

<https://doi.org/10.29296/25877305-2021-12-04>

Осложнения хирургического лечения травм и заболеваний шейного отдела позвоночника на субаксиальном уровне

А.В. Яриков^{1, 2}, кандидат медицинских наук,
О.А. Перльмуттер^{2, 3}, доктор медицинских наук, профессор,
А.П. Фраерман^{2, 3}, доктор медицинских наук, профессор,
И.И. Смирнов²,
А.Г. Соснин¹, кандидат медицинских наук,
А.С. Мухин³, доктор медицинских наук, профессор,
А.Е. Симонов², кандидат медицинских наук,
А.А. Калинин⁴, кандидат медицинских наук,
А.О. Котельников⁵, кандидат медицинских наук,
М.В. Хомченков⁵,
И.И. Гарипов⁵

¹Приволжский окружной медицинский центр
Федерального медико-биологического агентства России,
Нижний Новгород

²Городская клиническая больница №39, Нижний Новгород

³Приволжский исследовательский медицинский университет
Минздрава России, Нижний Новгород

⁴Федеральный научно-клинический центр
Федерального медико-биологического агентства России, Москва

⁵Национальный медицинский исследовательский центр
травматологии и ортопедии им. акад. Г.А. Илизарова, Курган

E-mail: anton-yarikov@mail.ru

Статья посвящена осложнениям фиксации шейного отдела позвоночника. Подробно описаны причины несостоятельности вентральной шейной фиксации и пути их коррекции. Особое внимание уделено неврологическим осложнениям, повреждениям пищевода, дисфагии, повреждению магистральных артерий головного мозга, нервов и твердой мозговой оболочки. Широко представлены методы первичной профилактики ликвореи у пациентов с интраоперационным повреждением твердой мозговой оболочки. Также в статье описаны осложнения дорсальной шейной фиксации.

Ключевые слова: дисфагия, дисфония, псевдоартроз, ликворея, остеопороз.

Для цитирования: Яриков А.В., Перльмуттер О.А., Фраерман А.П. и др. Осложнения хирургического лечения травм и заболеваний шейного отдела позвоночника на субаксиальном уровне. Врач. 2021; 32 (12): 28–37. <https://doi.org/10.29296/25877305-2021-12-04>

В последние годы растет число пациентов, оперированных по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний и позвоночно-спинномозговой травмы (ПСМТ) шейного отдела позвоночника (ШОП) [1–6]. Тем не менее проблема осложнений в хирургии ШОП продолжает привлекать внимание клиницистов [7].

Многие вертебрологи разделяют осложнения на большие и малые. Большие осложнения требуют по-

вторной операции и приводят к существенному увеличению сроков лечения или реабилитации больного, а малые оказывают влияние на качество жизни пациента или исход операции. Также выделяют отсроченные осложнения, которые возникают непосредственно в момент операции и дебютируют в период 30 сут от момента операции [8–10].

ОСЛОЖНЕНИЯ ВЕНТРАЛЬНОГО СПОНДИЛОДЕЗА

Операции по вентральной фиксации ШОП в настоящее время разделяют на 2 вида: передняя дискэктомия со спондилодезом (anterior cervical discectomy and fusion – ACDF) и передняя корпорэктомия со спондилодезом (anterior cervical corpectomy and fusion – ACCF) [2].

Несостоятельность фиксации ШОП встречается в 0,6–21,0% случаях [7]. Применение вентральных пластин позволяет снизить частоту миграции имплантатов, кифотических деформаций ШОП, псевдоартроза и дает формирование надежного спондилодеза [11–13]. Д.С. Касаткин показал, что в 95,8% случаев осложнения сопряжены с погрешностями в фиксации ШОП: несоблюдение технологии установки фиксирующих конструкций; неудовлетворительно сформированные и установленные трансплантаты; присутствие подвижности в позвоночно-двигательном сегменте (ПДС) под ригидной пластиной (фиксация «через уровень»); отсутствие конгруэнтности фиксирующей пластины и тел позвонков (ТП); выбор метода фиксации ПДС, неадекватного объема повреждения [12, 14, 15]. Несостоятельная фиксация ШОП, миграция трансплантатов, формирование деформации со сдавлением спинного мозга (СМ) после операции встречается в 8 раз чаще у лиц с нестабильным типом ПСМТ по классификации F. Magerl (тип В2, С2, В3, С3), когда травмированы все 3 опорных столба ШОП [7, 16]. Следовательно, при поражении передних структур ШОП и заднего полукольца (тип В2, С2, В3, С3 по F. Magerl) необходимо проводить комбинированный спондилодез [17, 18]. Если тяжесть травмы не позволяет провести экстренное комбинированное вмешательство, тогда первым этапом нужно провести декомпрессию структур позвоночного канала (ПК) и фиксацию из вентрального доступа. При стабилизации состояния пациента перед его активизацией необходимо выполнить стабилизацию задних структур ШОП [7, 13, 19]. В наше время имеется широкий спектр качественных и проверенных имплантатов для ШОП: КОНМЕТ, Медин-Урал, Остеомед, ОСТ-Титан, МЕД-БИОТЕХ, Ортоинвест и т.д. [1, 5, 20].

Неврологические осложнения. Причинами формирования данных осложнений является в основном несостоятельная фиксация ШОП: рецидив вывиха позвонка, смещение фрагментов ТП или трансплантата в ПК. В группе наибольшего риска находятся пациенты с оссификацией и гипертрофией задней продольной связки (ЗПС), стенозом ПК, в возрасте старше 50 лет. Причиной развития осложнений у данных пациентов являются

декомпенсация кровоснабжения, реперфузионный синдром в СМ и атеросклероз [7].

Повреждение пищевода встречается у 0,02–4,0% пациентов. Летальность при лечении достигает 18,2% [7], при не выявленной перфорации пищевода – 50% [11].

Механизмы повреждения пищевода могут быть следующими [7, 21–24]:

- 1) повреждение в момент операции (защемление пищевода между пластиной и ТП в момент фиксации пластины, повреждение острым инструментом, травматизация пищевода ранорасширителем);
- 2) перфорация фрагментами дислоцировавшегося имплантата;
- 3) пролежень от прилегания к нему металлоконструкции.

К клинической картине перфорации пищевода при механизмах повреждения №1 и №2 относят дисфагию, боль в момент глотания, обильное выделение гнойной мокроты с прожилками крови, подкожную эмфизему, отек мягких тканей шеи, появление инфильтрата в зоне операционной раны и лихорадку [21, 25–27]. При предположении на повреждение пищевода в момент операции нужно ввести через назозофагеальный зонд раствор красителя [7, 28]. Механизм повреждения пищевода №3 носит подострый характер, длительно протекая с субфебрильной температурой, жалобами на периодические боли в ротоглотке и на появление запаха изо рта [25].

Инструментальная диагностика перфорации пищевода включает в себя клинический, рентгенологический (мультиспиральная компьютерная томография [МСКТ] шеи, обзорная рентгенография шеи и груди, рентгенография пищевода с контрастом и фистулография) и эндоскопический методы (эзофагоскопия), а также магнитно-резонансную томографию шеи [21]. У 78% пациентов формируются гнойные осложнения из-за перфорации глотки и пищевода, у 66% – гнойный процесс перемещается с шеи на средостение [21, 29].

А. Altortjay, анализируя исходы лечения 86 пациентов с перфорацией пищевода различной этиологии, пришел к выводу, что консервативная терапия целесообразна только в случаях интрамурального повреждения полого органа [21]. Закрытие дефекта в стенке пищевода реализуется путем его ушивания двухрядным швом, упрочнение линии шва. Изоляция пищевода от ТП с помощью медиальной порции *m. sternocleidomastoideus* или аутооттрансплантатом из *m. latissimus dorsi* на сосудистой ножке и удаление инфицированных металлоконструкций дают хорошие клинические результаты [21, 28, 29]. Если повреждение пищевода сочетается с дислокацией фрагментов фиксирующей системы, несостоятельной фиксацией, недостаточной декомпрессией ПК, то необходимо проводить заднюю стабилизацию ШОП или декомпрессию СМ и стабилизацию ШОП из вентрального доступа со стороны контрлатеральной стороне первичной операции [7, 30].

Дисфагия развивается у 0,7–79,0% больных, однако может быть невыраженной и часто самостоятельно регрессирует в течение короткого периода времени после операции [31, 32]. S.K. Cho и соавт. сообщают, что у 12–14% пациентов с дисфагией жалобы на дискомфорт при глотании сохраняются спустя 1 год после операции [33]. Стойкая дисфагия снижает качество жизни, может вести к грозным осложнениям со стороны дыхательной системы, является причиной обезвоживания, кахексии, нарушений энергетического обмена и инвалидизации [7].

Выделяют 2 типа дисфагии:

- орофарингеальная, при которой нарушается проталкивание пищи из ротовой полости в пищевод (неврологическая, нейрогенная);
- эзофагеальная (не нейрогенная), при которой страдает продвижение пищи из пищевода в желудок.

Развитие дисфагии у пациентов после переднего спондилодеза ШОП обусловлено полифакторным механизмом (смешанная дисфагия) и включает в себя расстройство иннервации мышц глотки и (или) пищевода, прямую мышечную травму, фиброз тканей пищевода, интрамуральный отек или параэзофагеальную гематому, а также раздражение и микротравмы пищевода выступающими частями имплантатов, послеоперационной гематомой, остеофитами ТП или отеком мягких тканей шеи (рис. 1) [7].

L.R. Carucci и соавт. провели рентгенологическое исследование акта глотания у 74 пациентов с дисфагией, перенесших передний спондилодез ШОП. Выявлены следующие причины дисфагии: у 61 пациента – дислокация пищевода из-за отека мягких тканей; у 18 – компрессия пищевода дислоцировавшимися фрагментами имплантатов; у 3 – перфорация пищевода [8]. В исследовании В. Yan и соавт. показано, что при использовании межтеловых имплантатов с нулевым профилем послеоперационная дисфагия наблюдалась у 16,3% пациентов, при применении обычных фикси-

рующих пластин – у 46,9% [9], что свидетельствует об основной роли прямой компрессии пищевода в развитии данного осложнения.

Интраоперационное ретрофарингеальное орошение глюкокортикостероидами (ГКС) позволяет существенно снизить риск послеоперационной дисфагии даже при многоуровневом спондилодезе [31, 32].

Повреждения возвратного гортанного нерва. У 0,2–11,0% пациентов причиной дисфункции голосовых связок является повреждение возвратного гортанного нерва, отек гортани после эндотрахеальной интубации и отек мягких тканей шеи [7]. Риск повреждения возвратного гортанного нерва увеличивается с увеличением времени оперативного вмешательства и его объема, количества оперируемых ПДС и при повторных операциях.

Методом профилактики данного осложнения является уменьшение давления в манжете эндотрахеальной трубки в момент установки ранорасширителя. W.S. Jellish и M.M. Tisdall, проведя интраоперационное электрофизиологическое исследование возвратного гортанного нерва, также пришли к выводу, что уменьшение давления в манжете оротрахеальной трубки способно снизить риски формирования данного осложнения [7]. P. Audu и соавт. в рандомизированном проспективном двойном слепом исследовании (n=94) не выявили разницы в частоте формирования пареза голосовых связок с применением данной методики или без таковой. Пациентам исследуемой группы (n=55) при установке ранорасширителей спускали манжету эндотрахеальной трубки до разгерметизации контура, слегка раздували до прекращения утечки газовой смеси и измеряли давление. В контрольной группе давление составило 50 ± 49 мм рт. ст., в исследуемой – 18 ± 14 мм рт. ст. Всем пациентам в послеоперационном периоде выполнена диагностическая ларингоскопия. В контрольной группе односторонний паралич голосовых связок выявлен у 2,6% пациентов, в исследуемой – у 3,6%. При этом парез развился у 15,4 и 14,5% пациентов соответственно [34].

Пациентам с дисфонией и (или) дисфагией, ранее перенесшим операции на шее, в план предоперационного обследования необходимо включать ларингоскопию с целью предотвращения двустороннего поражения возвратного гортанного нерва [7, 30].

Повреждение магистральных артерий головного мозга. Повреждения магистральных сосудов могут сопровождаться формированием острого нарушения мозгового кровообращения (ОНМК), ложных аневризм и тромбозом артерий [7]. Наиболее опасным осложнением в хирургии ШОП является повреждение позвоночной артерии (ПА). M. Neo и соавт., проведя ретроспективный анализ 5641 операции на ШОП, выявили



Рис. 1. МСКТ ШОП пациентки с дисфагией, вызванной неплотным прилеганием пластины к ТП С6, С7

Fig. 1. Multislice computed tomography (MSCT) of the cervical spine (CS) of a female patient with dysphagia caused by the loosely mating of the plate to the vertebral bodies (VB) C6, C7

повреждение ПА у 0,14% пациентов, при этом частота повреждения при переднем спондилодезе была 0,18%, при заднем – 1,3% [12]. Часто при операциях на передних отделах ШОП повреждение ПА происходит при выполнении АССФ и фораминотомии (1,11–1,96%) [7]. Симптомы вертебробазилярной недостаточности могут проявляться у 21,0–23,4% пациентов, поэтому в случае ятрогенного повреждения ПА крайне высок риск развития ОНМК [7].

Факторами риска травматического повреждения ПА являются также 3 типа переломов ШОП:

- 1) переломы с участием поперечного отростка;
- 2) подвывих позвонков;
- 3) переломы верхнего ПДС ШОП (С1–С3).

Помимо аномалии анатомического хода ПА к повреждению сосуда приводит нарушение методики выполнения операции: потеря ориентации средней линии; избыточная широкая декомпрессия; аномалии ПА; нарушение анатомической ориентации при наличии остеофитов; повторные операции [7, 17, 21].

Повреждения твердой мозговой оболочки (ТМО) при операциях на ШОП по данным разных исследователей встречаются у 0,4–6,3% пациентов. Частота возникновения ликвореи на уровне ШОП значительно ниже, чем на поясничном или грудном уровнях [9, 35, 36].

Причины повреждения ТМО [7, 17]:

- ранение ТМО острыми фрагментами сломанного ТП, дуги, суставного отростка;
- разрывы ТМО при преганглионарном отрыве корешков СМ;
- повреждение ТМО инструментами на этапе декомпрессии ПК.

Если данное осложнение диагностируют в момент операции, то принимают соответствующие меры первичной профилактики раневой ликвореи (ушивание дефекта ТМО, если это возможно, его герметизация гемостатической губкой, мышцей, биологическим клеем, дренирование ликвора), что позволяет избежать неблагоприятных исходов для пациента [8, 9].

К факторам риска повреждения ТМО относят осложненную ПСМТ, анкилозирующие заболевания, пожилой возраст больного, грубую кифотическую деформацию ШОП, оссификацию ЗПС и повторные операции [7, 36, 37]. Риск ликвореи возрастает с увеличением количества прооперированных ПДС и становится выше при выполнении АССФ или повторной ламинэктомии. D. Hannallah и соавт. сообщили, что наличие оссифицированной ЗПС увеличивает в 10,0–13,7 раза шанс развития ликвореи при переднем спондилодезе ШОП [30]. Причиной этого является истончение или эрозия ТМО в месте наибольшей ее компрессии и формирование рубцово-спаечного процесса между ЗПС и ТМО [7, 30]. Если повреждение ТМО выявлено в момент хирургического вмешательства, то его необходимо ушить или наложить дуральные микроскобы, но у 5,0–10,0% пациентов это не предотвращает формирования послеоперационной ликвореи, а манипуляции на ТМО могут приводить к ее разволокнению с формированием еще большего дефекта [7]. Поэтому в устранении повреждения ТМО предпочтительным является бесшовная аппликация коллагеновой матрицы и дополнительная герметизация фибриновым клеем. Применение современных клеевых композиций (Криофит, TahoeComb, Силакрилат, Неосульфакрилат, Crosseal, EVISEL и др.) дает возможность сохранять герметичность дефекта при давлении ликвора, превышающем физиологическое, а коллаген инициирует образование тромбов, что приводит к химической герметизации ТМО [36, 37].

Данные об интраоперационных повреждениях ТМО и результатах профилактики ликвореи представлены в табл. 1, 2.

Избежать раневой ликвореи в послеоперационном периоде удастся при ранней активизации пациента, придании ему приподнятого положения в постели, проведении любмальных пункций и (или) установке поясничного дренажа [7]. Наиболее эффективным сочетанием является установка раневого дренажа на пассивный отток с ранней активизацией больного

Таблица 1

Частота наиболее распространенных неблагоприятных последствий интраоперационного повреждения ТМО по данным литературы

Table 1

The frequency of the most common adverse consequences of intraoperative damage to the dura mater (DM) according to the literature

Исследование	Общее число пациентов / процент повреждения ТМО, %	Число пациентов с ликвореей / число пациентов с повреждением ТМО, выявленным при операции, п/п (%)	Число пациентов с раневой ликвореей или с кистой мягких тканей шеи, п (%)	Число пациентов, которым потребовались ревизионные операции, п (%)
Н. Abe и соавт. [22]	–	3/3 (100)	–	–
Т.А. Belanger и соавт. [23]	–	8/1 (13)	5 (62)	3 (38)
У. Chen и соавт. [24]	–	18/0 (0)	18 (100)	3 (17)
Д. Mizuno и соавт. [28]	–	21/21 (100)	–	–
В. Joseph и соавт. [29]	–	9/9 (100)	–	–
К.Р. O'Neill и соавт. [38]	3848/1,0	38/38 (100)	12 (32)	5 (13)
Д.С. Касаткин [7]	554/5,0	27/24 (88,9)	3 (11,1)	3 (11,1)

и выведением ликвора в объеме до 200 мл в сутки на протяжении 6 дней [25]. При неэффективности проводимой терапии и признаках продолжающейся в течение 5 дней после операции раневой ликвореи необходимо вмешательство, направленное на герметизацию ТМО [17, 42–46].

Развитие псевдоартроза происходит значительно чаще при выполнении АССФ в сравнении с АСДФ одинаковой длительности. Через 2 года после АСДФ необходимость повторных вмешательств по поводу псевдоартроза закономерно увеличивается в зависимости от ее длительности, составляя 0,2% – при стабилизации 1 ПДС и 6,5% – при фиксации 3 ПДС. При этом применение кейджа и пластины дает наибольшую вероятность спондилодеза и наименьший риск проседания имплантата. Однако применение пластин в 2 раза чаще вызывает выраженные дегенеративные изменения смежных ПДС особенно при близком прилегании к ним [31]. Частота псевдоартрозов в отдаленном послеоперационном периоде вариабельна и колеблется в пределах 0–50,0%.

Осложнения в хирургии ШОП часто носят полиморбидный характер. Так, одним из частых сопутствующих дегенеративно-дистрофических заболеваний и осложнений хирургического лечения травм ШОП на субаксиальном уровне являются остеопороз и остеохондроз. Причины их возникновения чрезвычайно разнообразны, одной из основных является ухудшение условий питания и очистки позвоночника и межпозвоночных дисков, т.к. к ним не подходят сосуды и питание дисков осуществляется опосредованно и замедленно. В результате в данной области может возникать дефицит питательных веществ и кислородное голодание, что

приводит к потере минеральной плотности ТП, появлению в них микрополостей, накоплению поврежденных и погибших клеток, а также эндотоксинов (отработанные вещества). Без необходимой очистки тканей не возникают новые, молодые функциональные клетки, вследствие чего снижается функция тканей позвоночника, например, диск перестает амортизировать, теряет толщину, усиливается компрессия ТП. Обновление тканей межпозвоночных дисков и костей зависит от достаточности кровотока и лимфотока. На скорость и силу этих процессов влияет мышечная микровибрация, создаваемая (преимущественно) мышцами спины во время физического напряжения. В связи с этим одной из причин дефицита питания и очистки является гиподинамия, когда мышцы спины расслаблены и (или) находятся в статичном положении. Длительное перенапряжение мышц, удерживающих позвонки в определенном положении друг относительно друга в пораженной области, приводит к ухудшению кровоснабжения, лимфатического и венозного отток в ШОП. Все это приводит к существенному увеличению сроков лечения, реабилитации пациента, а также влияет на его качество жизни. В таких ситуациях следует ожидать, что только один спондилодез (оперативное вмешательство на сращивание смежных позвонков для создания жесткости пораженного участка) не принесет пациенту немедленного улучшения. Поэтому необходим комплексный подход с назначением препаратов, содействующих нормализации метаболических процессов в зоне поражения. Исследования показали, что в таких патогенетических случаях пациентам возможно назначение препарата Остео-Вит D₃ в сочетании с дигидрокверцином [47, 48].

Таблица 2

Применение различных методик первичной профилактики ликвореи у пациентов с интраоперационным повреждением ТМО по данным литературы

Table 2

The results of using various procedures for primary prevention of cerebrospinal fluid leakage in patients with intraoperative damage to the dura mater according to the literature

Исследование	Число пациентов с повреждением ТМО	Меры первичной профилактики ликвореи	Дренирование ликвора	Число пациентов, которым потребовались ревизионные операции
Н. Abe и соавт. [22]	3	Коллагеновая матрица	Не выполнялось	0
M.D. Smith и соавт. [39]	7	Фибриновый клей, коллагеновая матрица пластика ТМО	То же	3
T.A. Belanger и соавт. [23]	8	Фибриновый клей, коллагеновая матрица, пластика ТМО фасцией	–	5
V. Joseph и соавт. [38]	9	Фибриновый клей, коллагеновая матрица	Люмбальный дренаж	0
N.E. Epstein и соавт. [40]	5	Пластика ТМО лиофилизированным протезом, фибриновый клей, коллагеновая матрица	Люмбоперитонеальный шунт, люмбальный дренаж	0
P.K. Narotam и соавт. [41]	110	Коллагеновая матрица	–	–
Д.С. Касаткин [7]	27	Пластика ТМО, коллагеновая матрица, аутомышца, гемостатическая марля на основе регенерированной окисленной целлюлозы	Люмбальный дренаж в 6 случаях, люмбальные пункции	3

В группе высокого риска развития осложнений находятся курящие, пациенты со снижением минеральной плотности костной ткани, заболеваниями соединительной ткани и регулярно принимающие нестероидные противовоспалительные препараты и ГКС [1, 19]. При наличии у пациента остеопороза нейрохирург должен известить его о наличии данного заболевания, назначить лечение и дать дальнейшие рекомендации по послеоперационному ведению.

Кривая обучаемости нейрохирурга при вентральных фиксациях ШОП составляет около 60 операций для освоения техники и существенно больше — для увеличения процентного соотношения формирования спондилодеза [49].

ОСЛОЖНЕНИЯ ДОРСАЛЬНОЙ ФИКСАЦИИ

Применение дорсальной фиксации в сравнении с вентральной сопряжено с более высоким риском развития осложнений — 18,5–51,7% [50]. В настоящее время задняя фиксация ШОП стала более распространенной по сравнению с вентральной хирургией, однако до сих пор не находит должного понимания среди вертебрологов [51]. Наиболее распространенной представляется стабилизация за боковые массы (БМ), дуги и ножки позвонков с использованием винтов.

Несостоятельность металлоконструкции. Фиксация за БМ является наиболее распространенной в субаксиальном отделе [24, 51, 52]. Существует множество разновидностей данной методики: по Roy–Camille, Magerl, Anderson, Ann (рис. 2) [31].

Наиболее распространенными и безопасными являются методики по Roy–Camille и Magerl [6]. При этом использование способа Magerl на уровне С6 ТП

увеличивает риск повреждения ПА, но безопасно для нервных корешков, а техника Roy–Camille сопряжена с повышенной вероятностью ранения нервных корешков на уровне С5, С6, но безопасна на уровне С3–С4. Согласно анализу 457 винтов, введенных в БМ, 9,6% всех мальпозиций обусловлены недостаточной боковой девиацией. Боковая девиация <15° несет высокий риск повреждения ПА [53, 54]. В последнее время активно внедряется транспедикулярная фиксация ШОП. Основным анатомическим костным ориентиром для локализации точки введения винта служит так называемая *lateral notch*. На уровне С3–С7 точки введения винтов располагаются латеральнее центра БМ рядом с нижним краем нижнего суставного отростка вышележащего позвонка на уровне вырезки наружного края БМ [52]. В сагиттальной плоскости винты ориентировали обычно под углом около 10° краниально при установке в С3–С4-позвонки, строго вертикально (в переднезаднем направлении) — в С5-позвонок, под углом 10° каудально — при введении в С6–С7-позвонки. Направление винтов на уровне С5–С7 параллельно верхней замыкательной пластинке, а на уровне С2–С4 ориентировано на краниальную замыкательную пластинку. Во фронтальной плоскости винты вводят под углом около 40–45° в тела С3–С6-позвонков и около 30–35° — в С7-позвонок [55]. В 2010 г. X. Zheng и соавт. на основании анатомического исследования предложили несколько отличные ориентиры для выбора точек введения винтов: С3 — латеральный край БМ, 4 мм каудальнее фасетки; С4–С6 — границы средней и внешней четверти БМ, 3 мм каудальнее фасетки; С7 — середина БМ, 2 мм каудальнее фасетки (рис. 3) [56].

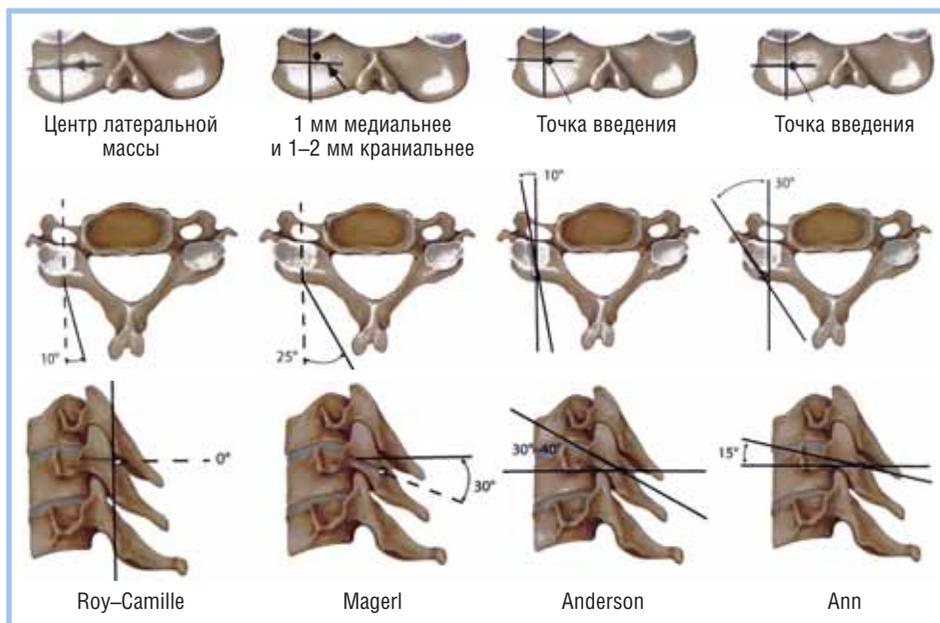


Рис. 2. Точки для введения винтов в БМ на ШОП
Fig. 2. The points for lateral mass (LM) screw placement in the CS



Рис. 3. Точки для введения транспедикулярных винтов в ШОП
Fig. 3. The points for transpedicular screw placement in the CS

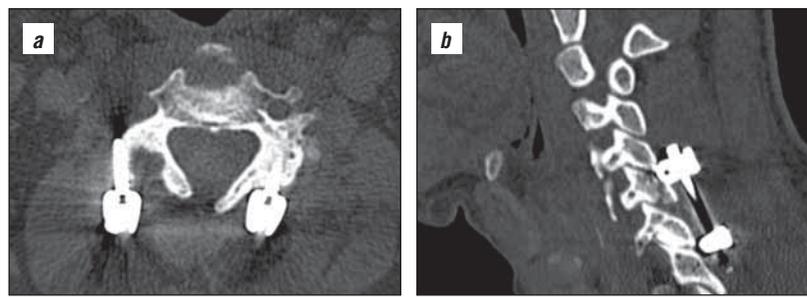


Рис. 4. МСКТ ШОП: а – латеральная мальпозиция винта в БМ С6-позвонка справа; б – интраартикулярная мальпозиция винта в БМ, винт располагается в полости сустава С6–С7

Fig. 4. CS MSCT: а – lateral malposition of a LM screw in the C6 vertebra on the right; б – intra-articular malposition of a LM screw; the screw is placed in the joint cavity C6–C7

Для С7-позвонка разработаны 3 варианта установки винтов: в БМ, транспедикулярно, интерламинарно. В ряде случаев у С7-позвонка БМ менее выражены чем в других субаксиальных позвонках, что делает невозможным введение в них винтов [54]. Транспедикулярная установка на этом уровне более безопасна с точки зрения ранения ПА, так как в 94,9% случаев ее входное отверстие соответствует С6-позвонку и лишь в 0,3% случаев – С7-позвонку [54]. Фиксацию за БМ в ШОП считают жестким методом, позволяющим достичь спондилодеза у 97,4% пациентов без высокого риска развития осложнений [19, 52].

В ряде биомеханических исследований показано, что стабильность транспедикулярных винтов (ТПВ) значительно выше, чем у винтов в БМ [19, 54, 55]. Так, при вырывании ТПВ потребовалось усилие в 677 Н, а при вырывании из БМ – 355 Н [52]. По некоторым данным, фиксация за БМ обеспечивает схожую с ТПВ ригидность особенно при бикортикальном размещении [49]. Следует отметить, что бикортикальная установка винтов в БМ несет более высокий риск повреждения невралжных структур, чем однокортикальная [55]. Транспедикулярная фиксация в ШОП требует использования навигационных систем (нейронавигация, интраоперационная компьютерная томография, 3D-печать) и имеет высокий риск развития осложнений (повреждение ПА, СМ и корешков) [54, 57–60]. Одним из способов навигации при транспедикулярной фиксации ШОП является применение индивидуальных навигационных матриц-направителей (лекал), создаваемых на 3D-принтере на основании МСКТ [57, 58, 61, 62]. Уровень мальпозиций винтов в субаксиальном отделе при этом составляет 10,6–65,6% (рис. 4).

Другие осложнения. Ожирение является фактором повышенного риска тромбоэмболических осложнений. После задней фиксации у 5,9% пациентов развиваются инфекционные осложнения, у 3,9% наблюдается глубокая инфекция, в связи с чем затраты на лечение могут увеличиваться более чем в 2 раза [31, 63]. Повреждение корешка встречается у 1,3% больных. При превышении

угла установки $>30^\circ$ в 1,6% случаях возможен перелом БМ и в 1,3% – прорезывание кортикального слоя по всей длине винта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клиническими предикторами осложнений фиксации ШОП являются: ПСМТ; пожилой возраст (старше 60 лет); комбинированный спондилодез; многоуровневое поражение; III–IV степень анестезиологического риска по шкале ASA; оссификация ЗПС. Для снижения риска развития осложнений фиксации ШОП необходимы:

- знание клинических и хирургических факторов риска развития осложнений;
- прецизионное предоперационное планирование;
- адекватная укладка пациента на операционном столе для обеспечения фиксации, репозиции;
- корректный хирургический доступ;
- освоение методик введения винтов, инструментария для выполнения задней винтовой стабилизации, навигаторов для введения винтов;
- готовность к нестандартным интраоперационным ситуациям и знание о путях их преодоления;
- правильный подбор металлоконструкции;
- внешняя иммобилизация в постоперационном периоде.

* * *

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Работа не имела финансовой поддержки.

Литература/Reference

1. Гринь А.А., Касаткин Д.С. Несостоятельная фиксация шейного отдела позвоночника при его травмах и заболеваниях. *Клиническая практика*. 2017; 8 (2): 49–55 [Grin A.A., Kasatkin D.S. Cervical spine insolvent fixation in the cases of its traumas and diseases. *Journal of Clinical Practice*. 2017; 8 (2): 49–55 (in Russ.)]. DOI: 10.17816/clinpract8249-55
2. Гринь А.А., Кайков А.К., Крылов В.В. Осложнения и их профилактика у больных с позвоночно-спинномозговой травмой (часть 2). *Нейрохирургия*. 2015; 1: 55–66 [Grin' A.A., Kaykov A.K., Krylov V.V. The prophylaxis and treatment of various complications at patients with spinal trauma (part 2). *Russian journal of neurosurgery*. 2015; 1: 55–66 (in Russ.)].
3. Гринь А.А., Кайков А.К., Крылов В.В. Профилактика и лечение осложнений у больных с позвоночно-спинномозговой травмой (часть 1). *Нейрохирургия*. 2014; 4: 75–86 [Grin' A.A., Kaykov A.K., Krylov V.V. The prophylaxis and treatment of various complications at patients with spinal trauma (part 1). *Russian journal of neurosurgery*. 2014; 4: 75–86. (in Russ.)].
4. Валеев Е.К., Валеев И.Е. Хирургические аспекты лечения травм шейного отдела позвоночника. *Практическая медицина*. 2013; 1 (2): 32–3 [Valeev E.K., Valeev I.E. Surgical aspects of treatment of cervical vertebrae traumas. *Practical medicine*. 2013; 1 (2): 32–3 (in Russ.)].
5. Гринь А.А., Львов И.С., Аракелян С.Л. и др. Современные классификации поврежденных нижнешейного отдела позвоночника. Часть 1. Обзор наиболее популярных шкал и систем. *Нейрохирургия*. 2019; 21 (1): 90–102 [Grin A.A., Lvov I.S., Arakelyan S.L. et al. Currently available classification systems for lower cervical spine injuries. Part 1. Overview of the most popular scales and classifications. *Russian journal of neurosurgery*. 2019; 21 (1): 90–102 (in Russ.)]. DOI: 10.17650/1683-3295-2019-21-1-90-102

6. Нинель В.Г., Бажанов С.П., Ульянов В.Ю. и др. Принципиальные вопросы оказания экстренной помощи пациентам с осложненной травмой шейного отдела позвоночника. В сб.: Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики сборник материалов. Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участ. 2018; с. 176–9 [Ninel V. G., Bazhanov S. P., Ulyanov V. Yu. et al. Fundamental issues of providing emergency care to patients with complicated trauma of the cervical spine. In: Technological innovations in traumatology, orthopedics and neurosurgery: integration of science and practice. All-Russian scientific and practical conference with international participation. 2018; p. 176–9 (in Russ.)].
7. Касаткин Д.С. Осложнения в хирургии шейного отдела позвоночника на субаксиальном уровне: диагностика, тактика лечения и профилактика. Дисс. ... канд. мед. наук. М., 2018; 194 с. [Kasatkin D.S. Oslozhneniya v khirurgii sheinogo otdela pozvonochnika na subaksial'nom urovne: diagnostika, taktika lecheniya i profilaktika. Diss. ... kand. med. nauk. M., 2018; 194 s. (in Russ.)].
8. Carucci L.R., Turner M.A., Yeatman C.F. Dysphagia secondary to anterior cervical fusion: radiologic evaluation and findings in 74 patients. *AJR Am J Roentgenol.* 2015; 204 (4): 768–75. DOI: 10.2214/AJR.14.13148
9. Yan B., Nie L. Clinical comparison of Zero-profile interbody fusion device and anterior cervical plate interbody fusion in treating cervical spondylosis. *Int J Clin Exp Med.* 2015; 8 (8): 13854–8.
10. Яриков Д.Е., Басков А.В. Передний доступ для стабилизации шейного отдела позвоночника. *Нейрохирургия.* 2000; 1: 32–8 [Yarikov D.E., Baskov A.V. Anterior access for stabilization of the cervical part of the spine. *Russian journal of neurosurgery.* 2000; 1: 32–8 (in Russ.)]
11. Ahn S.H., Lee S.H., Kim E.S. et al. Successful repair of esophageal perforation after anterior cervical fusion for cervical spine fracture. *Clin Neurosci.* 2011; 18 (10): 1374–80. DOI: 10.1016/j.jocn.2011.02.031
12. Neo M., Fujibayashi S., Miyata M. et al. Vertebral artery injury during cervical spine surgery: a survey of more than 5600 operations. *Spine (Phila Pa 1976).* 2008; 33 (7): 779–85. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31816957a7
13. Климов В.С., Авдеев С.А., Костина Е.В. и др. Хирургическое лечение перелома тела С7 позвонка с использованием имплантата BIOSCORP. *Хирургия позвоночника.* 2012; 1: 26–30 [Klimov V.S., Avdeev S.A., Kostina E.V. et al. Surgical treatment of C7 vertebral body fracture with BIOSCORP implant. *Hirurgiia pozvonochnika = Spine Surgery.* 2012; 1: 26–30 (in Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2012.1.26-30
14. Шевцов В.И., Худяев А.Т., Люлин С.В. и др. Хирургическое лечение переломовывихов в шейном отделе позвоночника с применением аутогранулятов и имплантатов из пористого 166 никелида титана. *Хирургия позвоночника.* 2005; 2: 30–3 [Shevtsov V.I., Khudyayev A.T., Lyulin S.V. et al. Surgical treatment of the cervical spine fracture-dislocation with autografts and porous niti implants. *Hirurgiia pozvonochnika = Spine Surgery.* 2005; 2: 30–3 (in Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2005.2.30-33
15. Haddad S., Millhouse P.W., Maltenfort M. Diagnosis and neurological status as predictors of surgical site infection in primary cervical spinal surgery. *Spine J.* 2016; 16 (5): 632–42. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.01.019
16. Бармина Т.Г., Шарифуллин Ф.А., Забавская О.А. и др. Роль спиральной компьютерной и магнитнорезонансной томографии в диагностике повреждений шейного отдела позвоночника. В кн.: Конгресс Российской общества рентгенологов и радиологов сборник тезисов, 2018; с. 12–3 [Barmina T.G., Sharifullin F.A., Zabavskaya O.A., et al. The role of spiral computer and magnetic resonance imaging in the diagnosis of injuries of the cervical spine. In: Congress of the Russian Society of Radiologists and Radiologists collection of theses, 2018; p. 12–3 (in Russ.)].
17. Gaviola M.L., McMillian W.D., Ames S.E. et al. A Retrospective Study on the Protective Effects of Topical Vancomycin in Patients Undergoing Multilevel Spinal Fusion. *Pharmacotherapy.* 2016; 36 (1): 19–25. DOI: 10.1002/phar.1678
18. Бажанов С.П., Ульянов В.Ю., Лихачев С.В. Отдаленные результаты применения задней фиксации при острых травмах шейного отдела позвоночника на субаксиальном уровне. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова.* 2018; 10 (3-4): 22–5 [Bazhanov S.P., Ulyanov V.Yu., Likhachev S.V. Long-term results of dorsal fixation in acute traumatic injuries of the lower cervical spine. *Russian Neurosurgical Journal named after Professor A.L. Polenov.* 2018; 10 (3-4): 22–5 (in Russ.)].
19. Львов И.С., Гринь А.А., Кордонский А.Ю. Хирургическое лечение больных с повреждениями нижнешейного отдела позвоночника. *Нейрохирургия.* 2017; 4: 105–11 [Lvov I.S., Grin' A.A., Kordonskii A.Yu. Surgical treatment of patients with trauma of lower cervical spine. *Russian journal of neurosurgery.* 2017; 4: 105–11 (in Russ.)].
20. Крылов В.В., Гринь А.А. Травма позвоночника и спинного мозга. М., 2014; 420 с. [Krylov V.V., Grin A. A. Trauma of the spine and spinal cord. M., 2014; 420 p. (in Russ.)].
21. Altorjay A., Kiss J., Voros A. et al. Nonoperative management of esophageal perforations. Is it justified? *Ann Surg.* 1997; 225 (4): 415–21. DOI: 10.1097/00006586-199704000-00011
22. Abe H., Tsuru M., Ito T. et al. Anterior decompression for ossification of the posterior longitudinal ligament of the cervical spine. *J Neurosurg.* 1981; 55: 108–16. DOI: 10.3171/jns.1981.55.1.0108
23. Belanger T.A., Roh J.S., Hanks S.E. et al. Ossification of the posterior longitudinal ligament. Results of anterior cervical decompression and arthrodesis in sixty-one. North American patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2005; 87: 610–5. DOI: 10.2106/JBJS.C.01711
24. Chen Y., Guo Y., Chen D. et al. Diagnosis and surgery of ossification of posterior longitudinal ligament associated with dural ossification in the cervical spine. *Eur Spine J.* 2009; 18: 1541–7. DOI: 10.1007/s00586-009-1029-2
25. Пушкин С.Ю., Белоконов В.И., Абашкин Н.Ю. и др. Повреждения пищевода после устранения деформации позвоночника различными методами спинальной фиксации. *Наука и инновации в медицине.* 2018; 4 (12): 50–3 [Pushkin S. Yu., Belokonev V. I., Abashkin N. Yu., Shcherbakov D. A., Airapetova M. P. Esophageal injury caused by the spine deformity correction using various techniques of spinal fixation. *Science and Innovations in Medicine.* 2018; 4 (12): 50–3 (in Russ.)]. DOI: 10.35693/2500-1388-2018-0-4-50-53
26. Погодина А.Н., Гринь А.А., Касаткин Д.С. и др. Особенности лечения больных с повреждением глотки и пищевода при переднем шейном спондилодезе. *Клиническая практика.* 2017; 8 (2): 61–71 [Pogodina A.N., Green A.A., Kasatkin D.S. et al. Particularities in treatment of esophageal perforation after cervical spine fusion experience of treatment of 24 patients. *Journal of Clinical Practice.* 2017; 8 (2): 61–71 (in Russ.)]. DOI: 10.17816/clinpract8261-71
27. Civelek E., Karasu A., Cansever T. et al. Surgical anatomy of the cervical sympathetic trunk during anterolateral approach to cervical spine. *Eur Spine J.* 2008; 17 (8): 991–5. DOI: 10.1007/s00586-008-0696-8
28. Mizuno J., Nakagawa H., Matsuo N. et al. Dural ossification associated with cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: frequency of dural ossification and comparison of neuroimaging modalities in ability to identify the disease. *Neurosurg Spine.* 2005; 2 (4): 425–30. DOI: 10.3171/spi.2005.2.4.0425
29. Joseph V., Kumar G.S., Rajshekhar V. Cerebrospinal fluid leak during cervical corpectomy for ossified posterior longitudinal ligament: incidence, management, and outcome. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009; 34 (5): 491–4. DOI: 10.1097/BRS.0b013e318195d245
30. Hannallah D. Cerebrospinal Fluid Leaks Following Cervical Spine Surgery. *J Bone Joint Surg Am.* 2008; 90 (5): 1101–5. DOI: 10.2106/JBJS.F.01114
31. Бурцев А.В., Губин А.В., Рябых С.О. и др. Синдромальный подход при оценке хирургической патологии шейного отдела позвоночника. *Гений ортопедии.* 2018; 24 (2): 216–20 [Burtsev A.V., Gubin A.V., Ryabykh S.O. et al. Syndromic approach in assessing the surgical pathology of the cervical spine. *Genii ortopedii.* 2018; 24 (2): 216–20 (in Russ.)]. DOI: 10.18019/1028-4427-2018-24-2-216-220
32. Гринь А.А., Касаткин Д.С., Штадлер В.Д. Дисфония, дисфагия и повреждение возвратного гортанного нерва при переднем шейном спондилодезе. *Нейрохирургия.* 2020; 22 (2): 98–104 [Grin A.A., Kasatkin D.S., Shtadler V.D. Dysphonia, dysphagia, and injury of recurrent laryngeal nerve with anterior cervical spinal fusion. *Russian journal of neurosurgery.* 2020; 22 (2): 98–104 (in Russ.)]. DOI: 10.17650/1683-3295-2020-22-2-98-104
33. Cho S.K., Lu Y., Lee D.H. Dysphagia following anterior cervical spinal surgery: a systematic review. *Bone Joint J.* 2013; 95 (7): 868–73. DOI: 10.1302/0301-620X.95B7.31029
34. Audu P., Artz G., Scheid S. et al. Recurrent laryngeal nerve palsy after anterior cervical spine surgery: the impact of endotracheal tube cuff deflation, reinflation, and pressure adjustment. *Anesthesiology.* 2006; 105 (5): 898–901. DOI: 10.1097/0000542-200611000-00009
35. Гринь А.А., Григорьева Е.В. Лучевая диагностика позвоночно-спинно-мозговой травмы. Часть 1. *Нейрохирургия.* 2012; 4: 8–16 [Grin A.A., Grigorieva E.V. The radiology diagnostics of vertebral and spinal trauma. Part 1. *Russian journal of neurosurgery.* 2012; 4: 8–16 (in Russ.)].
36. Касаткин Д.С., Гринь А.А., Шалумов А.З. Ликворрея при шейном спондилодезе. *Нейрохирургия.* 2017; 3: 96–101 [Kasatkin D.S., Grin' A.A., Shalumov A.Z. Liquorrhea during cervical spondylodesis. *Russian journal of neurosurgery.* 2017; 3: 96–101 (in Russ.)].

37. Касаткин Д.С., Гринь А.А., Шалумов А.З. Профилактика и методы лечения ликвореи при шейном спондилодезе. *Нейрохирургия*. 2017; 3: 37–45 [Kasatkin D.S., Grin' A.A., Shalumov A.Z. Prevention and treatment of liquorrhea after cervical spondylosis. *Russian journal of neurosurgery*. 2017; 3: 37–45 (in Russ.)].
38. O'Neill K.R., Neuman B.J., Peters C. et al. Risk factors for dural tears in the cervical spine. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014; 39 (7): 1015–20. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000416
39. Smith M.D., Bolesta M.J., Leventhal M. et al. Postoperative cerebrospinal fluid fistula associated with erosion of the dura. Findings after anterior resection of ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical spine. *J Bone Joint Surg Am*. 1992; 74 (2): 270–7.
40. Epstein N.E. Wound-peritoneal shunts: part of the complex management of anterior dural lacerations in patients with ossification of the posterior longitudinal Ligament. *Surg Neurol*. 2009; 72 (6): 630–4. DOI: 10.1016/j.surneu.2009.05.002
41. Narotam P.K., Jose S., Nathoo N. et al. Collagen matrix (DuraGen) in dural repair: analysis of a new modified technique. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004; 29 (24): 2861–7. DOI: 10.1097/01.brs.0000148049.69541.ad
42. Крылов В.В., Гринь А.А., Луцки А.А. и др. Рекомендательный протокол лечения острой осложненной и неосложненной травмы позвоночника у взрослых (Ассоциация нейрохирургов РФ). Часть 3. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2015; 79 (2): 97–110 [Krylov V.V., Grin' A.A., Lutsik A.A. et al. An advisory protocol for treatment of acute complicated and uncomplicated spinal cord injury in adults (association of neurosurgeons of the Russian Federation). Part 3. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2015; 79 (2): 97–110 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro201579297-110
43. Гринь А.А., Погодина А.Н., Касаткин Д.С. и др. Передний шейный спондилодез и повреждения пищевода. Причины и варианты лечения. *Нейрохирургия*. 2016; 4: 31–41 [Grin' A.A., Pogodina A.N., Kasatkin D.S. et al. Anterior cervical spinal fusion and injuries of esophagus. The causes and treatment options. *Russian journal of neurosurgery*. 2016; 4: 31–41 (in Russ.)].
44. Крылов В.В., Гринь А.А., Луцки А.А. и др. Рекомендательный протокол лечения острой осложненной и неосложненной травмы позвоночника у взрослых (Ассоциация нейрохирургов РФ). Часть 1. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2014; 78 (6): 60–7 [Krylov V.V., Grin' A.A., Lutsik A.A. et al. A protocol recommended for treating acute complicated and uncomplicated spinal injuries in adult patients (Association of Neurosurgeons of Russia). Part 1. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2014; 78 (6): 60–7 (in Russ.)].
45. Dimitriou R., Mataliotakis G.L., Angoules A.G. et al. Complications following autologous bone graft harvesting from the iliac crest and using the RIA: a systematic review. *Injury*. 2011; 42: 3–15. DOI: 10.1016/j.injury.2011.06.015
46. Jin S.W., Kim S.H., Choi J.I. et al. Late infection from anterior cervical discectomy and fusion after twenty years. *Korean J Spine*. 2014; 11 (1): 22–4. DOI: 10.14245/kjs.2014.11.1.22
47. Павлова Т.В. Башук И.П. Клинико-морфологические особенности дегенеративных изменений костной ткани на фоне остеопороза в возрастном аспекте. *Врач*. 2019; 30 (6): 47–50 [Pavlova T., Bashuk I. Clinical and morphological features of degenerative changes in bone tissue with osteoporosis in age aspects. *Vrach*. 2019; 30 (6): 47–50 (in Russ.)]. DOI: 10.29296/25877305-2019-06-11
48. Струков В.И., Катюшина Ю.Г., Филиппова О.В. Остеомед – эффективный регулятор минеральной плотности костей и закрытия полостных образований при лечении пресенильного и сенильного остеопороза. *Поликлиника*. 2013; 1 (1): 90–1 [Strukov V.I., Katyushina Yu.G., Filippova O.V. Osteomed – effektivnyy regulyator mineral'noi plotnosti kostei i zakrytiya polostnykh obrazovaniy pri lechenii presenil'nogo i senil'nogo osteoporoza. *Poliklinika*. 2013; 1 (1): 90–1 (in Russ.)].
49. Бурцев А.В., Губин А.В., Рябых С.О., и др. Применение 3D-моделирования и печати при задней стабилизации шейного отдела позвоночника винтовыми конструкциями. В кн.: 3D-технологии в медицине Мат-лы IV Всеросс. научно-практ. конф. 2019; с. 10–1 [Burtsev A.V., Gubin A.V., Ryabykh S.O. et al. Application of 3D modeling and printing in the posterior stabilization of the cervical spine with screw structures. In: 3D-technologies in medicine Materials of the IV All-Russian Scientific and Practical Conference. 2019; p. 10–1 (in Russ.)].
50. Островский В.В., Щаницын И.Н., Бажанов С.П. Факторы риска периоперационных осложнений при деформациях шейного отдела позвоночника. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2017; 9 (2): 42–9 [Ostrovsky V.V., Shchanitsyn I.N., Bazhanov S.P. Risk factors of perioperative complications in deformities of the cervical spine. *Russian Neurosurgical Journal named after Professor A L. Polenov*. 2017; 9 (2): 42–9 (in Russ.)].
51. Бажанов С.П., Ульянов В.Ю., Островский В.В. и др. Отдаленные результаты применения задней фиксации субаксиальных позвонков при острой нестабильной травме. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2018; 14 (3): 501–4 [Bazhanov S.P., Ulyanov V.Yu., Ostrovsky V.V. et al. Long-term results of the use of posterior fixation of subaxial vertebrae in acute unstable trauma. *Saratov Scientific and Medical Journal*. 2018; 14 (3): 501–4 (in Russ.)].
52. Алейник А.Я., Млявых С.Г., Боков А.Е. Транспедикулярная фиксация в шейном отделе позвоночника: обзор литературы и клинические данные. *Хирургия позвоночника*. 2017; 14 (3): 47–53 [Aleynik A.Ya., Mlyavykh S.G., Bokov A.E. Transpedicular screw fixation of the cervical spine: literature review and clinical data. *Hirurgiia pozvonočnika = Spine Surgery*. 2017; 14 (3): 47–53 (in Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2017.3.47-53
53. Inoue S., Moriyama T., Tachibana T. et al. Cervical lateral mass screw fixation without fluoroscopic control: analysis of risk factors for complications associated with screw insertion. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2012; 132 (7): 947–53. DOI: 10.1007/s00402-012-1507-6
54. Бурцев А.В., Губин А.В. Задняя фиксация субаксиальных повреждений с использованием полиаксиальных винтов. *Гений ортопедии*. 2015; 2: 47–52 [Burtsev A.V., Gubin A.V. Posterior fixation of subaxial injuries using polyaxial screws. *Genii ortopedii*. 2015; 2: 47–52 (in Russ.)]. DOI: 10.18019/1028-4427-2015-2-47-52
55. Магомедов Ш.Ш., Докиш М.Ю., Татаринцев А.П. Транспедикулярная фиксация шейного отдела позвоночника в субаксиальной зоне по методике free-hand. *Хирургия позвоночника*. 2018; 15 (3): 13–22 [Magomedov Sh.Sh., Dokish M.Yu., Tatarintsev A.P. Transpedicular free-hand fixation in the subaxial cervical spine. *Hirurgiia pozvonočnika = Spine Surgery*. 2018; 15(3): 13–22 (in Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2018.3.13-22
56. Zheng X., Chaudhari R., Wu C. et al. Subaxial cervical pedicle screw insertion with newly defined entry point and trajectory: accuracy evaluation in cadavers. *Eur Spine J*. 2010; 19: 105–12. DOI: 10.1007/s00586-009-1213-4
57. Бурцев А.В., Павлова О.М., Рябых С.О. и др. Компьютерное 3D-моделирование с изготовлением индивидуальных лекал для навигирования введения винтов в шейном отделе позвоночника. *Хирургия позвоночника*. 2018; 15 (2): 33–8 [Burtsev A.V., Pavlova O.M., Ryabykh S.O. et al. Computer 3D-modeling of patient-specific navigational template for cervical screw insertion. *Hirurgiia pozvonočnika = Spine Surgery*. 2018; 15 (2): 33–8 (in Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2018.2.33-38
58. Коваленко Р.А., Руденко В.В., Кашин В.А. и др. Применение индивидуальных 3D-навигационных матриц для транспедикулярной фиксации субаксиальных шейных и верхнегрудных позвонков. *Хирургия позвоночника*. 2019; 16 (2): 35–41 [Kovalenko R.A., Rudenko V.V., Kashin V.A. et al. Application of patient-specific 3D navigation templates for pedicle screw fixation of subaxial and upper thoracic vertebrae. *Hirurgiia pozvonočnika = Spine Surgery*. 2019; 16 (2): 35–41 (in Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2019.2.35-41
59. Крылов В.В., Гринь А.А., Кайков А.К. и др. Современные принципы в хирургии травм и заболеваний позвоночника. *Неотложная медицинская помощь. Журнал им. Н.В. Склифосовского*. 2014; 4: 36–41 [Krylov V.V., Grin' A.A., Kaikov A.K. et al. Modern principles in surgery of injuries and diseases of the spine. *Emergency medical care. N.V. Sklifosovsky Journal*. 2014; 4: 36–41 (in Russ.)].
60. Коновалов Н.А., Назаренко А.Г., Асютин Д.С. и др. Применение интраоперационных средств нейровизуализации и системы навигации в хирургическом лечении первичных и метастатических опухолей позвоночника. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2016; 80 (2): 5–14 [Konovalov N.A., Nazarenko A.G., Asiutin D.S. et al. The use of intraoperative neuroimaging tools and a navigation system in surgical treatment of primary and metastatic tumors of the spine. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko*. 2016; 80 (2): 5–14 (in Russ.)]. DOI: 10.17116/neiro20168025-14
61. Коваленко Р.А., Кашин В.А., Чербило В.Ю. и др. Определение оптимального дизайна навигационных матриц для транспедикулярной имплантации в шейном и грудном отделах позвоночника: результаты кадавер-исследования. *Хирургия позвоночника*. 2019; 16 (4): 77–83 [Kovalenko R.A., Kashin V.A., Cherebillo V.Yu. et al. Determination of optimal design of navigation templates for transpedicular implantation in the cervical and thoracic spine: results of cadaveric studies. *Hirurgiia pozvonočnika = Spine Surgery*. 2019; 16 (4): 77–83 (in Russ.)]. DOI: 10.14531/ss2019.4.77-83
62. Коваленко Р.А., Пташников Д.А., Чербило В.Ю. и др. Применение индивидуальных 3D моделей в хирургии позвоночника – обзор литературы и первый опыт использования. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2018; 10 (3-4): 43–8 [Kovalenko R.A., Ptashnikov D.A., Cherebillo V.Yu. et al. Application of individual 3d printed models in spine surgery – literature review and the first experience. *Russian Neurosurgical Journal named after Professor A. L. Polenov*. 2018; 10 (3-4): 43–8 (in Russ.)].

63. Бывальцев В.А., Сороковиков В.А., Калинин А.А. и др. Результаты хирургического лечения неосложненных субаксиальных повреждений при использовании корпэктомии и телескопических протезов: ретроспективное когортное исследование. *Политравма*. 2019; 4: 42–51 [Byvaltsev V.A., Sorokovikov V.A., Kalinin A.A. et al. Results of surgical treatment of uncomplicated subaxial injuries using corpectomy and telescopic prostheses: a retrospective cohort study. *Polytrauma*. 2019; 4: 42–51 (in Russ.)].

COMPLICATIONS OF SURGICAL TREATMENT OF INJURIES AND DISEASES OF THE CERVICAL SPINE AT THE SUBAXIAL LEVEL

A. Yarikov^{1,2}, Candidate of Medical Sciences; Professor **O. Perlmutter**^{2,3}, MD; Professor **A. Fraerman**^{2,3}, MD; **I. Smirnov**²; **A. Sosnin**¹, Candidate of Medical Sciences; Professor **A. Mukhin**³, MD; **A. Simonov**², Candidate of Medical Sciences; **A. Kalinkin**⁴, Candidate of Medical Sciences; **A. Kotelnikov**⁵, Candidate of Medical Sciences; **M. Khomchenkov**⁵; **I. Garipov**⁵

¹Volga District Medical Center, Federal Biomedical Agency of Russia, Nizhny Novgorod

²City Clinical Hospital Thirty-Nine, Nizhny Novgorod

³Volga Research Medical University, Ministry of Health of Russia, Nizhny

Novgorod ⁴Federal Research and Clinical Center, Federal Biomedical Agency of Russia, Moscow

⁵National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Ortopaedics, Kurgan

This article is devoted to the complications fixation of the cervical spine. The reasons for the failure of ventral cervical fixation and the ways of their correction are described in detail. Special attention is paid to neurological complications, esophageal injuries, dysphagia, damage to the main arteries of the brain, nerves and dura mater. Methods of primary prevention of liquorrhea in patients with intraoperative damage to the dura mater are widely presented. The following article presents the complications of dorsal cervical fixation.

Key words: dysphagia, dysphonia, pseudoarthrosis, liquorrhea, osteoporosis.

For citation: Yarikov A., Perlmutter O., Fraerman A. et al. Complications of surgical treatment of injuries and diseases of the cervical spine at the subaxial level. *Vrach*. 2021; 32 (12): 28–37. <https://doi.org/10.29296/25877305-2021-12-04>

Об авторах/About the authors: Yarikov A.V. ORCID: 0000-0002-4437-4480; Perlmutter O.A. ORCID: 0000-0002-7934-14; Fraerman A.P. ORCID: 0000-0003-3486-6124; Smirnov I.I. ORCID: 0000-0002-1766-9515; Sosnin A.G. ORCID: 0000-0003-1370-3904; Mukhin A.S. ORCID: 0000-0003-2336-8900; Simonov A.E. ORCID: 0000-0002-3456-6147; Kalinkin A.A. ORCID: 0000-0002-1605-9088; Khomchenkov M.V. ORCID: 0000-0001-5996-8444