

КЛИНИЧЕСКИЕ И АНАТОМО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОБОСНОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛАСТИЧНЫХ НИТИНОЛОВЫХ ФИКСАТОРОВ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ОСЛОЖНЕННЫХ ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Завгородняя Е.В.¹, Давыдов Е.А.¹, Иванова Н.Е.¹, Себелев К.И.¹, Коллеров М.Ю.²

¹РНХИ им. проф. А.Л. Поленова – филиал СЗФМИЦ им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург,

²МАИ (национальный исследовательский университет), Москва

CLINICAL AND ANATOMOPHYSIOLOGICAL SUBSTANTIATION
OF THE USE OF ELASTIC NITINOL CLIPS IN SURGERY OF CERVICAL DEGENERATIVE DISC DISEASE,
COMPLICATED BY MYELOPATHY OR RADICULOPATHY

Zavgorodnyaya E.V.¹, Davydov E.A.¹, Ivanova N.E.¹, Sebelev K.I.¹, Kollerov M.Yu.²

¹RNSI n. a. Prof. A.L. Polenov at V.A. Almazov North-Western Medical Research Center, Saint Petersburg,

²Moscow Aviation Institute (National Research University), Moscow

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Обосновать применение эластичных нитиноловых фиксаторов при хирургическом лечении осложненных дегенеративно-дистрофических заболеваний шейного отдела позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Анализируются результаты хирургического лечения 56 пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями шейного отдела позвоночника (ШОП), осложнившихся компрессионными и компрессионно-ишемическими радикулопатиями (РП), радикуломиелопатиями (РМП) и миелопатиями (МП). Все пациенты были прооперированы с применением эластичных нитиноловых фиксаторов (ЭНФ).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБУЖДЕНИЕ. На основании собственных клинических наблюдений, анализа катанестических данных, нейрофизиологических и нейровизуализационных методов диагностики конкретизированы показания к применению ЭНФ при хирургическом лечении дегенеративно-дистрофических заболеваний шейного отдела позвоночника с моно- и полисегментарной компрессией спинного мозга и нейрососудистых образований.

ВЫВОДЫ. При определении хирургической тактики и выбора оптимального операционного доступа для устранения компрессии спинного мозга и нейрососудистых образований позвоночного канала на уровне шейного отдела необходимо детальное предоперационное изучение всех анатомо-физиологических особенностей и патологических изменений в шейном отделе позвоночника с применением всех доступных клинических, нейрофизиологических и нейровизуализационных методов диагностики.

При моносегментарной (в частности дискогенной) компрессии спинного мозга и нейрососудистых образований позвоночного канала показано применение переднего (или передне-бокового) операционного доступа к шейным позвонкам, а для сохранения функциональной подвижности в оперированном сегменте целесообразно применение ЭНФ типа одновитковой нитиноловой спирали («эндопротеза» межпозвонкового диска) или их модифицированных аналогов, что уменьшает нагрузку на смежные позвоночные сегменты и снижает вероятность быстрого развития так называемого «дегенеративного каскада».

При многоуровневой деформации позвоночного канала (стенозе) основные патологические изменения развиваются по задней поверхности межпозвонковых дисков и тел позвонков, на значительном протяжении деформируется и утолщается задняя продольная связка, что приводит к полисегментарной компрессии спинного мозга и нейрососудистых образований позвоночного канала. При таком развитии процесса передняя декомпрессия малоэффективна и показано применение заднего операционного доступа по типу декомпрессионной ламинопластики с применением ЭНФ в виде петельных фиксаторов-стяжек.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Позвоночник, дегенеративные заболевания позвоночника, остеохондроз, дегенеративный каскад, нестабильность, сдавление спинного мозга, сдавление нейрососудистых образований, металлоконструкции, нитиноловый имплантат, динамическая стабилизация.

OBJECTIVE. To substantiate the use of elastic nitinol clamp fixation (ENF) in surgery of cervical degenerative disc diseases, complicated by myelopathy or radiculopathy.

MATERIALS AND METHODS. We analyzed results of surgery of 56 patients with cervical degenerative disc disease, complicated by radiculopathy, radiculomyelopathy or myelopathy. All patients underwent surgery with use of ENF.

RESULTS. Indications for use of ENF in cervical degenerative disc disease surgery with mono - and polysegmental compression of the spinal cord and neurovascular structures were specified on the basis of clinical data, follow-up analysis, neuroimaging and neurophysiological methods.

CONCLUSION. Preoperative study of all anatomical and physiological features and pathological changes in the cervical spine using all available clinical, neurophysiological and neurovisualization methods of diagnosis is necessary in determining the surgical tactics.

In case of monosegmental compression of the spinal cord the use of anterior or anterolateral approach to the cervical spine and the use of nitinol clamps, nitinol-type single-turn spiral or modified analogs is indicated.

In case of multi-level spinal canal deformation the use of posterior approach - decompressive laminoplasty with the use of ENF loop-fasteners ties is indicated.

KEY WORDS: cervical degenerative disc diseases, osteochondrosis, degenerative cascade, instability, spinal cord compression, compression of neurovascular structures, instrumentation, fusion, nitinol implant, dynamic stabilization.

Известно, что остеохондроз ШОП является одним из наиболее распространенных хронических заболеваний человека. Несмотря на значительные успехи в изучении данной патологии, результаты проводимого лечения не всегда удовлетворяют как пациента, так и врача. Нередко течение заболевания приобретает затяжной, быстро прогрессирующий характер, развивается процесс удачно названный «дегенеративным каскадом» [1].

Выбор лечебной тактики зависит во многом от точной диагностики патоморфологических субстратов и патогенетических ситуаций, лежащих в основе поражения ШОП и степени их воздействия на спинной мозг и нейрососудистые образования позвоночного канала. При компрессионных формах остеохондроза ШОП дорогостоящее консервативное лечение и длительная реабилитация требуют поиска радикальных, более эффективных способов хирургического лечения [2].

Важную роль в возникновении и клинических проявлениях компрессионных синдромов играет ширина позвоночного канала, а точнее наличие резервных пространств на уровне шейного утолщения и всех шейных сегментов, как в покое, так и при различных движениях головы и шеи.

Избыточная подвижность позвонков, патологическое смещение дегенеративно-измененных или поврежденных межпозвонковых дисков, приводят к сдавлению корешков спинномозговых нервов, спинного мозга, питающих сосудов.

Как правило, на уровне локальной компрессии наиболее выражены сегментарные расстройства, но довольно часто возникают и проводниковые нарушения. А когда сдавливаются питающие спинной мозг сосуды, с большой долей вероятности развивается синдромокомплекс, объединяемый под названием «шейная компрессионно-ишемическая радикуломиелопатия (РМП)» [3].

Шейная РМП – одно из распространенных заболеваний лиц трудоспособного возраста. Анамнестически важной становится перенесенная ранее травма или наличие аномалии развития позвоночника, а также острое травматическое воздействие, приводящие к развитию дегенеративно-дистрофического процесса.

Анатомо-физиологические особенности ШОП играют решающую роль в возникновении функциональных расстройств. Кровоснабжение шейного отдела спинного мозга осуществляется, главным образом, из системы позвоночных артерий, а также за счет восходящей и глубокой артерий шеи, верхней межреберной артерии. Но отсутствие внутримозговых анастомозов между бассейнами приводит к уязвимости кровоснабжения шейного отдела спинного мозга, поэтому в патогенезе вертеброгенных шейных РМП решающее значение имеет не столько компрессия спинного мозга костно-хрящевыми элементами позвоночника, сколько сдавление спинальных сосудов. Уязвимость спинальных сосудов обусловлена расположением их по передней поверхности спинного мозга (рис. 1).

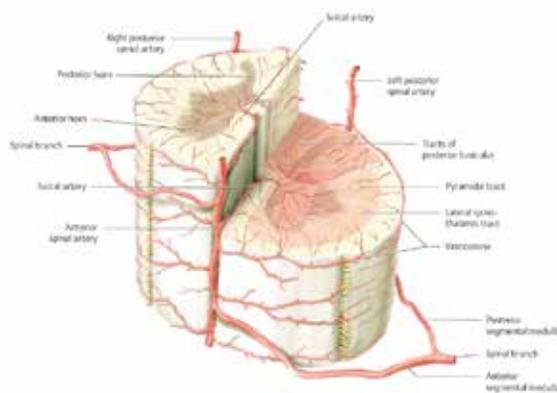


Рис. 1. Особенности кровоснабжения спинного мозга (Schuenke M. et al.- Thieme Atlas of Anatomy. Head and Neuroanatomy)

Механизм развития РМП сложен и складывается из сосудистых нарушений, отека мозгового вещества, аутоиммунной недостаточности и др. Сочетание вертеброгенного патологического воздействия на спинной мозг (разрывы дисков, краевые костные разрастания, реактивный рубцовый процесс, посттравматические деформации позвоночного канала, патологическая подвижность позвонков) с преморбидной неполноценностью его сосудов (атеросклероз, васкулиты, сосудистые мальформа-

ции и т.д.) уменьшает компенсаторные возможности спинального кровообращения [4, 5].

Вертеброгенные шейные РМП отличаются большим разнообразием и, в большинстве случаев, тяжелым хроническим течением. Прогрессирующе нарастает слабость в конечностях, появляются расстройства чувствительности и тазовые нарушения [6]. Обычно, в зависимости от уровня поражения, доминирует спастический или спастико-атрофический тетрапарез (паралич) или гемипарез, реже – изолированный парапарез верхних конечностей. Острое начало РМП более характерно для грыжевых форм заболевания, нестабильности шейных позвонков и отражает преобладание сосудистого компонента в патогенезе [7].

Несмотря на успехи в хирургическом лечении РМП, существует проблема уменьшения травматичности оперативного вмешательства, сокращения сроков послеоперационного лечения и предупреждения осложнений, в основном связанных с применением различных трансплантатов для межтелового спондилодеза.

Решению этих задач способствует использование микрохирургической техники и внедрение оперативных методов, которые включают в себя радикальную декомпрессию нейрососудистых образований с восстановлением адекватных для нормального функционирования топографо-анатомических и био-

механических взаимоотношений в оперированном позвоночно-двигательном сегменте (ПДС) [2].

Из вышеизложенного понятно, что клинические проявления шейного остеохондроза весьма разнообразны [8]. При анализе разнообразия неврологических нарушений можно выделить несколько ведущих вариантов развития и течения вертеброгенных шейных РМП:

- синдром пирамидной недостаточности;
- сирингомиелитический синдром;
- полиомиелитический синдром;
- синдром Броун – Секара;
- заднестолбовой синдром;
- синдром бокового амиотрофического склероза (БАС).

Учитывая разнообразие клинической симптоматики, можно понять необходимость своевременной диагностики вертеброгенных шейных РМП и назначения патогенетически обоснованного лечения.

В диагностическом плане необходимо уточнить причину стойкой или динамической компрессии спинного мозга, преморбидное состояние позвоночного канала, состояние спинномозговых структур. Большое значение в настоящее время имеют нейробиологические (электронейромиография – ЭНМГ) и нейровизуализационные методы диагностики (компьютерная томография – КТ, магнитно-резонансная томография – МРТ) (рис. 2).

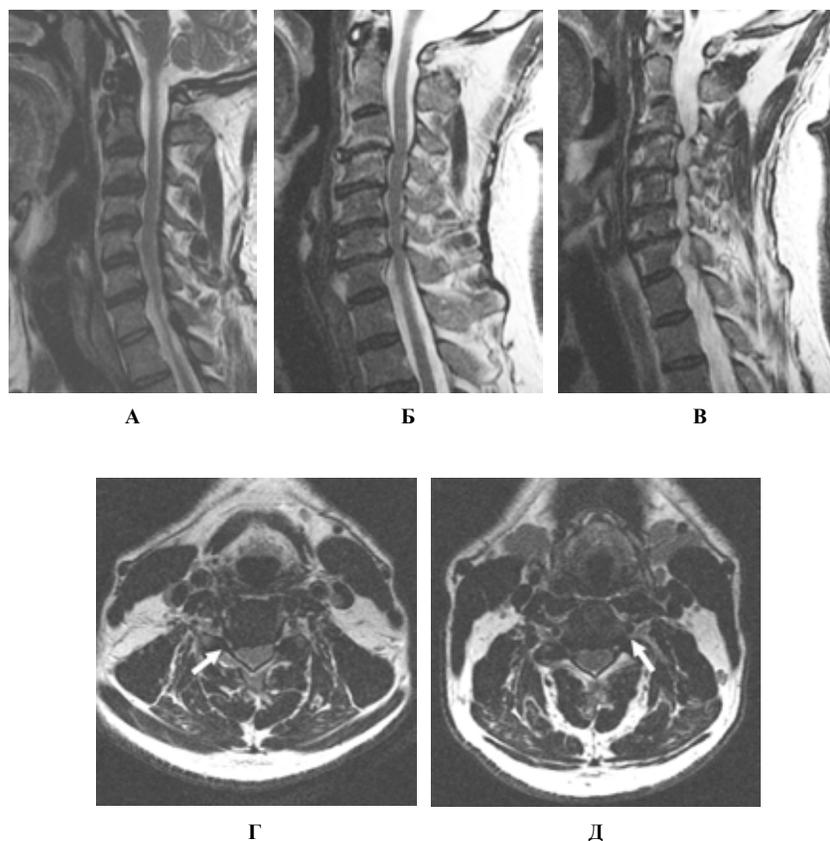


Рис. 2.

МР-томограммы: А – многоуровневый стеноз шейного отдела позвоночника. Б – комбинированный многоуровневый стеноз шейного отдела позвоночника. В – артроз межпозвонковых суставов, задние остеофиты. Г – заднее-боковая грыжа диска с правосторонним фораминальным компонентом. Д – сдавление левой позвоночной артерии остеофитом и грыжей диска

Так, традиционная рентгенография позволяет выявить наличие краевых остеофитов на передних и задних поверхностях тел позвонков, деформацию унковертебральных отростков, подвывихи тел позвонков, обызвествление выпавшего пульпозного ядра диска, снижение высоты дисков, признаки нестабильности (рис. 3).

Компьютерная томография (КТ) позволяет получить информацию об изменении костных структур и суставного аппарата, тогда как для оценки состояния спинного мозга более информативным является магнитнорезонансная томография (МРТ) позволяет оценить состояние спинномозговых структур и позвоночного канала, уточнить степень дегенеративных изменений отдельных анатомических мягкотканых образований (рис. 4).

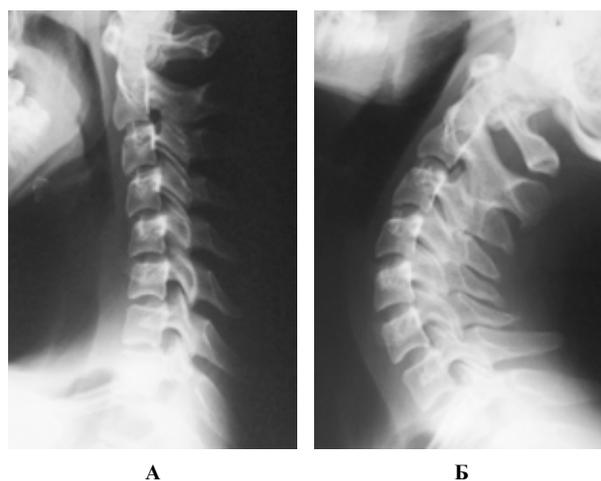
Нами были проанализированы результаты хирургического лечения 56 больных с компрессионными неврологическими синдромами вследствие ДДЗ ШОП. Все пациенты, находились на лече-

нии в РНХИ им. проф. А.Л. Поленова и СПб ГБУЗ «Городская больница святой преподобномученицы Елизаветы» в период с 2008 по 2016 годы включительно и были прооперированы с применением эластичных нитиноловых фиксаторов.

Ведущим клиническим синдромом у 37 пациентов была радикулопатия, 10 – радикуломиелопатия, у 9 человек - миелопатия.

Клинические проявления радикулопатии чаще встречались у больных с длительностью заболевания до 1 года (преимущественно 3-6 мес) и имели выраженный характер, преобладал болевой синдром. Больные с явлениями радикуломиелопатии и миелопатии имели более длительный анамнез; в ряде случаев это объяснялось тем, что больные находились на консервативном лечении на протяжении ряда лет.

В наших наблюдениях преобладали больные с монорадикулярным характером поражения, чаще наблюдалась радикулопатия C_5 и C_7 корешков,

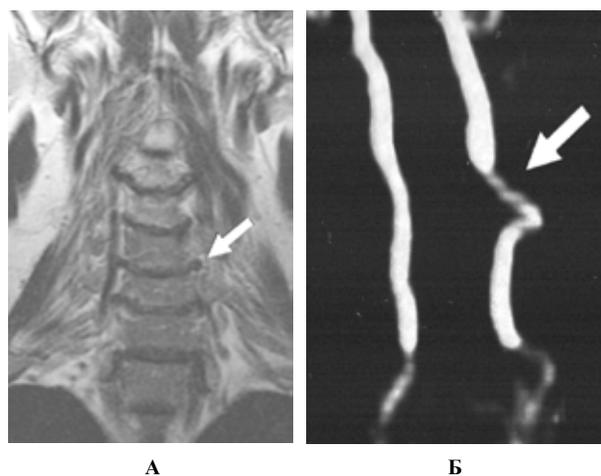


А

Б

Рис. 3.

А, Б - функциональные снимки шейного отдела позвоночника: при сгибании определяется многоуровневое («лестничное») смещение в сегментах С1-С2, С2-С3, С3-С4



А

Б

Рис. 4.

А – фораминальная грыжа межпозвоночного диска CV-CVI слева.

Б – тот же больной, ангиограммы: определяется дополнительное петлеобразование позвоночной артерии на уровне CV-CVI, сопровождающееся ее стенозом

реже в процесс вовлекались C_4 , C_6 и C_8 корешки. Отмеченная зависимость носит случайный характер и не является статистически достоверной. Монорадикулярный характер поражения чаще встречался при изолированном поражении межпозвонкового диска ШОП.

В исследуемой группе было 35 мужчин и 21 женщина в возрасте от 22 до 74 лет, средний возраст составил

48,6 лет. Обследование включало в себя неврологический осмотр, ЭНМГ, спондилографию, КТ, МРТ.

По длительности анамнеза больные были разделены на 3 группы: от нескольких месяцев до 1 года – 16 человек, от 1 года до 3 лет – 21 человек и больше 3 лет – 19 пациентов. В 11 случаях имело место многоуровневое (полисегментарное) поражение ШОП (рис. 5).

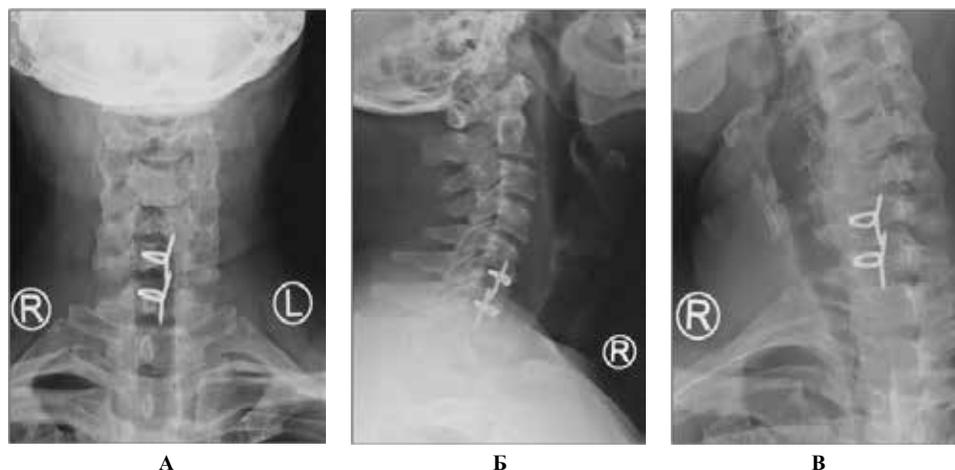


Рис. 5. (А, Б, В) Функциональные рентгенограммы пациента Ш. Двухуровневое оперативное вмешательство по поводу грыж МПД CV-CVI, CVI-CVII, установлены «эндопротезы» межпозвонковых дисков в виде одновитковых спиралей. Сохранена физиологическая подвижность оперированных ПДС. Признаков нестабильности нет

Для оценки болевого синдрома, являвшимся ведущим в группе пациентов с радикулопатией, использовалась ВАШ (VAS). У пациентов с миелопатией ведущими были проводниковые расстройства, которые оценивались по европейской шкале миелопатии (EMS) и JOA [9, 10]. В группе больных с радикуломиелопатией применяли шкалы VAS, EMS и JOA. Динамика состояния оценивалась на протяжении полугода с обязательным тестированием пациентов до операции и после через 3, 6 и 12 мес.

У пациентов с миелопатией показатель проводниковых расстройств (EMS) укладывался в первый класс нарушений и составлял в среднем 13 баллов. К концу первого года после операции индекс EMS увеличивался в среднем на 3 балла. Анализ результатов функциональной адаптации по JOA спустя 6 мес. после операции также подтвердил достоверное улучшение с результатом лечения согласно индексу Barthel: хороший у 4 пациентов, отличный – у 5.

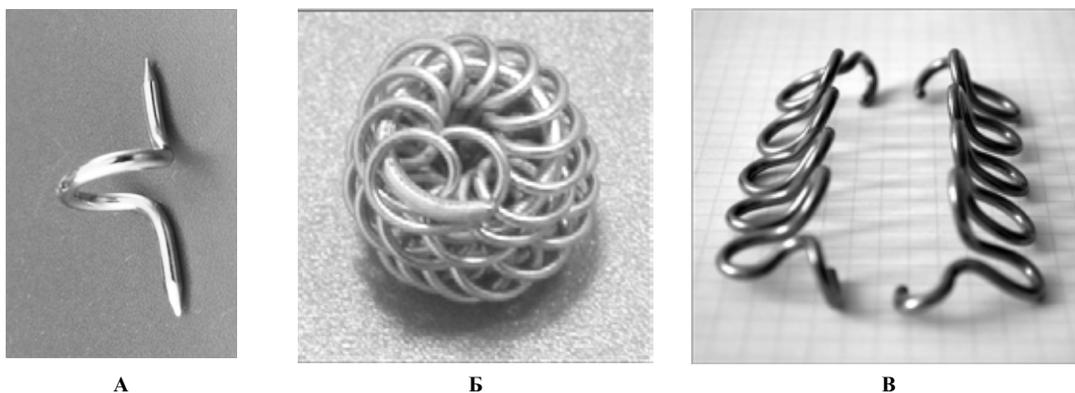
По результатам оценки данных, полученных при анализе VAS, у всех пациентов с радикулопатией отмечался регресс болевого синдрома в раннем послеоперационном периоде без его рецидива в дальнейшем. Пациенты с радикуломиелопатией также отмечали регресс болевого синдрома по результатам VAS, и нами было отмечено достоверное снижение уровня проводниковых расстройств по EMS с 13 баллов до операции и до 16-17 в ближайшем послеоперационном периоде. У 6 пациентов мы вы-

явили полный регресс проводниковых расстройств (17-18 баллов EMS) спустя 6 мес. после операции. Результаты по шкале JOA были удовлетворительными в 1 случае, хорошими – у 5, отличными у 4 больных.

Основываясь на клинических, нейрофизиологических проявлениях и данных нейровизуализационных исследований, выполнялись декомпрессивно-стабилизирующие операции с применением следующих различных эластичных нитиноловых фиксаторов: одновитковая спираль («эндопротез» межпозвонкового диска) и его модифицированные аналоги (рис. 6А), сферический протез пульпозного ядра (рис. 6Б), ламинарные фиксаторы-петельные стяжки (рис. 6В).

Предпочтение отдавалось переднему операционному доступу. Исключение составляли пациенты с многоуровневым стенозом позвоночного канала, требующие выполнения ламинопластики (8 человек) из заднего операционного доступа. Тип фиксатора зависел от характера поражения позвоночно-двигательных сегментов и не мог существенно повлиять на исход хирургического лечения.

Динамическая функция «эндопротеза» сохраняется по нашим данным до 18 мес. с момента операции: между телами позвонков, где была установлена одновитковая спираль, в раннем послеоперационном периоде возникает фиброзный блок, который в сочетании с ЭНФ функционирует как новообра-



А

Б

В

Рис. 6.

Типовые примеры ЭНФ:

А – «эндопротез» межпозвонкового диска.

Б – протез пульпозного ядра.

В – трехплоскостной ламинарный фиксатор

зованный межпозвонковый диск, сохраняя необходимую физиологическую подвижность между телами, имитируя работу межпозвонкового диска. «Эндопротез» успеваает выполнить свою основную функцию – предотвратить уменьшение высоты межпозвонкового пространства после удаления поврежденного диска и осуществлять умеренную дистракцию тел позвонков по оси позвоночника, сохраняя мобильность ПДС.

К сожалению, процесс перерождения фиброзного блока в костный необратим, вследствие чего возникает обычный межтеловой спондилодез, подобный спонтанному спондилодезу, возникающему при перерождении собственных хрящевых межпозвонковых дисков вследствие дегенеративных процессов.

Применяемые нами одноплоскостные петельные стяжки и трехплоскостные петельные фиксаторы для протезирования связочных и костных структур при ламинопластике одновременно выполняют две функции: обеспечивают своей рабочей частью защиту «ламINATIONНОГО ОКНА» от давления мягких тканей на спинной мозг и нейрососудистые образо-

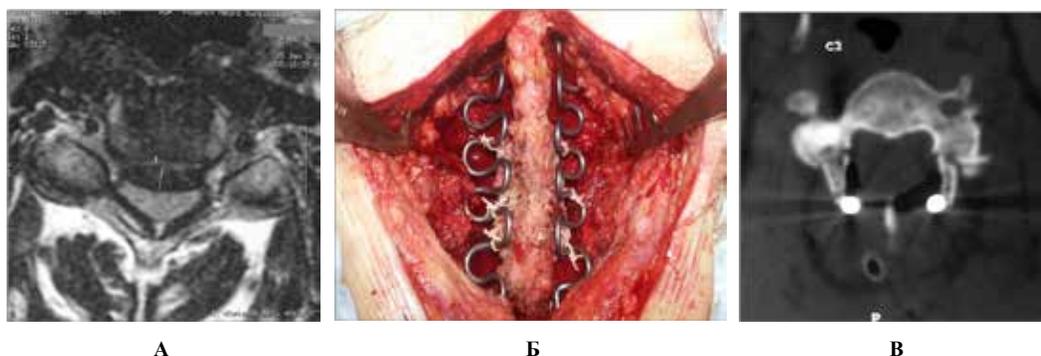
вания позвоночного канала и фиксируют оперированные сегменты (рис. 7).

Развиваемая фиксаторами равномерная компрессия аналогична эластичному действию резецированных связок, чем обеспечивается биомеханически правильная стабилизация оперированного сегмента.

Наряду с актуальностью разработки малотравматичных на костных многофункциональных стабилизирующих систем, по-прежнему остается дискуссионным вопрос о новых видах и способах протезирования удаленных структур позвоночника, в частности, имитация работы межпозвонкового диска.

Нами был разработан и внедрен в клиническую практику способ протезирования пульпозного ядра межпозвонкового диска с помощью имплантата из нитиноловой нити, позволяющий проводить оперативное вмешательство на любом отделе позвоночника, даже в условиях остеопоротически измененных позвонков (рис. 8).

Методика является малотравматичным вмешательством без дополнительной интраоперационной



А

Б

В

Рис. 7.

А – выраженный стеноз позвоночного канала. Состояние до операции.

Б – интраоперационное фото установленных трехплоскостных ламинарных фиксаторов.

В – состояние позвоночного канала после операции (МРТ)

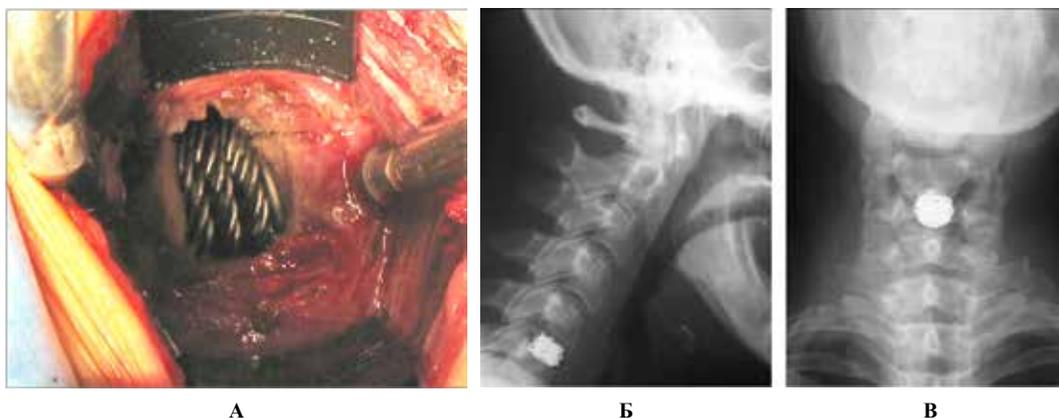


Рис. 8.

А – интраоперационное фото – протез пульпозного ядра установлен между телами CV-CVI позвонков.
Б – контрольные спондилограммы

репозиции, направлена на поддержание постоянно функционального объема движений и размеров позвоночного канала на уровне оперированного позвоночно-двигательного сегмента, что позволяет минимизировать риск развития возможного рецидива и синдрома смежных позвоночно-двигательных сегментов.

Биомеханические и физические свойства ЭНФ определяют показания к их применению в нейрохирургии, в частности, при хирургических вмешательствах на шейном отделе позвоночника: компрессионные переломы позвонков (I-II степени); вывихи и подвывихи позвонков с разрывом связок и капсул межпозвонковых суставов; разрушение межпозвонковых дисков с признаками нестабильности; необходимость протезирования удаленных или измененных межпозвонковых дисков, связочного аппарата ПДС.

Благодаря сверхэластичности конструкций из нитинола, линейная нагрузка на костные структуры возрастает плавно, фиксаторы смягчают (демпфируют) ударную перегрузку, в местах их зацепления значительно снижается вероятность разрушения и резорбции кости, что оправдывает использование ЭНФ даже при остеопорозе позвонков, как уже отмечалось выше.

При дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника фиксаторы из нитинола применяются как протезирующие конструкции, восполняющие функции удаленных разрушенных структур. Эластичные нитиноловые фиксаторы позволяют равномерно распределить нагрузку на опорно-силовые колонны позвоночника, а также выполняют роль защитного каркаса для спинного мозга.

Несмотря на появление новых типов ЭНФ, первое поколение фиксаторов по-прежнему остается востребованным. Так, петельные фиксаторы зачастую незаменимы для укрепления задних структур позвоночника, а «эндопротез» межпозвонкового диска

в виде одновитковой спирали, по-прежнему, имеет право на активное применение при вмешательствах на шейном отделе позвоночника.

Комбинированное применение нескольких типов фиксаторов с предварительным анализом их силового воздействия зачастую является необходимым, т.к. сочетание различных ЭНФ для фиксации поврежденного или оперированного ПДС в любом функционально-выгодном положении позволяет не вовлекать в блок смежные неповрежденные сегменты позвоночника, которые продолжают работать в обычном физиологическом режиме.

Применение ЭНФ нового поколения, направленных на сохранение и восстановление физиологических функций пораженного ПДС, сокращает период реабилитации оперированных пациентов, позволяет улучшить ближайшие и отдаленные результаты хирургического лечения, снизить частоту возможных послеоперационных осложнений в раннем и позднем послеоперационных периодах.

Выводы. 1. При определении хирургической тактики и выбора оптимального операционного доступа для устранения компрессии спинного мозга и нервососудистых образований позвоночного канала на уровне шейного отдела необходимо детальное предоперационное изучение всех анатомо-физиологических особенностей и патологических изменений в шейном отделе позвоночника и спинного мозга с применением всех доступных клинических, нейрофизиологических и нейровизуализационных методов диагностики.

2. При моносегментарной (в частности дискогенной) компрессии спинного мозга и нервососудистых образований позвоночного канала показано применение переднего (или передне-бокового) операционного доступа к шейным позвонкам, а для сохранения функциональной подвижности в оперированном сегменте целесообразно применение ЭНФ типа одновитковой нитиноловой спирали («эндопротеза» межпозвонкового диска) или их модифи-

цированных аналогов, что уменьшает нагрузку на смежные позвоночные сегменты и снижает вероятность быстрого развития так называемого «дегенеративного каскада».

3. При многоуровневой деформации позвоночного канала (стенозе) основные патологические изменения развиваются по задней поверхности межпозвоночных дисков и тел позвонков, на значительном протяжении деформи-

руется и утолщается задняя продольная связка, что приводит к полисегментарной компрессии спинного мозга и нейрососудистых образований позвоночного канала. При таком развитии процесса передняя декомпрессия малоэффективна и показано применение заднего операционного доступа по типу декомпрессивной ламинопластики с применением ЭНФ в виде петельных фиксаторов-стяжек.

Литература

1. Шулев Ю.А. Протокол ведения проспективного исследования у больных с дегенеративно-дистрофическими поражениями шейного отдела позвоночника / Ю.А. Шулев, М.Н. Юсупов, В.В. Степаненко, В.Л. Рычков, Ю.М. Башкина, А.В. Транши // Нейрохирургия. - 2008. - №2. - С. 74.
2. Шевелев И.Н., Гуша А.О. Дегенеративно-дистрофические заболевания. — Москва: Издатель: АБВ-пресс, 2010. -175 с.
3. Скоромец, А.А. Остеохондроз дисков: новые взгляды на патогенез неврологических синдромов / А.А. Скоромец, А.П. Скоромец, А.П. Шумилина // Неврологический журнал. 1997. - №6. - С. 535.
4. Луцик А.А. Компрессионные синдромы остеохондроза шейного отдела позвоночника. - Новосибирск: Издатель, 1997. - 400 с.
5. Черненко О.А. Клинические и магнитнорезонансные томографические характеристики вертеброневрологических нарушений в различных возрастных группах: Дис.... канд. мед. наук. - М., 1996.-101 с.
6. Horne J. A. Oxidante stress // J. of Clin. Res.- 2000.- Supp. 1.-P. 21-24.
7. Попелянский Я.Ю. Ортопедическая неврология.- М.: Медицина, 1997.-552 с.
8. Хабиров Ф.А. Клиническая неврология позвоночника.- Казань: Медпресс, 2002.-427 с.
9. Tanaka N, Konno S, Takeshita K, Fukui M, Takahashi K, Chiba K et al. An outcome measure for patients with cervical myelopathy: the Japanese Orthopaedic Association Cervical Myelopathy Evaluation Questionnaire (JOACMEQ): an average score of healthy volunteers. J. Orthop Sci. 2014 Jan;19(1): P. 33-48.
10. Herdmann J, Linzbach M, Krzan M et al (1994) The European myelopathy score. In: Baucher BL, Brock M, Klinger M (eds) Advances in neurosurgery. Springer, Berlin, P. 266-268.