. Bone Joint Surg. Br. 1981. Vol. 63. P. 319–327.
4. Elliot J.M. Jr., Rogers L.F., Wissinger J.P. et al. The hangman's fracture // Radiology. 1972. Vol. 104. P. 303–307.
5. Francis W.R., Fielding J.W., Hawkins R.J. et al. Traumatic spondylolisthesis of the axis // J. Bone Joint Surg. Br. 1981. Vol. 63. P. 313–318.
6. Judet R., Roy-Camille R., Saillant G. Actualites de chirurgie orthopedique de l'Hospital Raymond-Poincare. VIII. Fractures du rachis cervical. Paris, 1970.
7. Levine A.M., Edwards C.C. The management of traumatic spondylolisthesis of the axis // J. Bone Joint Surg. Am. 1985. Vol. 67. P. 217–226.
8. Mangione P., Courant C., Vital J.-M. et al. Fractures des pedicules de l'axis: a propos d'une serie homogene de 100 cas // Rachis. 1990. Vol. 5. P. 375–383.
9. Masashi Neo, Mutsumi Matsushita, Yasushi Iwashita et al. Atlantoaxial transarticular screw fixation for a high-riding vertebral artery // Spine. 2003. Vol. 28. P. 666–670.
10. Resnick Daniel K., Lapsiwala Samir, Trost Gregory R. Anatomic suitability of the C₁–C₂ complex for pedicle screw fixation // Spine. 2002. Vol. 27. P. 1494–1498.
11. Roy-Camille R., Salient G., Mazel C. Internal fixation of the unstable cervical spine by a posterior osteosynthesis with plates and screws. In: The cervical spine research Society, eds. The Cervical Spine. Philadelphia, 1989.
12. Samaha C., Lazennec J. Y., Laporte C. et al. // J. Bone Joint Surg. Br. 2000. Vol. 82. P. 1046–1052.
13. Segal L.S., Grimm J.O., Stauffer E.S. Non-union of fractures of the atlas // J. Bone Joint Surg. 1987. Vol. 69A. P. 1423–1434.
14. Termansen N.B. Hangman's fracture // Acta Orthop. Scand. 1974. Vol. 45. P. 529–539.
15. Vaccaro A.R., Madigan L., Bauerle W.B. et al. Early halo immobilization of displaced traumatic spondylolisthesis of the axis // Spine. 2002. Vol. 27. P. 2229–2233.
16. White A.A., Panjabi M. Clinical biomechanics of the spine. Philadelphia; Toronto, 1978.

Адрес для переписки:

Рерих Виктор Викторович
630091, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
НИИТО,
VRerikh@niito.ru