



ПОВРЕЖДЕНИЯ ВЕРХНЕГО ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА: ДИАГНОСТИКА, КЛАССИФИКАЦИИ, ОСОБЕННОСТИ ЛЕЧЕНИЯ

Э.А. Рамих

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии

В статье подробно рассматриваются современные возможности диагностики, классификации, получившие признание в клинической практике, выбор патогенетически обоснованного лечения повреждений аксиса, переломов зуба аксиса, травматического спондилолистеза аксиса, переломов палача, а также хирургические методы их лечения. Приведенные данные показывают необходимость и возможность ранней исчерпывающей диагностики многообразных видов краниоцервикальных повреждений, обуславливая своевременный выбор в каждом конкретном случае патогенетически обоснованного лечения, и особенно оптимального хирургического метода.

Ключевые слова: повреждения аксиса, хирургические методы, диагностика.

UPPER CERVICAL SPINE INJURIES: DIAGNOSTICS, CLASSIFICATIONS AND TREATMENT PECULIARITIES

E.A. Ramikh

Comprehensive diagnostics, accepted classifications, and selection of pathogenetic methods of treatment (including surgery) for axis injuries, odontoid process fractures, axis traumatic spondylolisthesis and hangman's fractures are discussed in the paper. The presented data prove the necessity and possibility of early exhaustive diagnosing to differentiate the type of a craniocervical disorder and to provide a timely choice of pathogenetic treatment technique, especially of a surgical one.

Key words: axis injuries, surgical techniques, diagnostics.

Hir. Pozvopoc. 2005;(1):25–44.

Введение

Данная статья о краниовертебральных повреждениях позвоночника является продолжением материала, опубликованного в журнале № 3/2004. В ней речь идет о втором шейном позвонке (аксисе, эпистрофее). Аксис является единственным осевым позвонком, обеспечивающим вместе с атлантом и мощным связочным комплексом стабильность в атлантоаксиальном сочленении и более 50 % ротационных движений головы, наряду со сгибанием и разгибанием. Анатомо-функциональное своеобразие аксиса, особенности переломов его отдельных образований – зубовидного отростка, дуги, тела в сочетании или без повреждения апикальных, крыловидных, поперечной связок, атлантоаксиального и истинных суставов, смежного межпозвонкового диска – представ-

ляют самостоятельные клинические формы повреждений.

Повреждения аксиса

Перелом зуба аксиса. Зуб аксиса совместно с поперечной связкой и передней дугой атланта является основой стабильности атлантоаксиального сочленения и препятствует чрезмерному смещению атланта и головы кпереди и кзади. С переломом зуба аксиса эта стабильность утрачивается и возникает опасность при дислокации его на уровне атлантоаксиального сочленения повреждения медуллобульбарного отдела мозга, вертебральных артерий у выхода их из костного канала. При вентральной трансдентальной дислокации атланта, когда расстояние между дорсальной поверхностью каудального фрагмента зуба и вентральной поверхностью задней дуги атланта

становится равным 7 мм происходит повреждение спинного мозга. Переломы зубовидного отростка у пострадавших в 16–25 % осложняются повреждением спинного мозга, а в 5,5–11,1 % приводят к летальному исходу [42, 51].

Переломы зубовидного отростка встречаются у 8–15 % пострадавших с повреждениями шейного отдела позвоночника [51, 54]. Данные повреждения особенно часто встречаются у людей моложе восьми и старше семидесяти лет [7, 15]. У лиц до 60 лет переломы зуба аксиса отмечены в 50,8 %, старше 60 – у 49,2 % [64]. Причем, по данным С.Р. Clark и А.А. White, чаще переломы зуба встречаются у мужчин (86 %) с таким видом травмы [20].

Механизм перелома зуба аксиса. Данный механизм не представляется ясным до конца. Чаще перелом зуба возникает при автомобильной аварии,

при падении на голову от большого осевого воздействия с преобладанием момента сгибания или разгибания. Наиболее частой причиной перелома зуба аксиса является воздействие на голову пострадавшего, находящуюся в положении флексии. Именно при таком механизме травмы чаще возникает перелом зуба аксиса со смещением кпереди. При насилии на голову, находящуюся в положении разгибания, происходит перелом зуба аксиса с более редким смещением его кзади. Сгибательные переломы зуба чаще наблюдаются у молодых, разгибательные – у пожилых. У пожилых людей простое падение на голову может вызвать перелом зубовидного отростка. Встречается и хлыстовый механизм травмы, когда сила инерции

и движения массы головы создают разрушительный очаг на уровне атлантаоаксиального сочленения [1, 58].

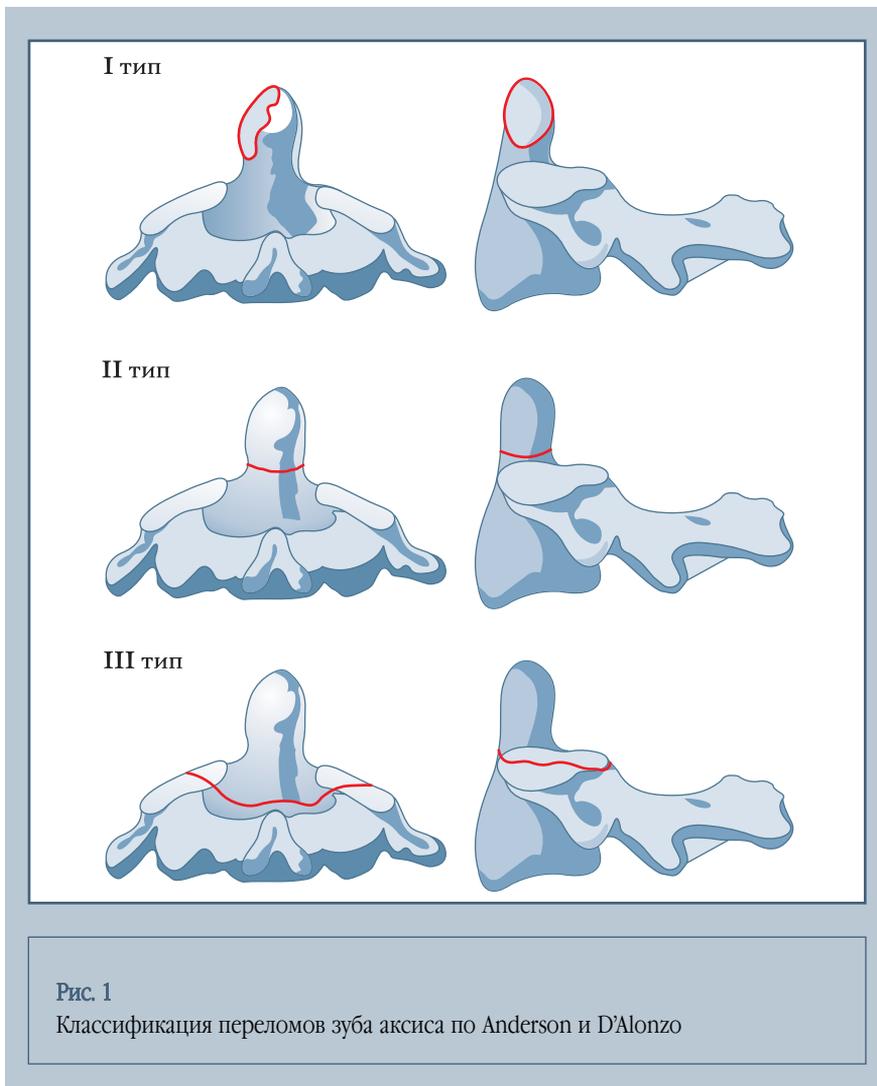
Классификация переломов зуба аксиса. Классификация, предложенная L.D. Anderson и R.T. D'Alonzo [10], до сих пор широко используется в клинической практике при выборе тактики, метода лечения, при прогнозировании исхода. По этой классификации все переломы зуба аксиса разделяются на три типа в зависимости от анатомической локализации уровня повреждения (рис. 1):

- I – косой перелом вершины (апикальной части) зуба аксиса;
- II – перелом шейки в месте соединения зуба с телом аксиса;
- III – перелом у основания зуба в теле аксиса.

Переломы зуба аксиса классифицируются в зависимости от наличия и степени смещения по ширине и под углом.

I тип – редко встречающиеся отрывные переломы вершины зуба аксиса. Они возникают при чрезмерном напряжении крыловидных связок в период максимальной ротации головы. Поскольку апикальные и крыловидные связки стабилизируют сложную верхнюю часть зуба, удерживая его фрагменты на месте, переломы этого типа, если им не сопутствует травматическое расхождение в атлантозатылочном сочленении, рассматриваются как стабильные. Стабильность в подобной ситуации подтверждается функциональной рентгенографией в боковой проекции в положении сгибания и разгибания.

II тип – наиболее часто встречающийся вид переломов зуба аксиса. Среди различных переломов зуба этот тип выявляется в 64,9–68 % случаев [11, 19, 51, 64]. Данный тип перелома локализуется в самой узкой области, в части, закрытой поперечной связкой, каудальной границей которой является тело аксиса. Переломы зуба через его талию, как полагают Р.К. Meyer и W.H. Mouradian et al. [51, 55], являются следствием действия боковых сил, приложенных к голове, передающихся на боковые массы и зубовидный отросток и в итоге приводящих к срезыванию зуба над телом аксиса. Эти переломы большей частью нестабильны, особенно при сопутствующем разрыве поперечной связки. M.N. Hadley et al. [36] предложили выделить в данной классификации оскольчатые переломы основания зуба аксиса из-за их высокой нестабильности – тип IIА. Дальнейшая дифференциация данного типа переломов исходит из наличия и величины смещения зуба, что имеет значение при выборе метода лечения. Смещения при переломе зуба аксиса могут быть в виде угловой деформации, переднего или заднего смещения или вертикальной дистракционной дислокации [61]. Переднее или зад-



нее смещения зуба при переломе обычно устраняются при изменении положения головы. Вертикальное дистракционное смещение, диастаз между фрагментами зуба обуславливают выраженную нестабильность таких переломов. Частота смещения зуба при переломах II типа колеблется от 24,5 до 56,2 % [9, 10, 19]. Средняя степень смещения при переломах зуба была равной 5,8 мм, по данным С.Р. Clark и А.А. White [19], а величина угловой деформации – 13,3°. Эти показатели имеют большое прогностическое значение. Так, смещение зуба аксиса при переломе на 6 мм и более приводит к несращению перелома у 67 % пострадавших. При смещении зуба менее чем на 4 мм несращение отмечено в 10 % случаев. При этом, кроме заднего и переднего смещения, имеет значение наличие фрагментаций на концах отломка зуба, препятствующих репозиции. Возраст пациента старше 50 лет, неадекватная иммобилизация верхнешейного отдела позвоночника, длительная тракция верхнешейных сегментов посредством скелетного вытяжения – все это существенно усугубляет неблагоприятные условия для развития репаративного остеогенеза [54]. В то же время Н.С. An [9] не отметил влияния возраста пострадавшего, наличия сопутствующего неврологического дефицита или направления смещения зуба аксиса на процесс заживления перелома.

Неврологические нарушения спинно-мозгового характера встречаются при переломе зуба аксиса II типа у 5–10 % пострадавших [36, 59]. Известно, что переломы зуба аксиса II типа могут сочетаться с одновременным взрывным переломом атланта, переломом задней дуги атланта и травматическим спондилолистезом аксиса. F. Signoret et al. [65] выявили у трех пациентов сочетанный перелом зуба с переломом верхнего суставного отростка аксиса и боковым смещением фрагментов. Подобный сочетанный перелом зуба аксиса выявлен после КТ-исследования пациента, лечившегося в травматологической клинике

Новосибирского НИИТО в 2004 г.

Переломы зуба аксиса III типа возникают от флексионно-аксиального механизма насилия и локализуются у основания зуба в теле аксиса. Такие переломы обычно имеют хорошо васкуляризованную широкую губчатую поверхность излома. Смещение зуба аксиса при подобном переломе предопределяется степенью дистракции и величиной угловой деформации. Стабильность перелома зуба зависит от величины первоначального смещения. Средняя цифра величины смещения зуба – 4,5 мм. Это несколько меньше, чем при переломах II типа, в то же время величина угловой деформации – 15,3°, что на 2° больше [20]. Смещение зуба аксиса, превышающее 5 мм, и угловая деформация в 10° создают риск возникновения несращения перелома или замедленного сращения в положении сохранившегося смещения. При переломе зуба аксиса III типа частота сопутствующих повреждений неврологических структур достигает 20 % [18]. Переломы зуба аксиса чаще встречаются у мужчин. При таких переломах после закрытого вправления и последующей внешней иммобилизации наступает сращение аксиса у 96 % пациентов [54].

Клинические проявления переломов зуба аксиса. В зависимости от типа перелома зуба аксиса, наличия и величины смещения зубовидного отростка, выраженности нестабильности в зоне возникшего повреждения клинические проявления варьируют в широких пределах: от легких болевых ощущений при движении головы до моментальной смерти на месте происшествия. При переломах зуба без смещения или с незначительным смещением клинические проявления могут быть в виде незначительных болевых ощущений в верхних отделах шеи, несколько усиливающихся при движении головы, быстро исчезающие боли при глотании, некоторое ограничение движений головы, боли при широком открывании рта. Легкая болезненность в области шеи и головы при движении

ях, чувство дискомфорта быстро проходят. Пациент, не испытывая боли, встает, передвигается, осуществляет активные движения головой. Это кажущееся благополучие крайне сомнительно и опасно. Больной часто не представляет, что неосторожный шаг, внезапный толчок, минимальная дополнительная травма могут привести к вторичному смещению сломанного зуба, дислокации атланта и внезапной компрессии спинного мозга с соответствующими клиническими проявлениями, иногда в виде потери сознания различной длительности.

При более значительном смещении зуба при переломе II типа могут проявляться симптомы, связанные со сдавлением спинного и продолговатого мозга, позвоночных артерий и с заинтересованностью ядер подъязычного и блуждающих нервов, а также языкоглоточного и небного нервов и *chord tympani* [3, 74].

В остром периоде воздействия на спинной мозг проявляются чаще всего в виде тетрапареза [1, 14], слабости и онемения в конечностях [8], расстройства чувствительности, функции тазовых органов и нарушения дыхания [72]. Наряду с этим наблюдаются расстройства глотания, речи, затруднение при открывании рта, нарушение вкуса [5, 6]. Проявления повреждений спинного мозга могут варьировать от нарушения функций дыхательных движений до развития крестообразного паралича Bell [13]. Радикулопатия может проявляться как невралгия большого затылочного нерва или включать нижние шейные корешки, может встречаться у 5–10 % пациентов с переломами зуба аксиса II и III типов [19].

Особое место в клинике переломов зубовидного отростка занимают поздние спинно-мозговые расстройства, пирамидная недостаточность. Причиной появления и прогрессирования поздних неврологических расстройств большей частью является сдавление спинного мозга задней дугой атланта при продолжающейся дислокации сломанного зубовидного отростка вследствие вторичных сдви-

гов его в результате погрешностей в лечении или при отсутствии такового при неустановленном диагнозе [62]. В качестве первопричины могут быть нарушения кровотока в позвоночных артериях и недостаточность кровоснабжения продолговатого мозга [2].

Диагностика. Спондилорентгенография является обязательным методом обследования при подозрении на перелом зуба аксиса, подтверждающим наличие, характер, уровень перелома, особенности и степень смещения сломанного зуба. Переломы зуба аксиса могут быть диагностированы при стандартной рентгенографии в боковой и через открытый рот в переднезадней проекциях в 94 % случаев [19, 24]. Подтверждает наличие перелома зуба аксиса выявляемое при рентгенографии в боковой проекции расширение шейно-ларингального промежутка (между задней стенкой гортани и краниоventральной углом тела С₃ позвонка), который в норме не должен превышать 4 мм [51]. При диагностике у детей перелома зуба без смещения на уровне прохождения линии синхондроза в теле аксиса могут возникать трудности, так как линия синхондроза в теле аксиса обычно закрывается у ребенка в возрасте семи лет [28]. Знание рентгеносемиотики нередко встречающихся аномалий развития в верхних двух третях зубовидного отростка – аплазии, гипоплазии, *os odontoideum* – позволяет при дифференциальной диагностике, как правило, безошибочно устанавливать перелом зуба аксиса. Трудно идентифицировать перелом зуба аксиса у пожилых людей при наличии остеопении. При переломе зуба аксиса у основания без смещения линия перелома может проникать в медиальное возвышение боковой массы, это осложняет идентификацию перелома при рентгенографии. Рентгеномография, КТ, реконструирующее изображение в сагитальной и коронарной плоскостях, позволяют в подобных случаях выявить наличие перелома. При функциональной КТ движения мо-

гут вызвать артефакт, который может симулировать перелом зуба на перфорированных изображениях.

На месте происшествия каждый пострадавший с подозрением на перелом зуба аксиса должен рассматриваться как пациент с наличием перелома. Он в экстренном порядке с осуществленной внешней иммобилизацией шейного отдела позвоночника, в нейтральном положении должен быть транспортирован в специализированный вертебрологический центр неотложной помощи.

Лечение перелома зуба аксиса. Экстренная исчерпывающая диагностика, позволяющая выявлять характер, тип перелома зуба аксиса, наличие и величину смещения сломанного зубовидного отростка, стабильность повреждения, неврологический дефицит, признаки компрессии спинного мозга – все это в итоге дает возможность определить тактику, оптимальный метод лечения и своевременность его применения.

Переломы зуба аксиса I типа. При отсутствии сопутствующего нестабильного повреждения атлантозатылочного сочленения переломы зуба аксиса с успехом лечатся консервативно с помощью внешней иммобилизации краниоцервикального отдела в нейтральном положении жестким воротником. Наступление сращения перелома зуба контролируется функциональной рентгенографией в положении сгибания и разгибания. При наличии посттравматической нестабильности, особенно с неустраненной дислокацией в атлантозатылочном сочленении, обычно рекомендуется краниоцервикальный дорсальный спондилодез. Мы считаем, что если удастся закрыто при осторожной тракции устранить дислокацию в атлантозатылочном сочленении, то с успехом может быть осуществлена краниоцервикальная фиксация гало-аппаратом в течение 10–12 недель. В последующем при необходимости может быть продолжена внешняя иммобилизация краниоцервикальной жесткой повязкой еще в течение 6–8 недель.

Переломы зуба аксиса II типа. В зависимости от характера повреждения, наличия и величины смещения и угловой деформации, стабильности, сопутствующего разрыва поперечной связки эти переломы зуба аксиса требуют различного тактического подхода и выбора метода лечения. Считается, что все переломы зуба аксиса II типа нестабильные [10, 18]. Успех лечения перелома зависит от соблюдения следующих принципиальных положений: своевременный исчерпывающий диагноз, репозиция сломанного зуба, надежная иммобилизация в положении, достигнутом при репозиции в течение всего периода репаративного остеогенеза. При этом следует помнить, что при переломах зуба II типа частота несращения колеблется от 4 до 36 % [10, 11, 18, 20]. Среди травматологов не существует единого отношения к выбору тактики, метода лечения данного типа переломов зуба аксиса. Многие выбирают сначала консервативный метод лечения, затем, если в течение двух-трех недель не удастся репонировать перелом, удержать после репозиции фрагменты сломанного зуба в заданном положении, уверенно стабилизировать их, применяют хирургическое лечение. Некоторые травматологи первоначально применяют хирургическое лечение, особенно в тех случаях, когда сломанный фрагмент зуба смещен более чем на 5 мм и угловая деформация больше 10° или когда в плоскости перелома концы фрагментов зуба имеют мелкие отломки. Одни хирурги используют в виде первичного оперативного лечения дорсальный атлантоаксиальный спондилодез, другие – трансартикулярный остеосинтез, третьи – остеосинтез зуба аксиса одним или двумя винтами.

Консервативное лечение включает скелетное вытяжение, закрытую репозицию сломанного зуба и последующую иммобилизацию в течение 10–12 недель в гало-аппарате [46, 63]. Скелетная тракция должна проводиться осторожно, чтобы не вызвать вертикальное смещение, диастаз между фрагментами зуба. Максимально

допустимое смещение зуба не должно превышать в обеих плоскостях 20 %, что обеспечивает поверхностный контакт в 64 % случаев [38]. Положение репозированных фрагментов зуба в процессе их сращения контролируется рентгенологически. Признаки консолидации перелома зуба после 6–8 недель иммобилизации в гало-аппарате определяются функциональной рентгенографией в положении сгибания и разгибания. В некоторых случаях могут быть необходимы томорентгенография или КТ. Консервативное лечение переломов зуба аксиса II типа в гало-аппарате приводит к успешному восстановлению стабильности в травмированном сегменте у 66–70 % пациентов [9, 19]. В случаях, когда при консервативном лечении гало-аппарат по ряду причин не может быть использован, особенно у пожилых людей при переломах зуба без смещения или после успешной закрытой репозиции, осуществляется внешняя иммобилизация шейного отдела краниоторакальным жестким (гипсовым) корсетом в течение 3–4 мес. При таком лечении вероятность получения сращения перелома зуба меньше, чем при использовании гало-аппарата.

В тех случаях, когда не удается при закрытой репозиции устранить смещение зуба или удержать его после репозиции в заданном положении, многие травматологи применяют задний атлантаксиальный спондилодез по Brooks или Gallie с проводочной фиксацией, иногда – спондилодез с субламинарными зажимами Halifax или, особенно в последние годы, фигурным фиксатором-стяжкой из металла с памятью формы [2]. При значительном смещении зуба с выраженной нестабильностью некоторые травматологи предпочитают первично использовать задний спондилодез C₁–C₂ позвонков. Задний атлантаксиальный спондилодез приводит к сращению перелома зуба аксиса у 96 % пациентов [19]. Вместе с тем, в группе оперированных больных имелись осложнения. Особенно часто, до 31 %, осложнения возникали

в случаях, когда использовались компрессионные зажимы Halifax [70]. В связи с этим J.R. Chapman и P.A. Anderson [18] не рекомендуют использовать данную методику дорсальной фиксации C₁–C₂ позвонков.

Перелому зуба аксиса примерно у 16 % пострадавших сопутствует перелом задней дуги атланта [61]. В этих случаях, а также после ламинэктомии задней дуги атланта, чтобы осуществить задний спондилодез C₁–C₂ позвонков, необходимо либо ждать наступления консолидации сломанной дуги атланта, либо включать в спондилодез затылок, что приведет краниоцервикальный отдел позвоночника к еще большему обездвиживанию. В подобной ситуации в последние годы, как мы отмечали раньше, с успехом применяется трансартикулярная фиксация винтами или дорсальный трансартикулярный атлантаксиальный спондилодез по Magerl. Трансартикулярная фиксация обеспечивает самую высокую стабилизацию C₁–C₂ позвонков в сравнении с другими дорсальными спондилодезами [35, 49]. После трансартикулярной фиксации по данной методике в послеоперационном периоде обычно не требуется дополнительная иммобилизация в гало-аппарате. В то же время для успешного выполнения трансартикулярного остеосинтеза непременным условием является устранение дислокации боковых масс C₁ и C₂ позвонков. Неверно выбранное направление в ходе сверления и установки винта может привести к повреждению позвоночной артерии [37, 50] и закончиться смертельным исходом [12, 21]. Частота повреждения позвоночной артерии при трансартикулярном атлантаксиальном остеосинтезе, по разным сообщениям, колеблется от 4,1 до 8,2 % [27, 77]. Повреждение позвоночной артерии предопределяет изменчивость ее расположения и слишком узкий перешеек, через который проводится винт. Ко всему прочему позвоночная артерия образует острый боковой изгиб сразу под верхней суставной фасеткой аксиса приблизи-

тельно у 80 % пациентов. Поэтому необходима предоперационная оценка топографической анатомии позвоночной артерии и рентгеноскопический или навигационный контроль за прохождением винта при трансартикулярном остеосинтезе. Трансартикулярная винтовая фиксация C₁–C₂ позвонков позволяет получить сращение перелома зубовидного отростка у всех пациентов [43]. Тем не менее дорсальный спондилодез приводит к существенной потере движений в осевой и коронарной плоскостях в атлантаксиальном сегменте. Именно поэтому возникла необходимость разработки метода открытого вправления и внутренней фиксации перелома зубовидного отростка.

Началом применения остеосинтеза сломанного зуба аксиса считается август 1978 г. [56]. Примерно в то же время с успехом начинают использовать при переломе зуба II типа данный метод винтовой фиксации Magerl, Bohler, Fujii и др. [15, 31, 48]. Внутренняя фиксация фрагмента зуба канюлированными винтами была успешной у пациентов с переломами давностью меньше трех недель с момента травмы [7, 17, 26, 54]. Преимущество надежного остеосинтеза зуба винтами прежде всего заключается в сохранении движений в атлантаксиальном сегменте и в отсутствии зависимости от наличия сопутствующего перелома задней дуги атланта. Успешное осуществление остеосинтеза зуба требует во время введения винтов хорошей визуализации при рентгеноскопии в двух плоскостях на аппарате с электронно-оптическим преобразователем и адекватной закрытой репозиции при переднем доступе к телу аксиса. Для передней винтовой фиксации зуба его перелом должен быть поперечным, вправимым и нераздробленным на концах фрагментов. Небольшой зубовидный отросток, застарелый или несросшийся перелом, выраженный остеопороз кости, сопутствующий разрыв поперечной связки – все это является относительным противопоказанием для остеосинтеза зуба

[9, 18]. Наличие у пациента хронических заболеваний легких с увеличенным переднезадним диаметром грудной клетки с выраженным шейным кифозом создает чрезвычайно сложные технические проблемы в момент введения винтов при осуществлении остеосинтеза зуба аксиса. Винтовая фиксация зубовидного отростка – технически сложная процедура и требует тщательного предоперационного планирования и адекватного хирургического навыка. Один винт, используемый для остеосинтеза зуба, создает достаточную неподвижность фрагментов, но фиксация зуба двумя винтами надежнее предотвращает ротационное смещение фрагмента. При клиническом сравнении результатов остеосинтеза зуба аксиса с задним спондилодезом C_1 – C_2 позвонков выявлено, что число выздоровевших было примерно одинаковым, но при остеосинтезе зуба аксиса отмечалось большее количество осложнений [7, 26, 43, 52, 53]. В литературе остеосинтез винтами зубовидного отростка утвердился как надежный метод лечения переломов зуба II типа. Однако существуют противоречия в отношении отбора больных для использования данного метода при несросшихся переломах зуба и при использовании для остеосинтеза одного или двух винтов [51].

Переломы зуба аксиса III типа. Большинство травматологов предпочитают лечить переломы зуба аксиса III типа консервативными методами, считая, что при данном типе повреждения из-за наличия широкой плоскости излома у основания зуба, проходящей в губчатой хорошо кровоснабжаемой части кости в краниальной части тела аксиса, имеются достаточно благоприятные условия для репаративного остеогенеза. Консервативное лечение, предусматривающее тракцию в гало-аппарате с устранением смещения и угловой деформации дислоцированного зуба аксиса и иммобилизацию его в течение 12 недель, является методом выбора при переломах III типа [20, 46, 61, 68]. Частота несращения переломов зуба

III типа вместе с числом неправильно сросшихся переломов составляет 13–15 %. Нестабильные переломы зуба III типа имеют повышенный риск несращения или сращения с неустраиваемым смещением. Консервативное лечение переломов зуба с неустраиваемой дислокацией и угловой деформацией заканчивается несращением у 22–40 % пациентов [19, 61]. Пациенты, у которых имеется неустраиваемое смещение зуба более 5 мм и угловая деформация более 10°, нуждаются в хирургической стабилизации в виде дорсального атлантоаксильного спондилодеза или вентральной фиксации зуба и тел C_2 – C_3 позвонков дельтовидной металлической пластиной по R. Strelt [73].

Перелом кольца аксиса. F. Wood-Jones [76] описал анатомию перелома аксиса у повешенных, у которых в момент казни узел петли располагался под нижней челюстью. У всех погибших был выявлен двухсторонний перелом дужки аксиса и полное разрушение связок и диска между вторым и третьим позвонками, что и вызвало поперечный разрыв спинного мозга и мгновенную смерть. Механизм травмы был обусловлен гиперэкстензией, сочетающейся с внезапной сильной дистракцией [75]. На основании сходства рентгенологической картины перелома аксиса у пострадавших после автоаварии, падения на голову, ныряльщиков, повешенных R.S. Schneider et al. [62] дали звучное название данному виду повреждения позвонка C_2 – перелом палача, получившее широкое распространение, несмотря на существенные различия в механизме травмы. У повешенных гиперэкстензионный механизм насилия сочетался с выраженной дистракцией, у травматологических больных гиперэкстензия, а иногда и флексия сочетались с противоположным сжимающим осевым воздействием. Эта особенность механизма травмы объясняет различную частоту и тяжесть возникновения повреждения спинного мозга и обоснованность термина «травматический спондилолистез аксиса» [33], имеется в виду разрушение

межсуставной части дужки [60], более соответствующее характеру повреждения позвонка C_2 у травматологических больных [25, 30].

Механизм перелома кольца аксиса. При автомобильной аварии или падении на голову происходит удар по лицу, передней части головы, что вызывает экстензию шейного отдела позвоночника с сильным напряжением передних мягкотканых образований. Происходит большое давление на костные структуры дорсальной колонны, пока межсуставная часть дужки не сломается. Если экстензия продолжается, передняя продольная связка и диск рвутся от напряжения с отрывом тела позвонка или без части C_2 или C_3 позвонков. Продолжающаяся гиперэкстензия с осевой нагрузкой отделяет диск от тела третьего или режет от второго шейного позвонка с разрушением задней продольной связки. Именно в этот момент может произойти повреждение неврологических образований, спинного мозга. Сразу после перелома тело аксиса смещается вперед по отношению к третьему шейному позвонку на расстояние, зависящее от разрушения передней продольной связки и диска. Это переднее смещение возможно из-за потери ограничения со стороны сломанной части дорсальной колонны. Переднее смещение тела аксиса увеличивает позвоночный канал и фораминальное отверстие, эта «декомпрессия» является одной из причин небольшой частоты возникновения неврологического дефицита при отсутствии какой-либо дистракции [30]. Перелом аксиса может вовлекать любую часть костного кольца, включая дужки, нижние суставные фасетки, особенно часто межсуставную часть дужки, верхние суставные фасетки, корни дужки и заднюю стенку тела позвонка. Перелом задней стенки аксиса не всегда виден на боковых рентгенограммах, для его выявления требуются томорентгенография, КТ. Переломы кольца аксиса почти всегда двухсторонние, но редко симметричные, линия перелома может пересекать межпозвоночное

отверстие в реберно-поперечном отростке на одной стороне, не пересекая на противоположной [25]. Частота асимметричных переломов кольца аксиса была недооценена в период, когда не было возможности производить КТ-исследование. Такие переломы, связанные с ротационным смещением фрагментов, не устраняются при обычной тракции. При этом может быть увеличена ширина линии на одной стороне или разрушено фораминальное отверстие реберно-поперечного отростка с угрозой повреждения позвоночной артерии. Кроме того, ротационное смещение из-за асимметричного перелома может вызвать ошибочную оценку смещения и угловой деформации фрагментов по рентгенологическим данным [60].

Классификация переломов кольца аксиса. Классификация В. Effendi et al. [25] с дополнениями А.М. Levine и С.С. Edwards [44], получившая признание, разделяет все переломы в зависимости от степени и характера повреждения кольца аксиса на три типа, имеющих принципиальные отличия, которые важно учитывать при выборе оптимального метода лечения травмы (рис. 2).

Перелом кольца аксиса I типа – это билатеральный перелом межсуставной части дужки без смещения или со смещением менее 3 мм и без угловой деформации. Это повреждение стабильное, межпозвонковый диск C₂-C₃ неповрежден. Стабильность данного типа перелома подтверждается функциональной рентгенографией в боковой проекции при произвольных флексии и экстензии. Этот тип перелома аксиса нередко сочетается с другими переломами шейных позвонков, особенно с переломом задней дуги атланта, взрывным переломом атланта, переломом зуба и переломом боковых масс атланта.

Перелом кольца аксиса II типа имеет смещение больше 3 мм и значительную угловую деформацию, иногда с сопутствующим компрессионным переломом краниоventраль-

ного угла тела позвонка C₃ и возможным отрывом дорсокаудальной части позвонка C₂. Эти повреждения потенциально нестабильные. Levine и Edwards описали тип перелома IIА, который имеет небольшое смещение по линии перелома и значительную угловую деформацию. При этом типе перелома передняя продольная связка остается неповрежденной, а задняя часть диска C₂-C₃ полностью разорваны. Это повреждение отличается от перелома II типа наличием дистракционного смещения переднего фрагмента тела

аксиса, которое может опасно увеличиваться при осуществлении осевой тракции.

Переломы кольца аксиса III типа – нестабильные повреждения со значительным смещением и угловой деформацией с односторонним или двухсторонним сцепившимся вывихом дугоотростчатых суставов C₂-C₃ с повреждением передней и задней продольных связок. Дислокация суставных фасеток вызвана гиперфлексией и предшествует перелому кольца аксиса. При сцепившемся вывихе продолжающаяся гиперэкс-

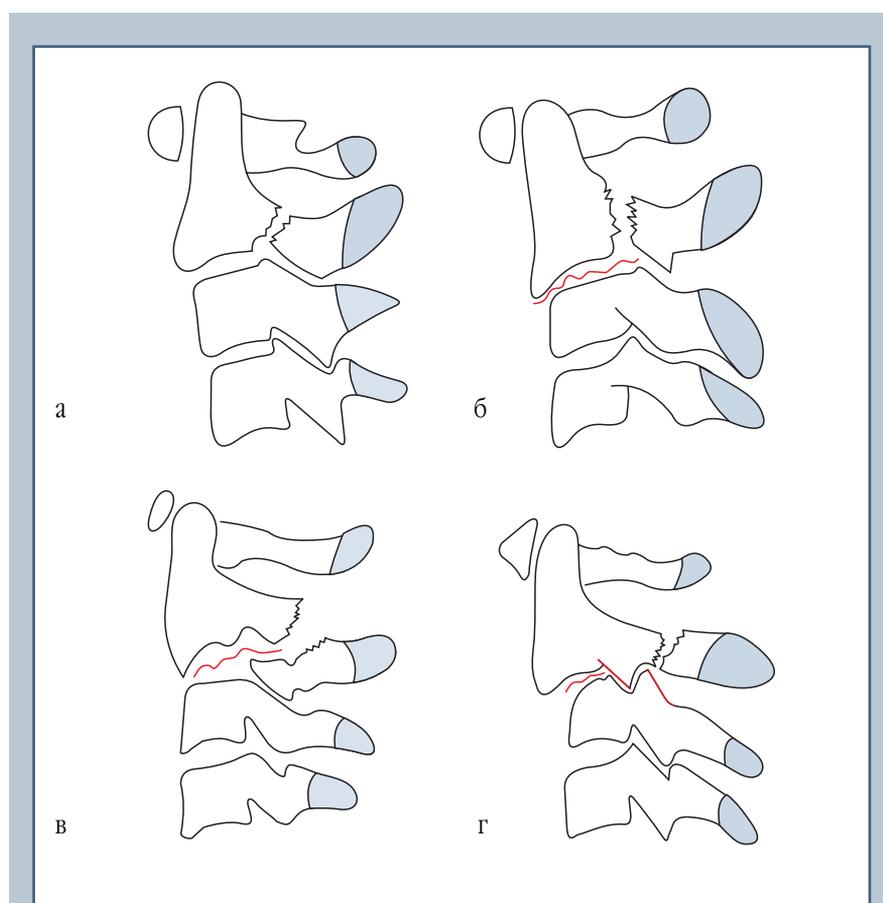


Рис. 2

Трехступенная классификация переломов кольца аксиса Effendi в модификации Levine:

- а – I тип ;
- б – II тип ;
- в – IIА тип ;
- г – III тип

тензия и осевая нагрузка приводят к перелому кольца аксиса, при этом смещенное тело аксиса удерживается в положении флексии [25]. При данном типе перелома встречаются неврологические поражения, который большей частью нетяжелые из-за имеющегося выраженного расширения позвоночного канала. Особенно часто, до 33 %, неврологические повреждения бывают при так называемых атипичных переломах палача [69], при которых линия перелома проходит через заднюю поверхность тела позвонка с односторонней или двухсторонней непрерывностью задней кортикальной пластинки.

Частота возникновения различных типов переломов кольца аксиса существенно различается. Так, по данным Effendi B. et al. [25], переломы I типа имели место у 65 % пациентов, II типа – у 28 %, III типа – у 7 %. Особенно часто такие переломы кольца аксиса встречаются при автомобильной аварии, большей частью у мужчин. Возраст пострадавших колеблется от 5 до 86 лет. Нередко переломы кольца аксиса, особенно полученные в автоаварии, сочетаются с тяжелой травмой головы, лицевого скелета, черепно-мозговой травмой, тяжелой травмой груди и органов дыхания, сопутствующими переломами различных отделов позвоночника. Неврологический дефицит, связанный с переломом кольца аксиса, отмечается относительно редко. Тяжелые неврологические поражения в основном обусловлены сопутствующими повреждениями шейного отдела позвоночника и недостаточностью позвоночной артерии. Смертность при переломах кольца аксиса обусловлена главным образом сочетанной тяжелой черепно-мозговой травмой, тяжелой травмой грудной клетки и органов дыхания и составляет 6,8 %.

Диагностика. Травмы лица, передних отделов головы, полученные при автомобильной аварии или при падении на голову, при нырянии, вызвавшие вынужденное положение головы, анталгическую позицию в шейном отделе с припухлос-

тью тканей и болезненностью в затылочной области, указывают на гиперэкстензионный механизм насилия с одновременным выраженным осевым воздействием на верхнешейный отдел позвоночника, приводящим, как известно, к перелому кольца аксиса. Следует иметь в виду, что нередко переломы аксиса сочетаются с тяжелой черепно-мозговой травмой, травмой груди, позвоночника и другими повреждениями, затрудняющими обследование и диагностику. Полное клиническое и неврологическое обследование должно быть проведено до рентгенологического исследования. При необходимости немедленной интубации предварительно надо сделать боковую рентгенографию, так как эндотрахеальная трубка в трахее не позволяет выявить нестабильность в травмированном позвоночном сегменте. Рентгенологическое исследование, включая рентгенографию в переднезадней и боковой проекциях, должно установить сначала стабильность в поврежденном шейном позвоночном сегменте. Боковую рентгенографию в положении сгибания и разгибания следует выполнять без анестезии при осторожной легкой ручной тракции опытным клиницистом [25, 45]. Боковая рентгенография обычно идентифицирует перелом дорсальной дуги, признаки перелома аксиса – угловую деформацию, переднее смещение задних структур, признаки повреждения, отека превертебральных тканей. КТ-исследование невральная дуга позвонка C₂ показывает перелом межсуставной части дужки на одной стороне, характер и уровень повреждения – на другой (как следствие вращательного механизма насилия). Асимметричные повреждения невральная дуги отмечены у 18 % пациентов с переломами кольца аксиса [60]. Реконструированное КТ-исследование позволяет идентифицировать смещение суставных фасеток, определить ширину линии перелома, величину угловой деформации, кифоза в градусах, смещение в миллиметрах.

Лечение перелома кольца аксиса. Лечение травматического спондилолистеза позвонка C₂, исходя из типа перелома в соответствии с трехступенной классификацией В. Effendi et al. [25], модифицированной А.М. Levine и С.С. Edwards [44], предопределяется прежде всего стабильностью повреждения, величиной дислокации и деформацией травмированных структур кольца аксиса.

Переломы кольца I типа с успехом лечатся консервативными методами: жесткой иммобилизацией краниоцервикального отдела в нейтральном положении воротником или гало-аппаратом в течение не менее 3 мес., до наступления костного сращения. Более тяжелые повреждения кольца аксиса (II тип) лечатся трехнедельной временной тракцией посредством скелетного вытяжения за кости свода черепа с последующей иммобилизацией в гало-аппарате в течение 12–14 недель [45]. В последние годы многие травматологи сразу начинают лечение с наложения гало-аппарата или после кратковременной тракции на скелетном вытяжении в течение 8 дней, продолжают иммобилизацию в гало-аппарате до появления признаков сращения, в итоге успешное заживление отмечено у 94,5 % пациентов [30]. Несращение наблюдалось у тех пациентов, у которых неисправленная угловая деформация превышала 11°. При флексивно-дистракционном повреждении IIА типа со значительной угловой деформацией и чрезмерным расширением сзади межтелового промежутка C₂–C₃ и неповрежденной передней продольной связкой не следует осуществлять тракцию, чтобы не вызвать повреждения спинного мозга, как это происходит у повешенных. В этих случаях необходимо осторожное экстензионное вытяжение с одновременным осевым сжатием при фиксации в гало-аппарате. Если при подобных повреждениях фибрилизация травмированного диска не предотвращает нестабильность в данном позвоночном сегменте, необходим вентральный

межтеловой C_2-C_3 корпородез с эндофиксацией коронарным моносегментарным фиксатором. При повреждениях кольца аксиса III типа показано оперативное лечение. При травматическом спондилолистезе аксиса с односторонним или двухсторонним сцепившимся вывихом позвонка C_2 , особенно когда перелом межсуставной части дужки асимметричен, закрытая репозиция обычно невозможна. Требуется открытое дорсальное вправление сцепившегося вывиха позвонка C_2 и стабилизация травмированного сегмента. Открытое вправление вывиха при данном типе повреждения многие хирурги завершают дорсальным спондилодезом $C_1-C_2-C_3$ позвонков с последующей иммобилизацией гало-аппаратом. В последние годы в подобной ситуации все чаще осуществляется дорсальная фиксация C_2-C_3 позвонков металлическими пластинами, закрепленными педикулярными винтами к C_2 и к боковым массам C_3 . Задняя фиксация пластинами C_2-C_3 позвонков освобождает атлантоаксиальное сочленение от стабилизации и от необходимости последующей фиксации гало-аппаратом. В. Effendi et al. [25] вполне резонно считают, что после открытого вправления дугоотростчатого сустава C_2-C_3 , если нет перелома суставных фасеток с их дислокацией, травматический спондилолистез аксиса приобретает характер повреждения II типа, который не требует внутренней дорсальной фиксации. Нестабильность при данном типе перелома после вправления вывиха обусловлена разрывом диска C_2-C_3 , разрывом передней и задней продольных связок и передней дислокацией тела аксиса, то есть разрушением передней и средней колонн позвоночного сегмента. Поэтому в данной ситуации показан ventральный межтеловой спондилодез C_2-C_3 позвонков с ventральной надежной эндофиксацией. При эндофиксации, завершающей корпородез, мы отдаем предпочтение коронарному межтеловому эндофиксатору конструкции Новосибирского НИИТО. Данный

фиксатор, не требующий при установке расширения хирургического вмешательства, предусмотренного корпородезом, обеспечивает надежную стабилизацию фиксируемого позвоночного сегмента в заданном положении в течение всего периода формирования межтелового костного блока. Имеющийся в институте опыт подобного оперативного лечения травматического спондилолистеза аксиса III типа показывает, что только в ранние сроки после травмы возможно максимальное восстановление анатомии поврежденного позвоночного сегмента во время двухэтапного одномоментного хирургического лечения. Ventральный корпородез с эндофиксацией, образованный межтеловым костным блоком C_1-C_2 , надежно предотвращает рецидив деформации аксиса и не ограничивают функции в атлантоаксиальном сочленении.

Хирургическое лечение поврежденной верхнешейной отдела позвоночника – открытая репозиция, декомпрессирующие и стабилизирующие операции. Показания к экстренному оперативному лечению при данном виде повреждений возникают нечасто. Пациенты, получившие при такой травме полное неврологическое поражение, являющееся большей частью необратимым, как правило, не требуют неотложного оперативного лечения, исключая те случаи, когда при выраженной нестабильности пораженного сегмента имеется неустраняемая при закрытой репозиции дислокация сломанных фрагментов позвонка, компримирующих содержимое позвоночного канала. Показания для экстренной или ранней операции возникают тогда, когда продолжают манифестировать проявления неврологического поражения ниже уровня травмы: при неполном неврологическом повреждении с наблюдающимися признаками прогрессирования неврологической симптоматики или при неполном неврологическом нарушении с неустраняемой стойкой компрессией спинного мозга, корешков при невосприимчивом одно- или двух-

стороннем вывихе, дислоцированных сломанных фрагментах позвонка.

Хирургическое лечение, проводимое в плановом порядке в ранние сроки после травмы, показано тем пациентам с повреждением краниоцервикального перехода, переломами верхнешейных позвонков, у которых современными консервативными методами невозможно либо не удается восстановить анатомию травмированного сегмента, выправить подвывих, устранить дислокацию в атлантозатылочном или атлантоаксиальном суставах, репозировать и удерживать дислоцированные фрагменты сломанного позвонка. Очевидно, что своевременное хирургическое лечение краниоцервикальных повреждений в ранние сроки после травмы большей частью оказывается менее травматичным и более эффективным, чем в более поздние сроки при оперативном лечении застарелых повреждений, неправильно срастающихся переломов.

Предоперационное планирование является чрезвычайно важным условием в деле подготовки пациента к оперативному лечению, выбору в каждом конкретном случае оптимального хирургического метода. При предоперационном планировании прежде всего должна быть уточнена обоснованность показаний к выбору хирургического лечения с учетом всех данных обследования пациента, полученных в момент его поступления и в первые дни наблюдения и лечения. Очень важны данные КТ, МРТ, функциональной рентгенографии, результаты начального этапа консервативного лечения, достаточно раскрывающие характер возникшего повреждения, наличие или отсутствие нестабильности в травмированной зоне, дислокации сломанных фрагментов позвонка и возможность их вправления при закрытой репозиции. В процессе предоперационного планирования определяется оптимальный метод оперативного лечения: ventральный или дорсальный спондилодез (окципитоаксиальный или атлантоаксиальный), вид эндо-

фиксации, трансартикулярный дорсальный винтовой остеосинтез, атлантоаксиальный, вентральный остеосинтез зубовидного отростка одним или двумя винтами и др. Определяются условия анестезиологического обеспечения: эндотрахеальный, назотрахеальный наркоз или интубация через трахеостому. Уточняются положение и фиксация головы на операционном столе посредством скелетного вытяжения за кости свода черепа в зависимости от хирургического доступа и особенностей открытой репозиции сломанных костных фрагментов и вида стабилизации поврежденного сегмента. Учитываются особенности обязательного рентгенологического контроля при проведении винта при трансартикулярном атлантоаксиальном остеосинтезе или при остеосинтезе зуба аксиса. Определяется методика интраоперационного мониторинга неврологического статуса (соматосенсорные вызванные потенциалы или тест на пробуждение). Определяется вид внешней иммобилизации краниоцервикального отдела после операции: жесткая краниоцервикальная повязка, краниоторакальный корсет, гало-аппарат.

Окципитоаксиальный спондилодез. Эндотрахеальный наркоз. Положение пациента – на животе. Голова в положении сгибания фиксируется посредством скелетного вытяжения за кости свода черепа грузом 2 кг; при этом областью лба голова упирается в специальный пилот, прикрепленный в заданном положении к операционному столу. Срединный линейный разрез от затылочного бугра до остистых отростков 3–4 шейных позвонков. Строго по средней линии по ходу выйной связки послойно рассекаются мягкие ткани. Субпериостально скелетируется затылочная кость от большого бугра до заднего края большого затылочного отверстия. Осторожно, чтобы не повредить позвоночные артерии, не отклоняясь кнаружи от средней линии более чем на 1,5 см, субпериостально скелетируются задняя дуга атланта, остистые отростки

и дужки аксиса. С обеих сторон от затылочного гребня на 1,5–2 см выше заднего края большого затылочного отверстия скоростной фрезой диаметром 2 мм перфорируется наружная компактная пластинка затылочной кости. Сформированные отверстия в затылочной кости цапкой соединяют между собой в виде внутрикостного канала. В образованный в толще затылочной кости канал проводится специальная проволока марки МЯ11Х19Т диаметром 0,5 мм. Вторая проволочная петля проводится субламинарно через заднюю дугу атланта. Для этого круглой иглой субламинарно под дугой атланта, медиальнее позвоночных артерий, проводится прочная нить, которая используется как проводник проволоки. Третья фиксирующая проволока проводится у каудального края основания остистого отростка аксиса. Из гребня крыла подвздошной кости субпериостально резецируются два компактно-спонгиозных трансплантата, по форме и размерам соответствующие окципитоаксиальному переходу от бугра затылочной кости до нижней границы С₂. В трансплантатах для прохождения фиксирующих проволок формируются фрезой три отверстия на уровне закрепленной проволоки в затылочной кости, дуге атланта и остистом отростке аксиса. Обна-

женная затылочная кость, задняя дуга атланта, остистый отросток и дужки позвонка С₂ осторожно декортицируются до кровавой росы с помощью фрезы и тонкого остеотома. На подготовленное таким образом костное ложе улаживаются компактно-спонгиозные аутотрансплантаты с обеих сторон от средней линии и прочно фиксируются к затылочной кости и дорсальным отделам атланта и аксиса петлеобразными проволочными швами в нейтральной позиции краниоцервикального отдела (рис. 3). Дополнительно губчатая кость тампонируется между трансплантатами. Тщательный гемостаз по ходу операции. Послойные швы раны. Контрольная рентгенография. После операции краниоцервикальный отдел фиксируется в течение 12 недель гало-аппаратом или краниоторакальным гипсовым корсетом и затем жестким воротником до образования костного блока [16].

Завершающему этапу дорсального окципитоаксиального спондилодеза обязательно должны предшествовать выправление неустраненного подвывиха в атлантозатылочном или атлантоаксиальном сочленениях и репозиция сломанного фрагмента позвонка. В ранние сроки после травмы при использовании осевой тракции за счет скелетного вытяжения и других

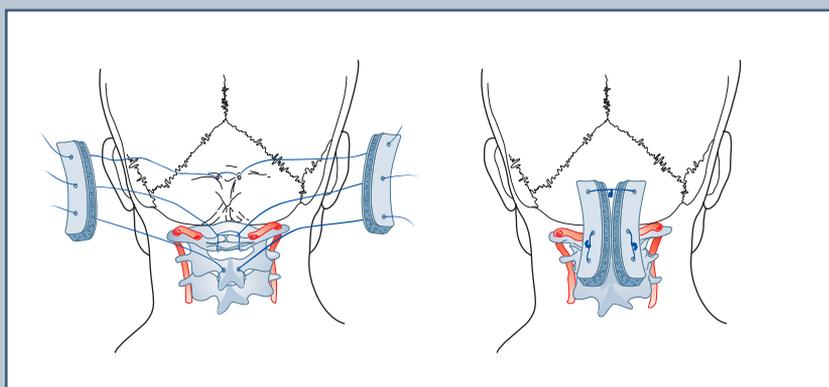


Рис. 3
Окципитоаксиальный спондилодез

известных приемов открытого вправления удается устранить имеющиеся дислокации. Сам процесс открытой репозиции и завершающих этапов спондилодеза требует мониторинга соматосенсорных вызванных потенциалов.

У детей для заднего шейно-затылочного спондилодеза в качестве костно-пластического материала используются ауторебра [22]. Коррекция посттравматической деформации при данном виде спондилодеза у детей продолжается перед и во время операции и в последующем, при иммобилизации краниоцервикального отдела гало-аппаратом.

В последние годы все чаще в сочетании с костной пластикой или без нее для окципитоспондилодеза используются различные металлические конструкции: из металла с памятью формы, проволоочные с протокрилом [2]. Так, Н.Р. Meyer [51] при осуществлении окципитоспондилодеза дополнительно к проволоочной фиксации компактно-спонгиозных ауто-трансплантатов использовал металлические пластины, закрепляемые кортикальными винтами. Пластины, изогнутые в соответствии с установленной позицией «голова – шея», привинчиваются к затылочной кости и к боковым массам С₃ и С₄ позвонков кортикальными винтами. Затем

осуществляется внешняя иммобилизация гало-аппаратом в течение 3 мес. (рис. 4).

Для шейно-затылочной фиксации в настоящее время применяются различные конструкции: булавка (Steinmann), титановые пруты (Grooved), гладкие стальные стержни (прямоугольник Hartshill, петля Rausford), титановая рамка (титановые конструкции Codman, Raudolph) или стержни-винты [23, 29, 34].

Окципитоспондилодез фиксаторами с термомеханической памятью предложили И.К. Раткин, А.А. Луцки и В.В. Казанцев (А.с. SU – № 16554775-А1). Фиксаторы с термомеханической памятью прошли все необходимые этапы государственных и клинических испытаний и разрешены к применению в качестве имплантатов. Фиксаторы для заднего окципитоспондилодеза изготавливаются в виде пластины, дугообразно изогнутой в средней части и снабженной фиксирующими элементами (рис. 5).

Фиксатор изготавливается из сплава никелида титана с температурными интервалами восстановления формы от +10 до +25 °С. Фиксатор подбирается индивидуально для пациента перед операцией с учетом кривизны краниовертебрального перехода и расстояния от чешуи затылочной кости до остистого отростка

аксиса. В положении пациента на левом боку скелетируются чешуя затылочной кости, задняя дуга атланта и аксиса. В чешуе затылочной кости высверливаются фрезой два отверстия. Затем скобу, избранную для остеосинтеза, либо помещают в лоток с холодной жидкостью, либо орошают хлорэтилом в течение 5–10 с. При температуре ниже 10 °С с помощью крапильных щипцов разгибают ножки краниального конца пластины и бранши вилки захвата на ее каудальном конце. Скобу переносят в операционную рану так, чтобы ножки ее краниального конца вошли в отверстия чешуи затылочной кости, а бранши вилки обхватили остистый отросток аксиса. Скобу удерживают в заданном положении в течение 20–30 с. За это время она при контактом нагревании до 37 °С стремится принять первоначальную форму, за счет чего обеспечивается прочная

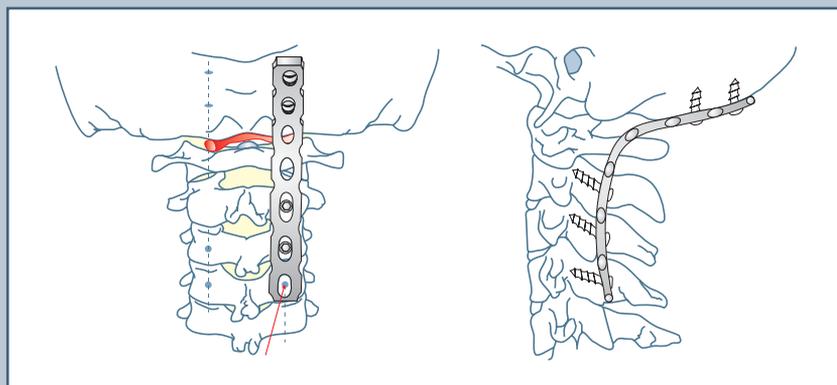


Рис. 4
Шейно-затылочные пластины



Рис. 5
Фиксатор для окципитоцервикального спондилодеза из металла с памятью формы по И.К. Раткину с соавт.

фиксация ножками краниального конца пластины чешуи затылочной кости, а браншами вилки ее каудального конца – остистого отростка аксиса. При этом остроконечный выступ вилки внедряется сверху в основание остистого отростка аксиса, что исключает смещение скобы с отростка при разгибании в данном сегменте.

Окципитоспондилодез проволокой с протокрилом по А.А. Луцику. В скелетированной чешуе затылочной кости как можно ниже высверливают два отверстия по сторонам от средней линии на одном уровне на расстоянии 25–30 мм друг от друга. Через эти отверстия под затылочным гребнем проводят двойную проволоку, один конец которой фиксируют за дугу аксиса. Оба конца проволоки связывают между собой и образуют конструкцию вместе с остистым отростком аксиса замуровывают полужидким протокрилом, который модулируют таким образом, чтобы широким основанием он создавал опору для чешуи затылочной кости. Протокрил после застывания образует прочную конструкцию, которая надежно фиксирует в заданном положении стабилизируемый краниоцервикальный отдел. Следует иметь в виду, что проволоочно-протокриловый имплантат не должен быть больших размеров, чтобы не вызвать затруднений

при ушивании послеоперационной раны.

Окципитоспондилодез фиксатором с термомеханической памятью или проволокой с протокрилом по А.А. Луцику сразу после операции создает жесткую стабилизацию шейно-затылочного отдела и не требует дополнительной внешней иммобилизации на период формирования костной блока, как это бывает после костной пластики.

Задний атлантаксиальный спондилодез. Дорсальный атлантаксиальный спондилодез по Brooks. Эндотрахеальный наркоз. Положение на операционном столе – на животе. Скелетное вытяжение за кости свода черепа. Голова фиксирована скелетным вытяжением в положении сгибания. Срединный линейный разрез от затылка до позвонка С₃. Субпериостально скелетируется задняя дуга атланта от средней линии 1,5 см кнаружи и на 1 см у детей, чтобы избежать повреждения позвоночных артерий. Скелетируется остистый отросток и дужка позвонка С₂. Если необходимо, при тракции на скелетном вытяжении осуществляется открытая репозиция дислоцированных фрагментов сломанного позвонка, устраняется подвывих в атлантаксиальном сочленении. Круглой иглой субпериостально на 1 см кнаружи от средней

линии под заднюю дугу атланта и полудужку аксиса с обеих сторон от остистого отростка проводят прочную нить, с помощью которой в положении натяжения осторожно субпериостально протягивают проволоку. С обнаженной дорсальной поверхности дуги атланта, остистого отростка и полудужек аксиса снимается фрезой и тонким острым остеотомом компактная кость до кровяной росы, спонгиозного слоя. Из гребня крыла подвздошной кости выкраиваются два компактно-спонгиозных трансплантата прямоугольной формы в соответствии с междужковым атлантаксиальным промежутком размером примерно 2 x 4 см. Трансплантаты, обращенные компактной поверхностью дорсально, укладываются в междужковое пространство между атлантом и аксисом справа и слева от остистого отростка аксиса. Предварительно проведенные субпериостально через заднюю дугу атланта и дужки аксиса проволоки натягиваются, сближая дуги атланта и аксиса и сдавливая помещенные между ними трансплантаты, объединяя тем самым в единое целое атлант, аксис и трансплантаты. В таком положении концы проволоочных швов на дорсальной поверхности трансплантатов скручиванием прочно фиксируются между собой. По ходу операции тщательный гемостаз. Послойные швы раны. Им-

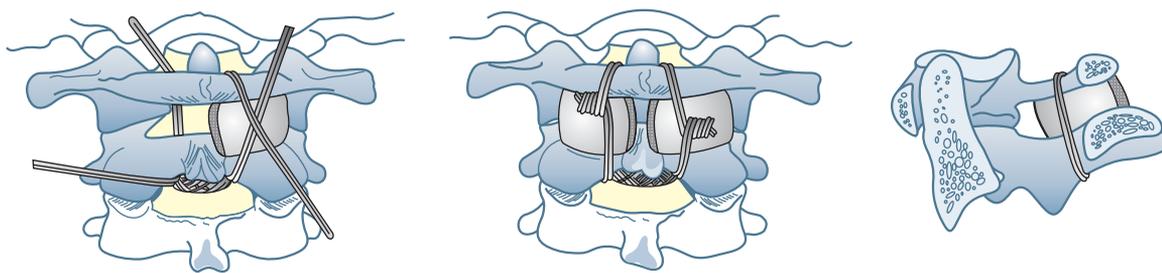


Рис. 6
Атлантаксиальный спондилодез по Brooks

мобилизация краниоторакальным гипсовым корсетом или гало-аппаратом в течение 3 мес. Затем жесткий воротник до образования дорсального костного блока (рис. 6).

Задний атлантоаксиальный спондилодез по Gallie. Методика дорсального атлантоаксиального спондилодеза по Gallie отличается от выше описанной методики Brooks тем, что каудальный конец фиксирующей проволоки закрепляется за основание массивного остистого отростка C₂ позвонка, а не субпериостально за дужку аксиса. Выкраивается из гребня крыла подвздошной кости один компактно-спонгиозный трансплантат прямоугольной формы. В нижней его части делается седлообразный вырез для опоры трансплантата на верхнюю поверхность основания остистого отростка C₂ позвонка, помещаемого в промежуток между атлантом и аксисом. Метод дорсального спондилодеза по Gallie достаточно надежно стабилизирует атлантоаксиальное сочленение, трансплантат в заданном положении, избавляя от необходимости вхождения в субламинарное пространство аксиса при проведении фиксирующей проволоки. Вместе с тем методика Brooks обеспечивает лучшую ротационную стабильность, чем методика Gallie (рис. 7).

Задний трансартикулярный атлантоаксиальный спондилодез по Magerl. Задняя трансартикулярная атлантоаксиальная винтовая фиксация, разработанная Magerl [49], обеспечивает более жесткую фиксацию блокируемых сегментов [39, 40, 66] и более высокую частоту образования костного блока [41, 71], чем после обычного дорсального спондилодеза с провололочной фиксацией трансплантатов. В то же время, как мы уже отмечали, эта методика имеет потенциальный риск повреждения позвоночной артерии, что может завершиться смертельным исходом [12, 47]. Частота повреждения позвоночной артерии колеблется от 4,1 до 8,2% [27, 47, 77]. Повреждение позвоночной артерии возможно не только из-за того, что винт проходит очень близко к ней артерии, но и из-за того, что расположение позвоночной артерии анатомически изменчиво и перешеек, через который проводится винт, иногда слишком узкий. Позвоночная артерия делает острый боковой изгиб сразу под верхней суставной фасеткой аксиса приблизительно у 80% пациентов. Чрессуставной винт должен быть проведен через перешеек, то есть выше и кауди или заднемедиальнее от точки изгиба позвоночной артерии. Если эта точка изгиба расположена слишком медиально, слишком кауди и высоко, а высота и ширина

перешейка аксиса сужена, то это состояние обозначается как высокое расположение позвоночной артерии. Рекомендуется, чтобы особенности анатомии перешейка аксиса были оценены до операции с использованием реконструктивной КТ [12, 27, 32, 34, 41, 47, 49, 57], если в результате выявляется слишком узкий перешеек, многие хирурги советуют отказаться от винтовой фиксации [12, 41, 57, 67].

Техника операции состоит в следующем. Эндотрахеальный наркоз. Скелетное вытяжение за кости свода черепа. Положение на операционном столе – на животе. Голова фиксирована в положении легкой флексии. Непременным условием для осуществления трансартикулярной винтовой фиксации является необходимость полного устранения посттравматической дислокации в атлантоаксиальном сочленении. Продольный разрез по средней линии от затылка до остистого отростка позвонка C₇. Субпериостально обнажается задняя дуга атланта в стороны от средней линии на 1,5 см, боковые поверхности остистых отростков и дужки аксиса – до наружного края фасетки сочленений C₁–C₂ позвонков. До этого следует определить большой затылочный нерв, уходящий дорсально от сочленения. Нерв и сопровождающее его венозное сплетение отводятся в краниальном направлении. Капсула над сочленением иссекается. Из сочленения с помощью сверла и костных кусачек удаляется хрящ. Идентифицируется каудальный край дужки и медиальная сторона сочленения C₁–C₂. Из каудального края дужки C₂ кусачками удаляется маленький кусочек для установки сверла дрели. Ориентируясь на медиальную и боковую стороны сочленения C₁–C₂, сверло (проволочный проводник диаметром 2 мм) вводится прямо в сагиттальной плоскости снизу вверх под углом 25° и медиально под углом 25° через нижнюю суставную фасетку и далее по заднему краю верхнего суставного отростка в боковую массу атланта. Безопаснее ошибиться в медиальном направлении, так как ошиб-

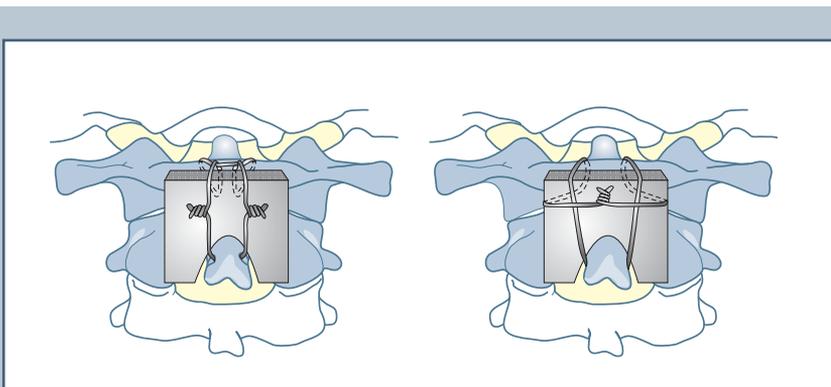


Рис. 7

Дорсальный атлантоаксиальный спондилодез по Gallie

ка в латеральном направлении может привести к повреждению позвоночной артерии. Спинной мозг медиально защищен, так как сочленение C_1-C_2 лежит в вентральной части позвоночного канала. Когда сверло идентифицируется внутри сочленения C_1-C_2 , оно медленно продвигается вперед в боковую массу C_1 . Положение кончика сверла постоянно должно контролироваться рентгеноскопически. Затем вводится винт диаметром 3,5 мм. Если используется канюлированный винт, то необходимо следить, чтобы проводник-проволока не закрутилась внутри винта и не двигалась вместе с ним. Если при попытке введения первого винта произошло повреждение позвоночной артерии, от данного метода следует отказаться. Трансартрикулярная винтовая атлантоаксиальная фиксация нередко завершается костной аутопластикой, дорсальным спондилодезом по Gallie. После операции в заданном положении краниоцервикальный отдел фиксируется жестким воротником в течение 12 недель (рис. 8).

Передний остеосинтез зуба аксиса винтом. Передний остеосинтез при переломе зубовидного отростка аксиса винтом после репозиции обеспечивает стабильную его фиксацию, не ограничивая при этом движений в атлантоаксиальном сочленении. Для

передней винтовой фиксации зуба перелом должен быть относительно поперечным, нераздробленным и вправимым. Этот метод в литературе утвердился как надежный способ лечения переломов зубовидного отростка аксиса. Однако существуют противоречия в отборе больных для оперативного лечения: следует использовать данный метод или нет при несросшихся переломах, ложных суставах, нестабильных переломах, сопровождающихся разрывом поперечной связки, и использовать один или два винта при остеосинтезе зуба [9, 54]. Следует иметь в виду, что выраженный кифоз, деформация грудной клетки могут быть не совместимы с выполнением по данной методике фиксации зуба винтом.

Перед началом операции следует убедиться в готовности рентгеноаппаратуры с ЭОП для двухплоскостного рентгеноскопического отображения положения фрагментов зубовидного отростка и позиции винта при его проведении в момент осуществления остеосинтеза зуба. Если перед операцией на скелетном вытяжении не удастся устранить смещение сломанных фрагментов зуба или удержать их после вправления, то во время операции они должны быть репозированы до осуществления остеосинтеза.

Техника операции состоит в следующем. Эндотрахеальный наркоз. Скелетное вытяжение за кости свода черепа. Положение на операционном столе – на спине. Под грудной отдел позвоночника укладывается валик шириной 12–14 см, высотой 10 см. Ретрофарингиальный передне-медиальный оперативный доступ. При левостороннем доступе, который мы предпочитаем, голова отклонена вправо, кзади, а подбородок отведен впереди. При правостороннем доступе голова отклоняется влево. Заданное положение удерживается скелетным вытяжением. Линейный кожный разрез по передне-внутреннему краю грудино-ключично-сосцевидной мышцы от мочки уха книзу до уровня C_6 . Рассекается кожа, подкожная клетчатка, подкожная мышца. Обнажается претрахеальная фасция. На 3–4 мм впереди от пульсирующей сонной артерии рассекается претрахеальная фасция, вскрывается и тупо расслаивается претрахеальное клетчаточное пространство до превертебральной фасции и передней продольной связки. Срединные образования шеи отводятся медиально, а коротыды вместе с кивательной мышцей – кнаружи. Передний бугорок атланта ощутимо идентифицируется. Превертебральная фасция, передняя продольная связка рассекаются по средней линии над телом аксиса. Если необходима открытая репозиция зубовидного отростка, то рассечение превертебральной фасции и передней продольной связки продляют краниально, выделяя зуб и участок перелома. Если перелом зуба вправлен, тогда после выделения вентральной поверхности тела аксиса определяется межпозвоноковый диск C_2-C_3 , обнажается в средней части передне-нижний край тела аксиса, при этом от нижней границы тела частично отслаивается верхнепередний край фиброзного кольца диска C_2-C_3 и в переднекаудальную часть тела аксиса по средней линии вводится спица-проводник Киршнера диаметром 1,5–2 мм. Проволока продвигается в теле позвонка вверх и кзади в сагиттальной плос-

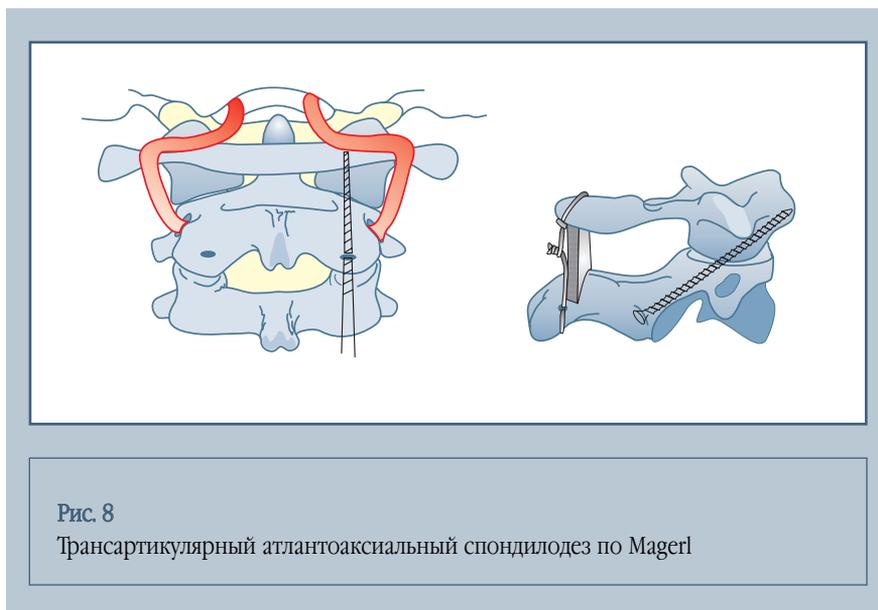


Рис. 8

Трансартрикулярный атлантоаксиальный спондилодез по Magerl

кости под рентгеноскопическим контролем в переднезадней и боковой проекциях. Проволока проводится до краниальной вершины зубовидного отростка сзади с вхождением в кортикальный слой верхушки зуба. Эта проволока может быть удалена, если она используется как проводник для канолированного винта. Проведение канолированного винта требует особенно тщательного рентгенологического контроля, поскольку в момент его введения возможно закручивание проволоки вокруг винта. Такое осложнение может разрушить зубовидный отросток и исключить возможность его полноценного остеосинтеза. Это обстоятельство заставляет отказаться от проведения проволоки-проводника до вершины зубовидного отростка.

При остеосинтезе зубовидного отростка двумя винтами проволока-проводник диаметром 1,5 мм, начиная снаружи на 2–3 мм от средней линии, сразу под каудальнопередним краем тела позвонка С₂ направляется краниально и параллельно продольной оси до вхождения в краниальную вершину зуба сзади. Затем точно так же параллельно проводится вторая проволока Киршнера. Необходим частый рентгенологический контроль, подтверждающий положение проволоки. После проведения проволок Киршнера, их правильной установки они могут быть последовательно удалены и по их ходу введены винты, может использоваться метод введения канолированных винтов с предосторожностями, отмеченными выше (рис. 9).

Для получения компрессионного остеосинтеза перелома зуба аксиса необходимо использование специального винта для губчатой кости с частичной нарезкой или просверливанием через ближайшую кортикальную кость. При косых переломах, проходящих от заднего краниального края зуба до его переднего каудального края, нужна опорная пластина для предотвращения сдвига в месте перелома. Опорная пластина фиксируется в углублении на передней поверхнос-

ти аксиса, куда вдавливается каудальный конец переднего фрагмента зубовидного отростка, что предотвращает его смещение.

При несращении перелома, ложном суставе зуба, являющихся, по мнению многих хирургов, противопоказанием для его остеосинтеза, Montesano P.K. [54], используя специально изогнутую кпереди кюретку, производит кюретаж передней части линии перелома зубовидного отростка, при необходимости заполняя образовавшийся дефект губчатой костью, взятой из тела С₃ позвонка. Затем вышеописанным способом осуществляется остеосинтез зуба винтом или винтами.

После восстановления анатомии и осуществления стабильного остеосинтеза зубовидного отростка производится контрольная рентгенография в переднезадней и боковой проекциях. Послойно ушивается послеоперационная рана. Осуществляется внешняя иммобилизация в нейтральном

положении шейного отдела позвоночника жестким воротником или шейно-грудным корсетом в течение 6–12 недель.

В заключение следует заметить, что остеосинтез зубовидного отростка винтами находит достаточно широкое применение при лечении переломов зуба аксиса II и реже III типов по Andersen и D'Alonzo, особенно у пациентов с сочетанной травмой, когда ранняя стабилизация травмированного позвонка чрезвычайно важна. Остеосинтез также может быть использован у пациентов, отказывающихся от внешней иммобилизации корсетом или воротником, у которых закрыто репонирован перелом зуба, но не удается сохранить достигнутое после репозиции положение фрагментов. Вместе с тем необходим тщательный отбор больных для хирургического лечения. У пожилых пациентов с остеопорозом могут возникнуть неразрешимые проблемы при попытке осуществить стабильный остео-

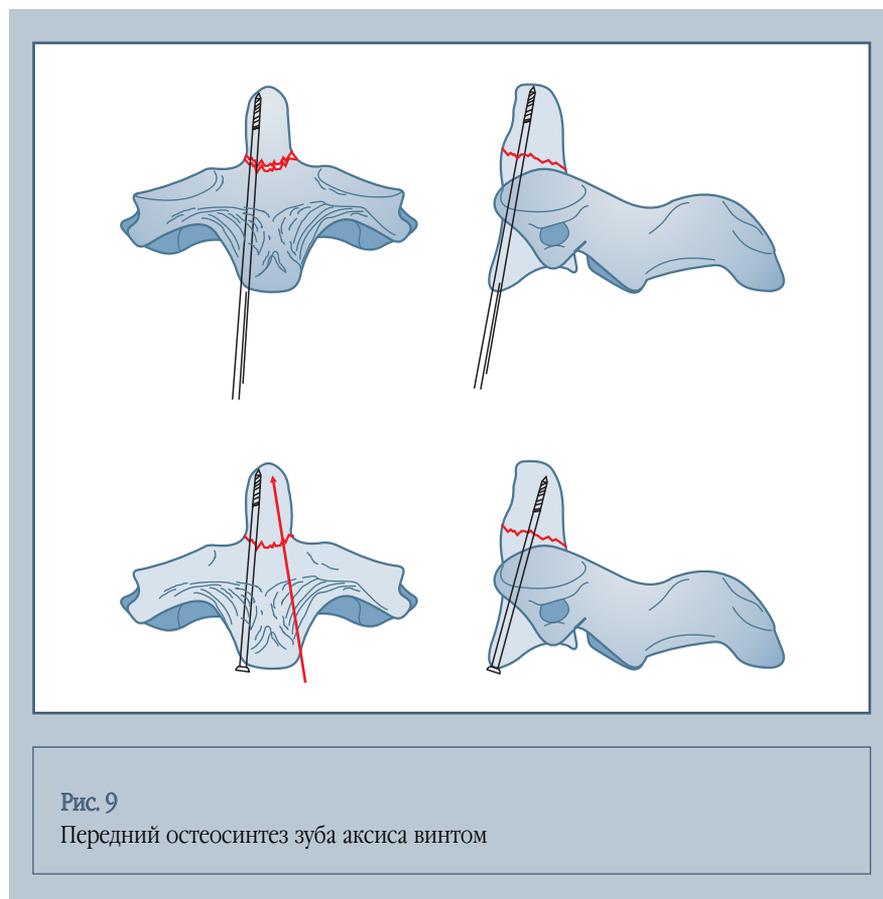


Рис. 9
Передний остеосинтез зуба аксиса винтом

синтез зуба аксиса и создания условий для полноценного развития репаративного остеогенеза. Тщательное предоперационное планирование с анализом данных лучевой диагностики, КТ, денситометрии позволяет оценить плотность кости, размер зубовидного отростка, характер его перелома и особенности смещения фрагментов, а в итоге – определить оптимальный метод лечения.

Фиксация перелома зуба аксиса пластиной по R. Strelí. С 1975 г. R. Strelí при оперативном лечении переломов, несросшихся переломов, ложных суставов зуба аксиса успешно осуществлял остеосинтез зубовидного отростка оригинальной дельтовидной формы пластиной из виталиума [73]. Техника операции состоит в следующем. Положение на операционном столе – на спине. Эндотрахеальный наркоз. Передний ретрофарингиальный доступ. При левостороннем доступе голова отклонена вправо и кзади. Линейный разрез по передне-внутреннему краю грудно-ключично-сосцевидной мышцы от мочки уха книзу до уровня С₄. По слою рассекаются кожа, подкожная клетчатка, подкожная мышца шеи. На 3–4 мм кпереди от пульсирующей сонной артерии рассекается претрахеальная фасция. Срединные образования шеи отводятся медиально, коротыды вместе с кивательной мышцей – кнаружи. Обнажается превертбральная фасция на протяжении от передней дуги атланта до С₃–С₄ позвоночного сегмента. Продольно от дуги атланта до нижнего края тела позвонка С₄ рассекаются превертбральная фасция, передняя продольная связка и вместе с передними длинными мышцами шеи отслаиваются билатерально, образуя ложе для дельтовидной пластины. Изогнутым остеотомом обнажают промежуток между зубом аксиса и передней дугой атланта, на подготовленное ложе вентральной поверхности С₂ и С₃ позвонков помещают дельтовидную пластину, придавая при этом положение экстензии верхнешейному отделу. Нижнюю часть

пластины монокортикально закрепляют винтами к телам С₂ и С₃ позвонков. Через боковые отверстия в пластине вводят трансартикулярно винты в С₁–С₂ в нейтральном положении атлантоаксиального сочленения. Через отверстие в центре дельтовидной пластины вводят винт косо кзади и кверху к вершине зуба, осуществляя компрессионный остеосинтез перелома зубовидного отростка. Через отверстия в верхнем конце пластины она дополнительно фиксируется проволочным швом к передней дуге атланта. При наличии дефекта в зоне ложного сустава зуба аксиса дефект заполняется спонгиозной аутокостью. После осуществляется внешняя иммобилизация жестким воротником. Автор не имел неудовлетворительных результатов. Вместе с тем, данная методика, описанная в 1987 г., не получила распространения в клинической практике.

Вентральный атлантоаксиальный черепицеобразный спондилодез по Я.Л. Цивьяну. Техника операции состоит в следующем. Эндотрахеальный наркоз. Положение на операционном столе – на спине. Валик под верхнегрудной отдел позвоночника. Передний ретрофарингиальный доступ. При левостороннем операционном доступе голова отклонена вправо и кзади, подбородок отведен кпереди. Заданное положение головы удерживается скелетным вытяжением за кости свода черепа. Кожный разрез может быть полуворотниковым или линейным. Полуворотниковый кожный разрез берет свое начало от точки, расположенной в переднем отделе средней подбородочной линии, ведется по ней строго сагиттально кзади на протяжении 3–4 см, затем плавно закругляется влево (или вправо) и доводится до точки, находящейся на границе верхней и средней трети передне-внутреннего края соответствующей грудно-ключично-сосцевидной мышцы.

Линейный разрез по передне-внутреннему краю грудно-ключично-сосцевидной мышцы от мочки уха книзу. Рассекаются кожа, подкожная

клетчатка, подкожная мышца. Обнажается претрахеальная фасция. На 3–4 мм кпереди от пульсирующей сонной артерии рассекается претрахеальная фасция, вскрывается претрахеальное клетчаточное пространство, приближаясь к превертбральной фасции. Срединные образования шеи отводятся медиально, а коротыды вместе с кивательной мышцей – кнаружи. После рассечения превертбральной фасции обнажаются вентральные образования шейного отдела позвоночника. Верхнюю щитовидную артерию отводят кверху или перевязывают и рассекают между лигатурами. Определяют передний бугорок атланта. Тонким остеотомом мобилизуют медиальный край передних длинных мышц шеи. Во фронтальной плоскости сбивают передний бугорок атланта вместе с прикрепляющимися к нему мышцами. Отделенный передний бугорок атланта дополнительно рассекают в сагиттальной плоскости на две половины. Передние длинные мышцы шеи разводятся в стороны. Тщательно скелетируют вентральные поверхности передней дуги атланта и тела аксиса. Эти манипуляции требуют особой осторожности, так как на уровне атланта из костного канала выходят вертебральные артерии, если отклониться в стороны, можно войти с ними в весьма нежелательный контакт. Скелетированные поверхности атланта и аксиса экскориируют, снимая с них острым долотом тонкие пластинки компактной кости до появления кровяной росы.

По средней осевой линии аксиса спереди формируют паз шириной 1 см, глубиной до 3–5 мм. Этот паз распространяют на место отделения переднего бугорка атланта. В сформированный срединный паз укладывают соответствующий ему по величине и форме компактно-спонгиозный трансплантат, взятый из гребня крыла подвздошной кости, перекрывающий плоскость перелома зуба, а также межпозвоночное пространство между атлантом и аксисом. Вправо и влево от этого основного осевого трансплантата черепицеобразно

на кровотокающую переднюю поверхность атланта и аксиса укладываются более тонкие костные трансплантаты из той же аутокости. Над уложенными трансплантатами по средней линии ушиваются передние длинные мышцы шеи и фиксируются обе половинки бугорка атланта, которые и удерживают трансплантаты в своем ложе. Послойно ушивают подкожную мышцу и кожу. Послеоперационную рану дренируют на 24 ч. После операции фиксации оперированного отдела позвоночника в заданном положении продолжается на скелетном вытяжении первые сутки. На вторые сутки скелетное вытяжение заменяется краниоторакальной гипсовой повязкой. Внешняя иммобилизация продолжается до образования атлантоаксиального костного блока в течение 3,5–6 мес.

Передний межтеловой спондилодез C₂–C₃ с эндофиксацией коронарным фиксатором Новосибирского НИИТО. Чаще такой спондилодез осуществляется при посттравматическом листезе аксиса III типа (классификация Levine и Edwards), вторым этапом после открытого дорсального вправления сцепившегося вывиха C₂ позвонка, а также по поводу сегментарной нестабильности или ложного сустава, развившихся после перелома палача [4]. Техника операции состоит в следующем. Эндотрахеальный наркоз. Положение – на спине. Скелетное вытяжение за кости свода черепа. Стандартный ретрофарингиальный доступ слева или справа. Следуя по промежутку впереди от кивательной мышцы, щитовидная железа, трахея, пищевод вместе с возвратным нервом смещаются медиально, кивательная мышца, яремные вены, блуждающий нерв, общая сонная артерия – латерально. Открывается передняя поверхность тел C₂ и C₃ позвонков. При необходимости для уточнения локализации в диск вводится маркировочная игла и производится рентгенография. При травматическом листезе аксиса III типа, когда разорваны передняя и задняя продольные

связки и тело C₂ позвонка смещено впереди, образуя ступенеобразную деформацию над краниальным отделом тела C₃, локализация поврежденного межтелового промежутка не представляет в этой ситуации особой трудности. Над поврежденным диском C₂–C₃ Н-образно рассекаются передняя продольная связка, передняя часть фиброзного кольца и отслаиваются в виде лоскутов в стороны. Резецируется поврежденный диск, осторожно, не иссекая заднюю продольную связку, удаляют дислоцированные в позвоночный канал части разорванного диска вместе (при их наличии) с небольшими костными фрагментами смежных тел C₂–C₃ по-

звонков. Острым остеотомом с замыкательных пластинок каудальной C₂ и краниальной C₃ позвонков удаляют гиалиновый хрящ до кровотокающей субхондральной зоны. В положении умеренной экстензии и легкой осевой тракции на скелетном вытяжении, устраняя вентральную дислокацию тела аксиса, в межтеловой промежуток плотно вводится коронарный эндофиксатор конструкции Новосибирского НИИТО. Центральная полая часть фиксатора выполнена компактно-спонгиозным аутоотрансплантатом, взятым из гребня крыла подвздошной кости. Эндофиксатор устанавливается в точном осевом соответствии в сагиттальной и фронт-



Рис. 10

Травматический спондилолистез аксиса, III тип перелома по Effendi. Спондилорентгенограммы в боковой проекции до операции и после редукции и межтелового спондилодеза C₂–C₃ с эндофиксацией коронарным фиксатором Новосибирского НИИТО

Литература

1. **Рюмпин Г.И., Попов М.А.** Три случая перелома зубовидного отростка второго шейного позвонка // Ортопед, травматол. и протезир. 1959. № 12. С. 52–58.
2. **Лудик А.А.** Нейрохирургическое лечение патологии краниовертебральной области // III Всесоюз. съезд нейрохирургов: Тез. докл. М., 1982. С. 156.
3. **Лудик А.А., Раткин И.К., Никитин М.Н.** Краниовертебральные повреждения и заболевания. Новосибирск, 1998.
4. **Жеребцов С.В., Рерих В.В., Рамих Э.А.** Стабилизация верхнешейного отдела позвоночника при повреждениях // VII съезд травматол.-ортопед. России: Тез. докл. 2002. Т. 1. С. 78–79.
5. **Цивьян Я.Л.** Хирургия позвоночника. М., 1993.
6. **Цодык В.М., Конев В.И.** О трансдентальных вывихах атланта // Ортопед, травматол. и протезир. 1974. № 11. С. 54–55.
7. **Aebi M., Etter C., Coscia M.** Fractures of the odontoid process: treatment with anterior screw fixation // Spine. 1989. Vol. 14. P. 1065–1070.
8. **Amys E.W., Anderson F.M.** Fracture of the odontoid process; report of sixty-three cases // AMA Arch. Surg. 1956. Vol. 72. P. 377–393.
9. **An H.S.** Cervical spine trauma // Spine. 1998. Vol. 23. P. 2713–2729.
10. **Anderson L.D., D'Alonzo R.T.** Fractures of the odontoid process of the axis // J. Bone Joint Surg. Am. 1974. Vol. 56. P. 1663–1674.
11. **Anderson P.A., Steinmann J.C.** Internal fixation of the cervical spine // In: Frymoyer J. ed. The Adult Spine: Principles and Practice, 2nd edition. Philadelphia, 1997. P. 1119–1147.
12. **Apfelbaum R.J.** Screw fixation of the upper cervical spine: indications and techniques // Contemp Neurosurg. 1994. Vol. 16. P. 1–8.
13. **Bell H.S.** Paralysis of both arms from injury of the upper portion of the pyramidal decussation: «cruciate paralysis» // J. Neurosurg. 1970. Vol. 33. P. 376–380.
14. **Boehler J.** Fractures of the odontoid process // J. Trauma. 1965. Vol. 5. P. 386–391.
15. **Boehler J.** Anterior stabilization for acute fractures and non-unions of the dens // J. Bone Joint Surg. Am. 1982. Vol. 64. P. 18–27.
16. **Bolesta M.J., Bohlman H.H.** Late complications of cervical fractures and dislocations and their management // In: Frymoyer J. ed. The Adult Spine: Principles and Practice. Philadelphia, 1997. P. 1297–1316.
17. **Borne G.M., Bedou G.L., Pinaudeau M., et al.** Odontoid process fracture osteosynthesis with a direct screw fixation technique in nine consecutive cases // J. Neurosurg. 1988. Vol. 68. P. 223–226.
18. **Chapman J.R., Anderson P.A.** Cervical spine trauma // In: Frymoyer J. ed. The Adult Spine: Principles and Practice, 2nd edition. Philadelphia, 1997. P. 1245–1295.
19. **Clark C.R., White A.A.** 3rd. Fractures of the dens. A multicenter study // J. Bone Joint Surg. Am. 1985. Vol. 67. P. 1340–1348.
20. **Clark C.R., White A.A.** Dens fractures: a multicenter study cervical spine I. By Springer. Verlag, 1987.
21. **Cigliano A., De Falco R., Scarano E., et al.** A new instrumentation for posterior stabilization of cervical traumatic instability // J. Neurosurg. Sci. 1998. Vol. 42. P. 101–109.
22. **Cohen M.W., Drummond D.C., Flynn J.M., et al.** A technique of occipitocervical arthrodesis in children using autologous rib grafts // Spine. 2001. Vol. 26. P. 825–829.
23. **Cooper P.R.** The axis fixation system for posterior instrumentation of the cervical spine // Neurosurgery. 1996. Vol. 39. P. 612–614.
24. **Ehara S., El-Khoury G.Y., Clark C.R.** Radiologic evaluation of dens fractures. Role of plain radiography and tomography // Spine. 1992. Vol. 17. P. 475–479.
25. **Effendi D., Roy D., Cornish B., et al.** Fractures of the ring of the axis // J. Bone Joint Surg. Br. 1981. Vol. 63. P. 319–327.
26. **Esses S.I., Bednar D.A.** Screw fixation of odontoid fractures and nonunions // Spine. 1991. Vol. 16. P. S483–S485.
27. **Farey I.D., Nadkarni S., Smith N.** Modified Gallie technique versus transarticular screw fixation in C1–C2 fusion // Clin. Orthop. 1999. N 359. P. 126–135.
28. **Fielding J.W., Hensinger R.N., Hawkins R.J.** Os odontoides // J. Bone Joint Surg. Am. 1980. Vol. 62. P. 376–383.
29. **Fehlings M.G., Errico T., Cooper H., et al.** Occipitocervical fusion with a five-millimeter malleable rod and segmental fixation // Neurosurgery. 1993. Vol. 32. P. 198–208.
30. **Francis W., Fielding J.W., Hawkins R.J., et al.** Traumatic spondylolisthesis of the axis // J. Bone Joint Surg. Br. 1981. Vol. 63. P. 313–318.
31. **Fujii E., Kobayashi K., Hirabayashi K.** Treatment in fractures of the odontoid process // Spine. 1988. Vol. 13. P. 604–609.
32. **Fuji T., Oda T., Kato Y., et al.** Accuracy of atlantoaxial transarticular screw fixation // Spine. 2000. Vol. 25. P. 1760–1764.
33. **Garber J.N.** Abnormalities of the atlas and axis vertebrae – congenital and traumatic // J. Bone Joint Surg. Am. 1964. Vol. 46. P. 1782–1791.
34. **Gebhard J.S., Schimmer R.C., Jeanneret B.** Safety and accuracy of transarticular screw fixation C1–C2 using an aiming device: an anatomic study // Spine. 1998. Vol. 23. P. 2185–2189.
35. **Grob D., Crisco J.J. 3rd, Panjabi M.M., et al.** Biomechanical evaluation of four different posterior atlantoaxial fixation techniques // Spine. 1992. Vol. 17. P. 480–490.
36. **Hadley M.N., Browner C.M., Liu S.S., et al.** New subtype of acute odontoid fractures (type II A) // Neurosurgery. 1988. Vol. 22. P. 67–71.
37. **Hanson P.B., Montesano P.X., Sharkey N.A., et al.** Anatomic and biomechanical assessment of transarticular screw fixation for atlantoaxial instability // Spine. 1991. Vol. 16. P. 1141–1145.
38. **Heller J.G., Alson M.D., Schaffler M.B., et al.** Quantitative internal dens morphology // Spine. 1992. Vol. 17. P. 861–866.
39. **Henriques T., Cunningham B.W., Olerud C., et al.** Biomechanical comparison of five different atlantoaxial posterior fixation techniques // Spine. 2000. Vol. 25. P. 2877–2883.
40. **Dickman C.A., Crawford N.R., Paramore C.G.** Biomechanical characteristics of C1–C2 cable fixations // J. Neurosurg. 1996. Vol. 85. P. 316–322.
41. **Dickman C.A., Sonntag V.K.** Posterior C1–C2 transarticular screw fixation for atlantoaxial arthrodesis // Neurosurgery. 1998. Vol. 43. P. 275–281.
42. **Jahna H.** Behandlung und behandlungsergebnisse von 90 dens fractures und luxationsfracturen // Hefte Unfallheilk. 1971. Bd. 108. S. 72–76.
43. **Jeanneret B., Magerl F.** Primary posterior fusion C1/2 in odontoid fractures: indications, technique, and results of transarticular screw fixation // J. Spinal Disord. 1992. Vol. 5. P. 464–475.
44. **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.
45. **Levine A.M., Edwards C.C.** Traumatic lesions of the occipitatlantoaxial complex // Clin. Orthop. 1989. N 239. P. 53–68.
46. **Lind B., Nordwall A., Sihlbom H.** Odontoid fractures treated with halo-vest // Spine. 1987. Vol. 12. P. 173–177.
47. **Madawi A.A., Casey A.T., Solanki G.A., et al.** Radiological and anatomical evaluation of the atlantoaxial transarticular screw fixation technique // J. Neurosurg. 1997. Vol. 86. P. 961–968.
48. **Magerl F.** Posterior fusion using hook plates. Bulletin 61, Paoli, PA: Synthes, 1986.
49. **Magerl F., Seeman P.S.** Stable posterior fusion of the atlas and axis by transarticular screw fixation // In: Kehr P., Weidner A., eds. Cervical Spine I. Vienna, 1987. P. 322–327.
50. **Marcotte P., Dickman C.A., Sonntag V.K., et al.** Posterior atlantoaxial facet screw fixation // J. Neurosurg. 1993. Vol. 79. P. 234–237.

51. Meyer PK. Cervical spine fractures: changing management concepts // In: The Textbook of Spinal Surgery. Philadelphia, 1997. P. 1679-1741.
52. Montesano P.X., Juach E.C., Anderson P.A., et al. Biomechanics of cervical spine internal fixation // Spine. 1991. Vol. 16. Suppl. 3. P. S10-S16.
53. Montesano P.X., Anderson P.A., Schlehr F., et al. Odontoid fractures treated by anterior odontoid screw fixation // Spine. 1991. Vol. 16. Suppl. 3. P. S33-S37.
54. Montesano P.X. Anterior and posterior screw and plate techniques used in the cervical spine // In: The Textbook of Spinal Surgery. Philadelphia, 1997. P. 1743-1762.
55. Mouradian W.H., Fietti V.G. Jr., Cochran G.V., et al. Fractures of the odontoid: a laboratory and clinical study of mechanisms // Orthop. Clin. North. Am. 1978. Vol. 9. P. 985-1001.
56. Nakanishi T., Sasaki T., Tokita N., et al. Internal fixation for the odontoid fracture // Orthop. Trans. 1982. Vol. 6. P. 176-183.
57. Paramore C.G., Dickman C.A., Sonntag V.K. The anatomical suitability of the C1-2 complex for transarticular screw fixation // J. Neurosurg. 1996. Vol. 85. P. 221-224.
58. Petersson H., Lenz W. Schwere kombinationsverletzung der halsregion durch sicherheitsgurt. Akt. Traum. 1975. Bd 5. P. 271-278.
59. Ryan M.D., Taylor T.K. Odontoid fractures in the elderly // J. Spinal Disord. 1993. Vol. 6. P. 397-401.
60. Samaha C., Lazennec J.Y., Laporte C., et al. Hangman's fracture: the relationship between asymmetry and instability // J. Bone Joint Surg. Br. 2000. Vol. 82. P. 1046-1052.
61. Schatzker J., Rorabeck C.H., Waddell J.P. Fractures of the dens (odontoid process). An analysis of thirty-seven cases // J. Bone Joint Surg. Br. 1971. Vol. 53. P. 392-405.
62. Schneider R.C., Livingston K.E., Cave A.J., et al. «Hangman's fracture» of the cervical spine // J. Neurosurg. 1965. Vol. 22. P. 141-154.
63. Schweigel J.F. Management of the fractured odontoid with halo-thoracic bracing // Spine. 1987. Vol. 12. P. 838-839.
64. Seybold E.A., Bayley J.C. Functional outcome of surgically and conservatively managed dens fractures // Spine. 1998. Vol. 23. P. 1837-1846.
65. Signoret F., Feron J.M., Bonfait H., et al. Fractured odontoid with fractured superior articular process of the axis // J. Bone Joint Surg. Br. 1986. Vol. 68. P. 182-184.
66. Smith M.D., Anderson P.A., Grady M.S. Occipitocervical arthrodesis using contoured plate fixation // Spine. 1993. Vol. 18. P. 1984-1990.
67. Song G.S., Theodore N., Dickman C.A., et al. Unilateral posterior atlantoaxial transarticular screw fixation // J. Neurosurg. 1997. Vol. 87. P. 851-855.
68. Southwick W.O. Management of fractures of the dens (odontoid process) // J. Bone Joint Surg. Am. 1980. Vol. 62. P. 482-486.
69. Starr J.K., Eismont F.J. Atypical hangman's fractures // Spine. 1993. Vol. 18. P. 1954-1957.
70. Statham P., O'Sullivan M., Russell T. The Halifax Interlaminar Clamp for posterior cervical fusion: initial experience in the United Kingdom. // Neurosurgery. 1993. Vol. 32. P. 396-399.
71. Stillerman C.B., Wilson J.A. Atlanto-axial stabilization with posterior transarticular screw fixation: technical description and report of 22 cases // Neurosurgery. 1993. Vol. 32. P. 948-955.
72. Stowsand D., Salam J., Muller W. Fracturen im dens axis // Z. Orthop. Ihre Grenzgeb. 1974. Bd. 112. S. 875-877.
73. Strelli R. Dens transfixation plate. Cervical Spine I. Verlag. 1987.
74. Tippet G.O. Atlantoaxial fracture-dislocation. Report of a case // J. Bone Joint Surg. Br. 1951. Vol. 33. P. 108-109.
75. Vermooten // In: Francis W.R., Fielding J.W., Hawkins R.J., et al. Traumatic spondylolisthesis of the axis. J. Bone Joint Surg. 1981. Vol. 63B. P. 313-318.
76. Wood-Jones F. The lesion produced by jndcial hanging. Lancet, 1913. Vol. 1. P. 53-53.
77. Wright N.M., Laurysen C. Vertebral artery injury in C1-C2 transarticular screw fixation: results of a survey of the AANS/CNS section on disorders of the spine and peripheral nerves // J. Neurosurg. 1998. Vol. 88. P. 634-640.

Адрес для переписки:

Рамих Эдвард Александрович
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
НИИТО,
ERamikh@niito.ru