



# ТРАНСПЕДИКУЛЯРНАЯ ФИКСАЦИЯ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА В СУБАКСИАЛЬНОЙ ЗОНЕ ПО МЕТОДИКЕ FREE-HAND

**Ш.Ш. Магомедов, М.Ю. Докиш, А.П. Татаринцев**

*Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии  
им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия*

**Цель исследования.** Анализ результатов хирургического лечения пациентов с травмами и заболеваниями шейного отдела позвоночника, оперированных с применением транспедикулярной фиксации по методике free-hand.

**Материал и методы.** Обследованы 97 пациентов с нестабильными травмами, врожденными и приобретенными деформациями, а также с онкологическим поражением шейного отдела позвоночника. У всех пациентов оценивали стабильность и надежность транспедикулярной фиксации в отдаленном периоде, анализировали ошибки и осложнения, возникшие в ходе лечения.

**Результаты.** Положительные результаты получили в 94,8 % случаев, признаки нестабильности фиксации отсутствовали у всех пациентов. Несмотря на 125 случаев перфорации стенок ножек позвонка, только у четырех пациентов выполняли ревизионные операции.

Отметили низкое число осложнений, включая отсутствие повреждений позвоночной артерии. Болевой синдром у пациентов снизился.

**Заключение.** Полученные результаты доказывают высокую эффективность и достаточную безопасность методики free-hand при фиксации шейного отдела позвоночника. При этом необходимы тщательная предоперационная подготовка и обследование пациентов, доскональное знание хирургической анатомии оперируемой области, опыт и квалификация хирурга.

**Ключевые слова:** транспедикулярная фиксация, шейный отдел позвоночника, стабильность позвоночника, хирургические осложнения.

**Для цитирования:** Магомедов Ш.Ш., Докиш М.Ю., Татаринцев А.П. Транспедикулярная фиксация шейного отдела позвоночника в субаксиальной зоне по методике free-hand // Хирургия позвоночника. 2018. Т. 15. № 3. С. 13–22. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.3.13-22>.

## TRANSPEDICULAR FREE-HAND FIXATION IN THE SUBAXIAL CERVICAL SPINE

*Sh.Sh. Magomedov, M.Yu. Dokish, A.P. Tatarintsev*

*Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia*

**Objective.** To analyze the results of surgical treatment of patients with injuries and diseases of the cervical spine operated on using transpedicular fixation with free-hand technique.

**Material and Methods.** A total of 97 patients with unstable injuries, congenital and acquired deformities, as well as with tumorous lesions of the cervical spine were examined. All patients were evaluated for the stability and reliability of transpedicular fixation in the long-term period, with the analysis of mistakes and complications that arose during treatment.

**Results.** Positive results were obtained in 94.8 % of cases, and signs of fixation instability were absent in all patients. Despite 125 cases of pedicle wall perforation, only four patients required revision surgeries. A low rate of complications was noted, including no damage to the vertebral artery. The pain syndrome in patients decreased.

**Conclusion.** The obtained results prove high efficiency and sufficient safety of the free-hand technique for the cervical spine fixation. At the same time, the technique requires careful preoperative preparation and examination of patients, thorough knowledge of anatomy of the operated area, and experience and qualification of the surgeon.

**Key Words:** transpedicular screw fixation, cervical spine, spinal stability, surgical complications.

Please cite this paper as: Magomedov ShSh, Dokish MYu, Tatarintsev AP. Transpedicular free-hand fixation in the subaxial cervical spine. *Hir. Pozvonoc. 2018;15(3):13–22. In Russian.* DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2018.3.13-22>.

В связи с анатомо-биомеханическими особенностями шейного отдела позвоночника патологический процесс в этой зоне часто приводит к нестабильности. Поэтому в настоящее время важным этапом многих оперативных вмешательств на шейном отделе является инструментальная фиксация. При сохраненном интактном заднем

опорном комплексе можно ограничиться лишь вентральной фиксацией шейного отдела, но при обширном поражении, повреждении заднего связочно-мышечного аппарата и межпозвонковых суставов в подавляющем большинстве случаев необходима задняя инструментальная фиксация позвоночника.

Наиболее распространенные методики винтовой фиксации шейного отдела позвоночника – введение винтов в межфасеточную часть дужек позвонков (lateral mass screws) и транспедикулярное введение винтов (pedicle screws) [1–6, 10–12, 16, 24, 29]. Фасеточное введение считается более безопасным и простым, а по ряду

параметров не уступающим по надежности транспедикулярной фиксации [16, 24], но требует стабилизации и выключения из движений большого числа позвоночно-двигательных сегментов. Однако при наличии у пациента тотальной нестабильности на фоне травмы или патологического процесса, особенно в условиях сниженной минеральной плотности костной ткани, зачастую лишь транспедикулярная фиксация позволяет восстановить опороспособность всех трех опорных колонн позвоночного столба и обеспечить надежную стабилизацию шейного отдела [11, 12, 16, 24]. Особую актуальность это приобретает у пациентов старшей возрастной группы с сопутствующим остеопорозом или при распространенном онкологическом поражении позвоночника, когда не всегда возможно ограничиться короткой фиксацией и необходимо заблокировать значительное число неповрежденных позвоночных сегментов.

Цель исследования – анализ результатов хирургического лечения пациентов с травмами и заболеваниями шейного отдела позвоночника, оперированных с применением транспедикулярной фиксации.

Таблица 1

Нозологическая структура оперированных пациентов

Патология шейного отдела позвоночника	Пациенты, n (%)
Нестабильные повреждения и травмы	37 (38,2 %)
Шейная миелопатия на фоне многоуровневого дегенеративного стеноза позвоночного канала	29 (29,9 %)
Опухоли различной этиологии	17 (17,5 %)
Врожденные и приобретенные деформации	10 (10,3 %)
Неспецифический спондилит	4 (4,1 %)

### Материал и методы.

Дизайн: одноцентровое ретроспективное нерандомизированное когортное исследование.

Все пациенты оперированы в 2010–2016 гг. Период наблюдения – в среднем 2 года (6–48 мес.).

Исследование выполнено на базе Российского научно-исследовательского института травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена (Санкт-Петербург). Объектом исследования стали 97 пациентов (55 мужчин и 42 женщины) с патологией шейного отдела позвоночника, обязательным этапом хирургического лечения которых являлась задняя инструментальная стабилизация. Средний возраст пациентов 48 (25–76) лет. Патологические процессы, при которых проводилось оперативное лечение, представлены в табл. 1: превалировали травмы

шейного отдела позвоночника и их последствия, дегенеративно-дистрофические процессы и опухоли.

Критерием включения в исследование явилась установка транспедикулярных винтов в тела  $C_3$ – $C_7$  позвонков по методике free-hand, в том числе у пациентов с окципитоспондилодезом и фиксацией шейно-грудного отдела позвоночника до  $Th_3$  включительно (рис. 1).

Критерии исключения: потеря контакта с пациентом после операции, отсутствие данных послеоперационного КТ позвоночника, отказ пациента от включения в исследование.

Всего в рамках данного исследования было имплантировано 420 транспедикулярных винтов в субаксиальном отделе. Если у пациента устанавливали винты в тела других позвонков ( $C_1$ – $C_2$  и верхнегрудной отдел), то корректность их установки в рамках данного



Рис. 1

Рентгенограммы (а) пациента с деструкцией тела  $C_2$  позвонка на фоне метастазов рака почки и выполненным окципитоспондилодезом в прямой и боковой проекциях и КТ-сканы (б) в коронарной и сагиттальной проекциях, на которых визуализируются установленные в тела  $C_3$ ,  $C_4$  позвонков транспедикулярные винты

исследования не оценивали. Наиболее часто винты устанавливали в тела  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_7$  (табл. 2).

Установку винтов проводили по стандартной методике на основании анатомических ориентиров без применения средств пассивной и активной интраоперационной навигации. Традиционно маркерами для установки являлись внешние костные ориентиры задних элементов позвонков – центр боковой массы, центр нижнего суставного отростка, lateral notch и др. Мы применяли методику Karaikovic et al. [14], где основным анатомическим костным ориентиром для локализации точки введения винта служила так называемая lateral notch в модификации Lee et al. [18]. В сагиттальной плоскости винты ориентировали обычно под углом около  $10^\circ$  краниально при установке в  $C_3$ – $C_4$  позвонки, строго вертикально (в переднезаднем направлении) – в  $C_5$  позвонок и под углом  $10^\circ$  каудально – при введении в  $C_6$ – $C_7$  позвонки. Во фронтальной плоскости винты вводили под углом около  $40$ – $45^\circ$  в тела  $C_3$ – $C_6$  позвонков и около  $30$ – $35^\circ$  – в  $C_7$  позвонок [9, 13, 30]. Обязательно в каждом случае уточняли анатомию позвонков, места прохождения позвоночных артерий, точки и углы введения винтов по данным предоперационного КТ. В 36 (37,1 %) случаях при наличии показаний для задней декомпрессии нервных корешков или при сложных анатомических вариантах использовали метод микроламинотомии с прямой пальпацией медиальной и верхней стенок ножки позвонка зондом. У 25 (25,8 %) паци-

ентов во время операции применяли нейромониторинг. В случае фиксации шейно-грудного отдела позвоночника стандартно использовали штанги переходного диаметра для соединения шейных и грудных винтов, в 9 случаях в шейном отделе для снижения риска перелома штанг применяли грудные винты диаметром 4,35 мм и стандартные штанги 5,5 мм (рис. 2). При достаточном размере ножек шейных позвонков мы считаем возможной установку винтов данного диаметра, вплоть до  $C_3$ .

В комплекс обязательного предоперационного обследования пациентов входили рентгенография шейного отдела позвоночника в прямой, боковой и 3/4 проекциях, функциональные рентгенограммы, КТ, МРТ шейного отдела, при наличии неврологической симптоматики – электронейромиография. При необходимости детальной оценки расположения позвоночных артерий и особенностей кровотока выполняли УЗДГ брахиоцефальных сосудов, КТ-ангиографию сосудов шеи.

Проводили оценку клинических данных (динамики болевого синдрома, неврологического статуса, качества жизни пациентов), а также результатов инструментальных методов исследования (рентгенографии, КТ, МРТ, ЭНМГ). Для оценки функциональных результатов использовали универсаль-

ные шкалы: ВАШ (шея и руки), NDI до и после операции. Оценку качества жизни проводили по опроснику EQ-5D. Также пациентов до и после операции оценивали по шкалам, специфичным для конкретной нозологии (SINS, JOA, Nurick и др.).

В рамках работы не анализировали сравнительные результаты лечения при различной патологии, основной акцент сделан на оценке стабильности фиксации в раннем и отдаленном периодах и корректности положения винтов.

Контроль результата операции и отсутствия признаков нестабильности и миграции металлоконструкции в послеоперационном периоде проводили путем стандартной рентгенографии шейного отдела позвоночника в прямой и боковой проекциях сразу после операции, через 1, 3, 6, 12 мес. и далее один раз в год на протяжении всего периода наблюдения. По рентгенограммам оценивали положение конструкции, признаки миграции и вырывания винтов или участков рентгенологического просветления вокруг них. По данным проведенного непосредственно после операции КТ анализировали корректность и точность установки имплантированных транспедикулярных винтов в тела позвонков.

Таблица 2

Локализация винтов по уровню установки

Место установки винта	Винты, n (%)
$C_3$	98 (23,3)
$C_4$	93 (22,2)
$C_5$	68 (16,2)
$C_6$	74 (17,6)
$C_7$	87 (20,7)



Рис. 2

КТ пациента с транспедикулярной фиксацией шейно-грудного отдела позвоночника, где в тела  $C_3$ ,  $C_4$  позвонков установлены стандартные винты диаметром 4,35 мм под штанги 5,5 мм: а – аксиальный скан; б – сагиттальный скан

В настоящее время отсутствует единая общепризнанная классификация правильности установки транспедикулярных винтов в шейном отделе позвоночника. Yoon et al. [31] предлагают четыре степени оценки перфорации ножки позвонка: 0 – если винт находится строго в пределах ножки позвонка; 1 – если произошла перфорация менее чем на 25 % диаметра винта; 2 – если имеется перфорация от 25 до 50 % диаметра винта; 3 – если перфорация более 50 % диаметра винта. Степени 0 и 1 расцениваются как корректное положение винта, а 2 и 3 – как некорректное. Zheng et al. [32] делят положение винта на четыре степени, применяя собственные критерии: 1 – винт находится внутри ножки позвонка, стенка ножки интактна; 2 – малое повреждение костной стенки ножки позвонка, но винт еще расположен в пределах ножки позвонка; 3 – имеется перфорация стенки ножки, но винт выступает менее чем на 1 мм; 4 – перфорация стенки ножки позвонка со смещением его более чем на 1 мм. С учетом диаметра винтов, устанавливаемых в шейный отдел (в среднем 3–3,5 мм), последняя классификация является наиболее критичной к точности установки винтов и более применима, по нашему мнению, для оценки корректности установки винтов с использованием средств компьютерной навигации.

Из-за отсутствия в перечисленных классификациях учета клинических проявлений некорректной установки винтов, что не дает четких критериев необходимости его переустановки, мы использовали классификацию Richter et al. [26], которая делит все установленные винты в шейном отделе на три группы. К группе 1 относится корректная установка винта без перфорации стенки ножки позвонка или с перфорацией менее 1,0 мм, к группе 2 – перфорация ножки позвонка более 1,0 мм, но без необходимости переустановки винта, к группе 3 – случаи перфорации ножки более чем на 1,0 мм, где требуются ревизия и переустановка винта в связи с раздражением нервного корешка или из-за снижения биоме-

ханической стабильности имплантата. Данную классификацию использовали в работе для оценки корректности установки транспедикулярных винтов в шейном отделе у всех пациентов.

Все операции проводили под эндотрахеальным наркозом и в условиях мышечной релаксации в положении пациента лежа на животе на ортопедическом столе с фиксацией головы в мягком головодержателе и с силиконовыми валиками под плечевым поясом и тазом. После обработки кожных покровов и предварительной разметки выполняли срединный продольный разрез. После рассечения поверхностной фасции проводили субпериостальное скелетирование мышц с выделением дужек позвонков до наружного края боковых масс. Маркировали уровень оперативного вмешательства под контролем ЭОП, при помощи высокооборотного бора вскрывали кортикальную пластинку в точке планируемого введения винта. Точку вкола определяли по анатомическим ориентирам, основным из которых была так называемая боковая вырезка дужки позвонка [14, 18]. Вскрытие кортикального слоя производили на 2 мм медиальнее боковой вырезки. После этого формировали канал для винта при помощи педикулярного шейного зонда, рассверливали кости при помощи дрели не применяли. Окончательное место и угол введения винта уточняли по данным предоперационной КТ. При помощи пуговчатого щупа проверяли целостность стенок сформированного канала. При дефектах костной стенки, которые ощущались по провалу щупа, формировали канал в новом направлении. Кровотечение из костных трабекул останавливали при помощи костного воска. Метчик для нарезания резьбы обычно не применяли, использовали его только в случаях склерозированной кости. После измерения глубины проводили установку винта в тело позвонка, стараясь выполнить бикортикальную фиксацию, особенно при признаках остеопороза. По необходимости проводили ламинофораминэктомию с целью декомпрессии

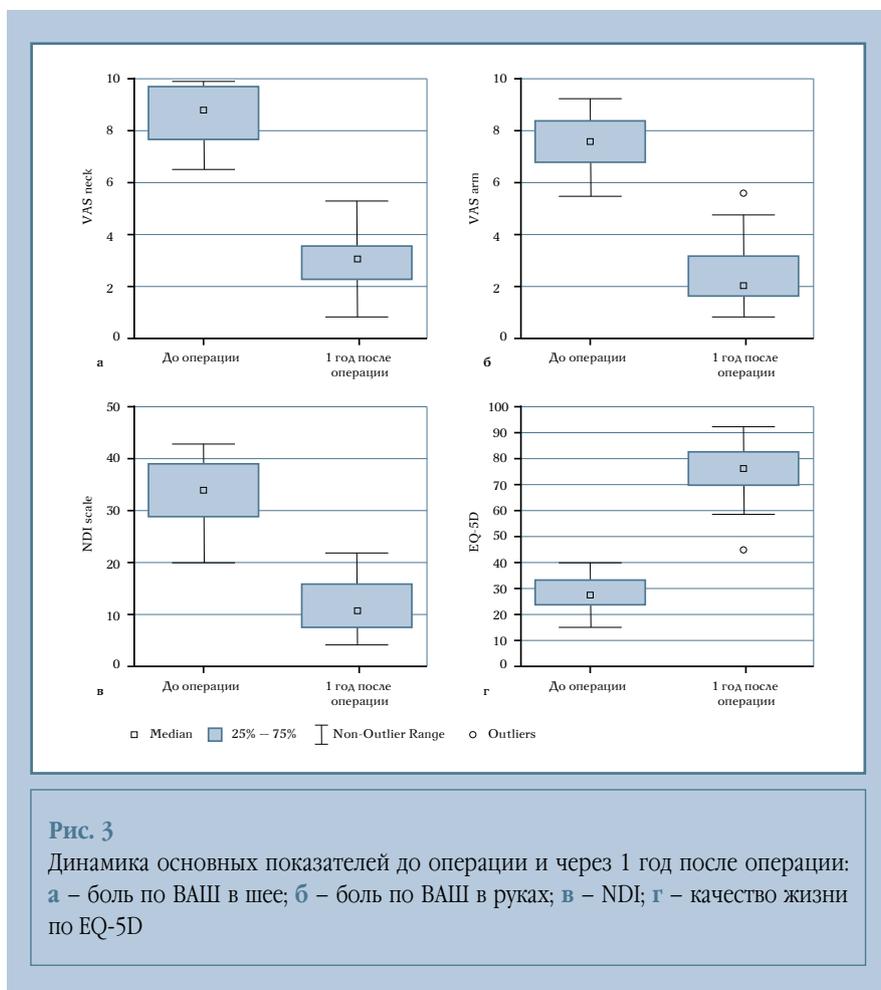
невральных структур спинного мозга и другие манипуляции в зависимости от патологии. При технической сложности установки или необходимости перепроведения винта выполняли мини-ламинотомию с использованием 2,5 мм алмазного бора или 2 мм кусачек Керрисона для прямой визуализации и пальпации медиальной, верхней и нижней стенок ножки позвонка [8, 19, 20, 30, 31].

Заканчивали операцию монтажом системы с установкой продольных стержней, созданием условий для заднего спондилодеза (при отсутствии противопоказаний) и послойным ушиванием раны с оставлением активных дренажей по Редону.

Распределение данных оценивали по критерию Колмогорова – Смирнова. В связи с относительно небольшой выборкой для статистического анализа применяли методы непараметрической статистики. Для количественных признаков рассчитывали медиану и квартильный размах (25–75 %), качественные показатели оценивали в долях и процентах. Для сравнения показателей несвязанных выборок использовали U-критерий Манна – Уитни, для связанных – критерий парных сравнений Вилкоксона. Для всех используемых методов статистически значимым считали  $p < 0,05$ .

## Результаты

В среднем болевой синдром, оцененный по ВАШ, в шее регрессировал с 8,6 балла перед операцией до 3,2 балла через 1 год после операции ( $p = 0,025$ ), в руках – с 7,6 до 1,9 соответственно ( $p = 0,01$ ). Сопоставимое улучшение отмечено и при анализе показателей качества жизни: через год после операции в среднем произошло повышение комплексного показателя EQ-5D с 27 до 76 % ( $p < 0,05$ ), по шкале NDI – снижение с 34 до 11 баллов ( $p = 0,01$ ), за исключением пациентов с первичной онкологической патологией, где значимого улучшения показателей качества жизни не получено по причине паллиативности вмешательства ( $p > 0,05$ ; рис. 3).



По результатам контрольных рентгенограмм ни у одного из 97 пациентов не отмечено признаков нестабильности фиксированного отдела позвоночника или миграции металлоконструкции на протяжении всего периода наблюдения. О крайне высокой надежности транспедикулярной фиксации шейного отдела свидетельствует тот факт, что даже у четырех пациентов с продолженным ростом первичной опухоли при невозможности

радикального ее удаления, несмотря на прогрессирующее поражение костных структур позвонков в зоне остеосинтеза, не наблюдали признаков нестабильности шейного отдела позвоночника, что позволило продолжить курсы системной лекарственной и лучевой терапии. Все пациенты сразу после операции могли самостоятельно передвигаться и не нуждались в использовании дополнительных внешних ортезов. Таким образом, ста-

бильность фиксации как первичная, так и в отдаленном периоде достигнута в 100 % случаев.

При оценке точности установки транспедикулярных винтов по данным послеоперационного КТ из 420 имплантированных винтов к группе 1 (по Richter) отнесено 295 (70,2 %), к группе 2 – 120 (28,6 %), к группе 3, где потребовались ревизия и переустановка имплантата, – 5 (1,2 %). При мальпозиции винтов в основном отмечены перфорации латеральной стенки ножки – 72 (57,6 %) из 125, реже – нижней и верхней стенок (табл. 3). Повреждений медиальной стенки отмечено не много, что, на наш взгляд, объясняется ее толщиной, а также тем, что избегали установки винтов под большими углами во фронтальной плоскости.

Суммарно 125 случаев перфорации стенок ножки позвонка отмечены у 38 пациентов, при этом лишь у 4 имелись клинические проявления ирритации корешков, что потребовало оперативной ревизии (рис. 4).

Среди 72 случаев перфорации латеральной стенки ножки позвонка не отмечено повреждений позвоночной артерии, которые бы потребовали ее перевязки. В пяти случаях возникшее при подготовке канала под винт кровотечение алой кровью удалось остановить при помощи костного воска и установки винта в уже сформированный канал.

Кроме перечисленных осложнений, зафиксировали один случай глубокой инфекции области операции у пациентки с исходным спондилитом C<sub>5</sub>–C<sub>6</sub> позвонков. Ревизия области операции, дебридмент и промывание раны обеспечили заживление без демонтажа конструкции.

Таким образом, положительные результаты лечения достигнуты у 92 (94,8 %) пациентов, что свидетельствует о высокой надежности и эффективности установки транспедикулярных винтов в шейном отделе без применения средств интраоперационной навигации.

В качестве клинического примера приводим данные пациентки М.,

Таблица 3

Мальпозиция винтов

Группы по Richter et al. [25]	Локализация перфорации стенки ножки позвонка, n (%)			
	медиальная	латеральная	верхняя	нижняя
Группа 2 (120 винтов)	4 (3,2)	70 (56,0)	16 (12,8)	30 (24,0)
Группа 3 (5 винтов)	1 (0,8)	2 (1,6)	2 (1,6)	0 (0,0)
Всего (125 винтов)	5 (4,0)	72 (57,6)	18 (14,4)	30 (24,0)

**Рис. 4**

Послеоперационное КТ, аксиальный скан: визуализируется винт в теле  $C_3$  позвонка слева, перфорирующий латеральную стенку ножки на глубину около 1,8 мм, справа – перфорация медиальной стенки ножки на глубину 1 мм

**Рис. 5**

Рентгенограммы пациентки М., 23 лет, с патологическим переломом тела  $C_4$  позвонка и деформацией шейного отдела позвоночника: **а** – прямая проекция; **б** – боковая проекция

23 лет, которую беспокоил стойкий болевой синдром (ВАШ в шее – 8 баллов, в руках – 5 баллов) без неврологических нарушений. Оценка по шкале NDI – 28 баллов. При комплексном обследовании (рентгенография, КТ, МРТ шейного отдела, остеосцинтиграфия, онкопоиск) выявлен патологический перелом тела  $C_4$  позвонка на фоне объемного образования, осложненный нестабильностью и кифотической деформацией со смещением  $C_3$  позвонка кзади и динамическим стенозом позвоночного канала (рис. 5, 6). Оценка по SINS (14 баллов) свидетельствовала о выраженной нестабильности позвоночника и абсолютных показаниях к стабилизации шейного отдела.

При селективной ангиографии в проекции  $C_4$  позвонка определялась зона патологической гиперваскуляризации со множественными мелкими ветвями левой позвоночной артерии. Предоперационную биопсию не проводили, приняв решение об экспресс-биопсии во время операции. Пациентке выполнена одномоментная двухэтапная операция.

Первым этапом из переднего доступа провели корпорэктомию  $C_4$  с удалением опухоли, ножек позвонка и передних бугорков поперечных отростков, выделением позвоночных артерий с двух сторон, декомпрессией дурального мешка, передним корпородезом межтеловым мешком с костным цементом, дополненным фиксацией пластиной  $C_3$ – $C_5$ . По результатам экспресс-биопсии получен диагноз: остеобластокластома, которую позднее подтвердило гистологическое исследование.

Вторым этапом, после переворота больной, выполнили транспедикулярный спондилосинтез  $C_3$ – $C_5$  4-винтовой системой, расширенную ламинэктомию  $C_4$  позвонка с удалением верхних и нижних суставных отростков и оставшихся элементов поперечных отростков с двух сторон (рис. 7, 8).

Снижение выраженности болевого синдрома по ВАШ в шее после операции – до 2 баллов, в руках – до 0. NDI снизился до 7 баллов (практически полное восстановление). Наблюдение за пациенткой в течение трех лет после операции не выявило рецидива

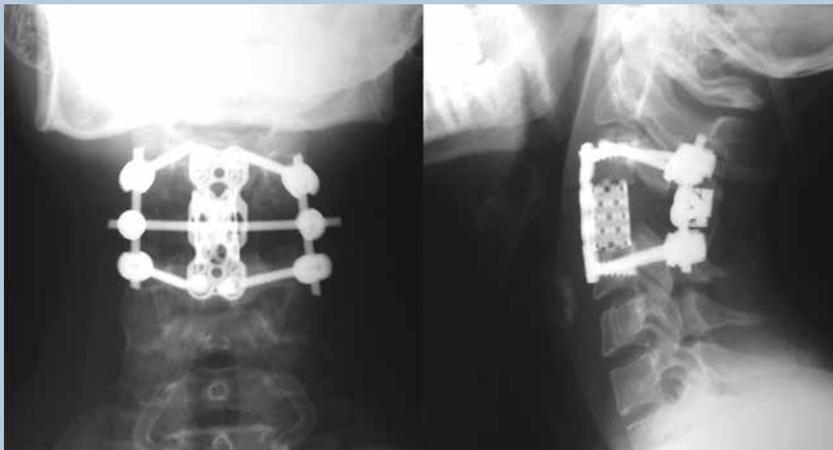
опухоли, конструкция стабильна, полный регресс болевого синдрома.

## Обсуждение

Транспедикулярная фиксация шейного отдела позвоночника с установкой винтов в субаксиальную зону – одно из молодых направлений спинальной хирургии, которое стало бурно развиваться в 90-е гг. XX в. Ranjabi et al. [22], изучив трехмерную анатомию шейных позвонков, продемонстрировали возможность установки винтов в ножки позвонков с целью фиксации. Первые сообщения об успешно проведенных операциях с транспедикулярной установкой винтов в тела нижнешейных позвонков были опубликованы в 1994 г. Abumi et al. [5], представившими результаты лечения 13 пациентов с субаксиальной травмой; они же первыми дали описание анатомических ориентиров для введения винтов [5, 6]. К сожалению, ориентиры были достаточно расплывчаты, однако сама возможность проведения такого рода операций со 100 % формированием костного блока без поте-

**Рис. 6**

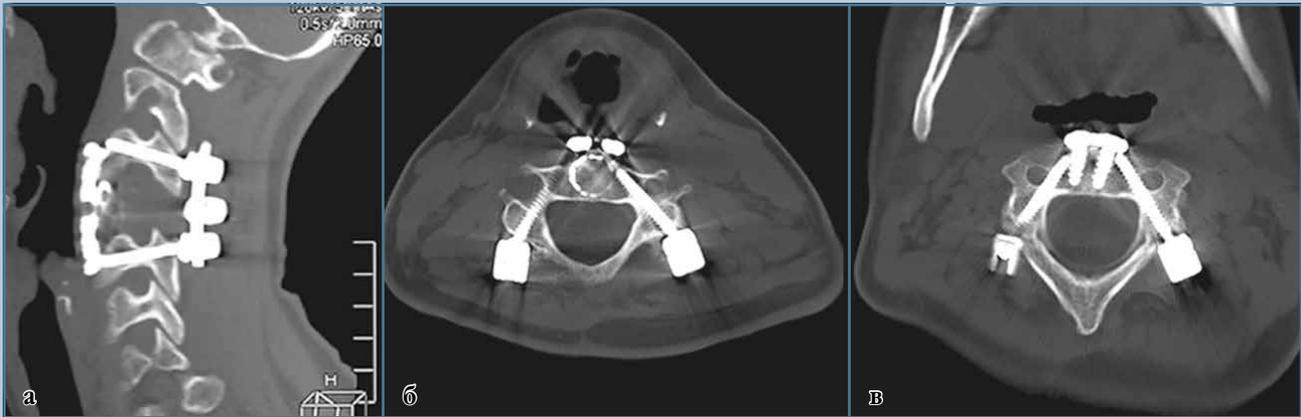
МРТ и КТ шейного отдела позвоночника пациентки М., 23 лет: полная деструкция тела  $C_4$  позвонка на фоне его тотального замещения тканью опухоли

**Рис. 7**

Рентгенограммы пациентки М., 23 лет, в прямой и боковой проекциях после двух-этапного оперативного лечения

ри стабильности фиксации при отсутствии серьезных осложнений стала толчком для дальнейшего бурного развития метода [6, 27, 29]. В отличие от грудного и поясничного отделов, где чрезножковое введение винтов за последние десятилетия стало золотым стандартом стабильной фиксации позвоночника, в шейном отделе до сих пор преобладающее большинство хирургов предпочитает введение винтов в боковые массы [1–4, 11, 12, 17], объясняя свой выбор сложными взаимоотношениями в данной анатомической области, малыми размерами ножек шейных позвонков и большой вариабельностью прохождения позвоночной артерии [7, 9, 13, 17, 20–22]. Вместе с тем значительное число исследований доказывает высокую эффективность, безопасность и преимущества транспедикулярной фиксации [11, 12, 16, 24, 27]. В многочисленных экспериментальных работах уточнялись точки и направление введения винтов, методики, повышающие безопасность и аккуратность их позиционирования [8, 14, 18–20, 26, 29, 32]. Развитие компьютерных технологий и средств пассивной и активной навигации позволило значительно повысить точность позиционирования винтов и снизить риск перфорации стенок ножки при установке [10, 15, 19, 23, 25, 26, 28]. Но эти технологии не позволили решить все проблемы: помимо высокой стоимости оборудования, ряд технических вопросов связан с возможностью ложного позиционирования при случайном смещении регистрирующих датчиков, увеличением длительности операций и т.д. [28, 30].

Мы использовали традиционную методику установки винтов по анатомическим ориентирам без использования навигационного оборудования. Оцениваемая по данным послеоперационного КТ точность установки винтов по методике free-hand в нашем исследовании оказалась ниже, чем с применением средств интраоперационной навигации по данным литературы. Однако это не отразилось существенным образом на достигну-

**Рис. 8**

КТ пациентки М., 23 лет, после двухэтапного оперативного лечения: сагиттальный (а) и аксиальные срезы на уровне  $C_3$  (б) и  $C_5$  (в) позвонков; тотальное удаление тела  $C_4$  позвонка, винты проходят строго в пределах ножек позвонков

тых функционально-клинических исходах: полученные почти в 95 % случаев положительные результаты со 100 % стабильностью позвоночника при низкой частоте показаний к ревизионным вмешательствам свидетельствуют об эффективности использованной методики и подтверждают отсутствие клинической роли регистрируемых по результатам КТ незначительных перфораций стенок ножки позвонка.

### Заключение

Транспедикулярное введение винтов по способу free-hand является безопасным и эффективно обеспечивающим надежную фиксацию в субаксиальной зоне шейного отдела позвоночника, даже в случае не вполне корректного положения винтов. При четком предоперационном планировании, базирующемся на комплексном лучевом обследовании, метод может иметь достаточно широкое применение в тех клиниках, где отсутствует возможность использования средств

компьютерной навигации. Необходимо отметить и тот факт, что простая, информативная и легко воспроизводимая для оценки корректности установленных винтов методика Richter не может быть единственным аргументом для принятия решений о ревизионных вмешательствах, сопоставление лучевых показателей с клиническими жалобами должно иметь для этого решающее значение.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

### Литература/References

1. **Губин А.В., Бурцев А.В., Рябых С.О.** Задняя фиксация переломов палача // Хирургия позвоночника. 2014. № 4. С. 15–19. [Gubin AV, Burtsev AV, Ryabikh SO. Posterior fixation of hangman's fractures. Hir. Pozvonoc. 2014;(4):15–19. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2014.4.15-19.
2. **Колесов С.В., Сажнев М.Л., Кудряков С.А., Прохоров А.Н.** Оперативное лечение перелома шейного отдела позвоночника у пациента с болезнью Бехтерева // Хирургия позвоночника. 2011. № 2. С. 8–11. [Kolesov SV, Sazhnev ML, Kudrjakov SA, Prokhorov AN. Surgical treatment of cervical spine fracture in a patient with ankylosing spondylitis. Hir. Pozvonoc. 2011;(2):8–11. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2011.2.8-11.
3. **Корж Н.А., Барыш А.Е.** Задний спондилодез в хирургии шейного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2010. № 2. С. 8–15. [Korz NA, Barysh AE. Posterior fusion in cervical spine surgery. Hir. Pozvonoc. 2010;(2):8–15. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2010.2.8-15.
4. **Корж Н.А., Барыш А.Е.** Стабилизация окципитоатлантоаксиального комплекса из заднего доступа // Хирургия позвоночника. 2005. № 1. С. 8–15. [Korz NA, Barysh AE. Stabilization of occipitoatlantoaxial complex through posterior approach. Hir. Pozvonoc. 2005;(1):8–15. In Russian].
5. **Abumi K, Itoh H, Taneichi H, Kaneda K.** Transpedicular screw fixation for traumatic lesions of the middle and lower cervical spine: description of the techniques and preliminary report. J Spinal Disor. 1994;7:19–28.
6. **Abumi K, Kaneda K.** Pedicle screw fixation for nontraumatic lesions of the cervical spine. Spine. 1997;22:1853–1863. DOI: 10.1097/00007632-199708150-00010.
7. **Abumi K, Shono Y, Ito M, Taneichi H, Kotani Y, Kaneda K.** Complications of pedicle screw fixation in reconstructive surgery of the cervical spine. Spine. 2000;25:962–969.
8. **Albert TJ, Klein OR, Joffe D, Vaccaro AR.** Use of cervicothoracic junction pedicle screws for reconstruction of complex cervical spine pathology. Spine. 1998;23:1596–1599.

9. **Ebraheim NA, Xu R, Knight T, Yeasting RA.** Morphometric evaluation of lower cervical pedicle and its projection. *Spine.* 1997;22:1–6.
10. **Ishikawa Y, Kanemura T, Yoshida G, Ito Z, Muramoto A, Ohno S.** Clinical accuracy of three-dimensional fluoroscopy-based computer-assisted cervical pedicle screw placement: a retrospective comparative study of conventional versus computer-assisted cervical pedicle screw placement. *J Neurosurg Spine.* 2010;13:606–611. DOI: 10.3171/2010.5.SPINE09993.
11. **Johnston TL, Karaikovic EE, Lautenschlager EP, Marcu D.** Cervical pedicle screws vs. lateral mass screws: uniplanar fatigue analysis and residual pullout strengths. *Spine J.* 2006;6:667–672. DOI: 10.1016/j.spinee.2006.03.019.
12. **Jones EL, Heller JG, Silcox DH, Hutton WC.** Cervical pedicle screws versus lateral mass screws. Anatomic feasibility and biomechanical comparison. *Spine.* 1997;22:977–982.
13. **Karaikovic EE, Daubs MD, Madsen RW, Gaines RW Jr.** Morphologic characteristics of human cervical pedicles. *Spine.* 1997;22:493–500.
14. **Karaikovic EE, Kunakornsawat S, Daubs MD, Madsen TW, Gaines RW Jr.** Surgical anatomy of the cervical pedicles: landmarks for posterior cervical pedicle entrance localization. *J Spinal Disord.* 2000;13:63–72. DOI: 10.1097/00002517-200002000-00013.
15. **Kotani Y, Abumi K, Ito M, Minami A.** Improved accuracy of computer-assisted cervical pedicle screw insertion. *J Neurosurg.* 2003;99(3 Suppl):257–263. DOI: 10.3171/spi.2003.99.3.0257.
16. **Kothe R, Ruther W, Schneider E, Linke B.** Biomechanical analysis of transpedicular screw fixation in the subaxial cervical spine. *Spine.* 2004;29:1869–1875. DOI: 10.1097/01.brs.0000137287.67388.0b.
17. **Kotil K, Akcetin MA, Savas Y.** Neurovascular complications of cervical pedicle screw fixation. *J Clin Neurosci.* 2012;19:546–551. DOI: 10.1016/j.jocn.2011.05.041.
18. **Lee DH, Lee SW, Kang SJ, Hwang CJ, Kim NH, Bae JY, Kim YT, Lee CS, Daniel Riew K.** Optimal entry points and trajectories for cervical pedicle screw placement into subaxial cervical vertebrae. *Eur Spine J.* 2011;20:905–911. DOI: 10.1007/s00586-010-1655-8.
19. **Ludwig SC, Kramer DL, Balderston RA, Vaccaro AR, Foley KF, Albert TJ.** Placement of pedicle screws in the human cadaveric cervical spine: comparative accuracy of three techniques. *Spine.* 2000;25:1655–1667. DOI: 10.1097/00007632-200007010-00009.
20. **Miller RM, Ebraheim NA, Xu R, Yeasting RA.** Anatomic consideration of transpedicular screw placement in the cervical spine. An analysis of two approaches. *Spine.* 1996;21:2317–2322.
21. **Neo M, Sakamoto T, Fujibayashi S, Nakamura T.** The clinical risk of vertebral artery injury from cervical pedicle screws inserted in degenerative vertebrae. *Spine.* 2005;30:2800–2805. DOI: 10.1097/01.brs.0000192297.07709.5d.
22. **Panjabi MM, Duranceau J, Goel V, Oxland T, Takata K.** Cervical human vertebrae. Quantitative three-dimensional anatomy of the middle and lower regions. *Spine.* 1991;16:861–869. DOI: 10.1097/00007632-199108000-00001.
23. **Rath SA, Moszko S, Schaffner PM, Cantone G, Braun V, Richter HP, Antoniadis G.** Accuracy of pedicle screw insertion in the cervical spine for internal fixation using frameless stereotactic guidance. *J Neurosurg Spine.* 2008;8:237–245. DOI: 10.3171/SPI/2008/8/3/237.
24. **Rhee JM, Kraiwattanapong C, Hutton WC.** A comparison of pedicle and lateral mass screw construct stiffnesses at the cervicothoracic junction: a biomechanical study. *Spine.* 2005;30:E636–E640.
25. **Richter M, Amiot LP, Neller S, Kluger P, Puhl W.** Computer-assisted surgery in posterior instrumentation of the cervical spine: an in vitro feasibility study. *Eur Spine J.* 2000;9 Suppl 1:S65–S70. DOI: 10.1007/s00586-003-0604-1.
26. **Richter M, Cakir B, Schmidt R.** Cervical pedicle screws: conventional versus computer-assisted placement of cannulated screws. *Spine.* 2005;30:2280–2287. DOI: 10.1097/01.brs.0000182275.31425.cd.
27. **Shin EK, Panjabi MM, Chen NC, Wang JL.** The anatomic variability of human cervical pedicles: considerations for transpedicular screw fixation in the middle and lower cervical spine. *Eur Spine J.* 2000;9:61–66. DOI: 10.1007/s005860050011.
28. **Tauchi R, Imagama S, Sakai Y, Ito Z, Ando K, Muramoto A, Matsui H, Matsumoto T, Ishiguro N.** The correlation between cervical range of motion and misplacement of cervical pedicle screws during cervical posterior spinal fixation surgery using a CT-based navigation system. *Eur Spine J.* 2013;22:1504–1508. DOI: 10.1007/s00586-013-2719-3.
29. **Xu R, Ebraheim NA, Skie M.** Pedicle screw fixation in the cervical spine. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2008;37:403–408.
30. **Xu R, Ma W, Wang Q, Zhao L, Hu Y, Sun S.** A free-hand technique for pedicle screw placement in the lower cervical spine. *Orthop Surg.* 2009;1:107–112. DOI: 10.1111/j.1757-7861.2009.00023.x.
31. **Yoon SD, Lee JY, Lee IS, Moon SM, Cho BM, Park SH, Oh SM.** Cervical pedicle screw placement in sawbone models and unstable cervical traumatic lesions by using para-articular mini-laminotomy: a novice neurosurgeon's experience. *Korean J Neurotrauma.* 2013;9:106–113. DOI: 10.13004/kjnt.2013.9.2.106.
32. **Zheng X, Chaudhari R, Wu C, Mehbod AA, Transfeldt EE.** Subaxial cervical pedicle screw insertion with newly defined entry point and trajectory: accuracy evaluation in cadavers. *Eur Spine J.* 2010;19:105–112. DOI: 10.1007/s00586-009-1213-4.

**Адрес для переписки:**

Докиш Михаил Юрьевич  
195427, Россия, Санкт-Петербург, ул. Акад. Байкова, 8,  
Российский НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена,  
drdokish@mail.ru

**Address correspondence to:**

Dokish Mikhail Yuryevich,  
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics,  
Akademika Baikova str, 8, St. Petersburg, 195427, Russia  
drdokish@mail.ru

*Статья поступила в редакцию 22.06.2017*

*Рецензирование пройдено 26.04.2018*

*Подписано в печать 13.06.2018*

*Received 22.06.2017*

*Review completed 26.04.2018*

*Passed for printing 13.06.2018*

Шамиль Шамсудинович Магомедов, канд. мед. наук, заведующий отделением № 12, Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Россия, 195427, Санкт-Петербург, ул. Акад. Байкова, 8, dr.shamil@mail.ru;

Михаил Юрьевич Докшиш, канд. мед. наук, врач-нейрохирург отделения № 12, Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Россия, 195427, Санкт-Петербург, ул. Акад. Байкова, 8, drdokish@mail.ru;

Александр Павлович Татаринцев, врач-нейрохирург отделения № 12, Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Россия, 195427, Санкт-Петербург, ул. Акад. Байкова, 8, alexandr98ru@yandex.ru.

Shamil Shamsudinovich Magomedov, MD, PhD, head of the Department No. 12, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Akademika Baikova str., 8, St. Petersburg, 195427, Russia; dr.shamil@mail.ru;

Mikhail Yuryevich Dokish, MD, PhD, neurosurgeon of the Department No. 12, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Akademika Baikova str., 8, St. Petersburg, 195427, Russia; drdokish@mail.ru;

Aleksandr Pavlovich Tatarintsev, neurosurgeon of the Department No. 12, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, Akademika Baikova str., 8, St. Petersburg, 195427, Russia; alexandr98ru@yandex.ru.



## КНИЖНЫЕ НОВИНКИ

### А.Н. Ткаченко, В.М. Хайдаров Прогноз гнойных осложнений в хирургии позвоночника

СПб.: РенOME, 2018  
136 с., ил.  
ISBN 978-5-00125-020-3

В монографии проанализированы результаты хирургического лечения больных с патологией позвоночника, выявлен удельный вес инфекции области хирургического вмешательства. Определены и оценены в количественном эквиваленте прогностические критерии развития местных гнойно-воспалительных осложнений после операций на позвоночнике. Созданы алгоритмы обследования и лечения пациентов, в отношении которых планируются спинальные хирургические вмешательства, с учетом возможностей системы математического моделирования местных гнойно-воспалительных осложнений. Обоснованы основные пути профилактики инфекции зоны операции при хирургическом лечении патологии позвоночника.

Сведения, изложенные в монографии, предназначены, прежде всего, для ортопедов-травматологов и хирургов как лечебно-профилактических, так и амбулаторно-поликлинических учреждений. Информация, представленная в данном издании, может оказаться полезной для организаторов здравоохранения, а также использоваться обучающимися и преподавателями в качестве справочных материалов при подготовке и проведении занятий по травматологии и ортопедии в медицинских вузах.

