



ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ШЕЙНОЙ СПОНДИЛОГЕННОЙ МИЕЛОПАТИИ МЕТОДОМ ЛАМИНОПЛАСТИКИ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

М.Д. Древаль, А.О. Гуца

Научный центр неврологии, Москва

В представленном обзоре литературы подробно изложены основные принципы выполнения ламинопластики при шейном стенозе, осложненном миелопатической симптоматикой. Описана история метода и его совершенствование. Приведены данные зарубежных и отечественных исследований за последние 15 лет. На основании полученных результатов исследований оценена эффективность данной методики в сравнении с другими декомпрессивными методами. Обращено внимание на встречающиеся осложнения и методы их профилактики.

Ключевые слова: ламинопластика, миелопатия.

LAMINOPLASTY IN SURGICAL TREATMENT OF CERVICAL SPONDYLOTIC MYELOPATHY: LITERATURE REVIEW

M.D. Dreval, A.O. Gushcha

Literature review presents a detailed summary of main principles of laminoplasty for cervical stenosis complicated by myelopathic symptoms. The history of the method and its improvement are described. Data of domestic and foreign studies over the past 15 years are given. Results obtained in these studies were the basis for assessment of the method's efficiency in comparison with other decompression techniques. Attention is paid to encountered complications and methods of their prevention.

Key Words: laminoplasty, myelopathy.

Для цитирования: Древаль М.Д., Гуца А.О. Хирургическое лечение шейной спондилогенной миелопатии методом ламинопластики: обзор литературы // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12. № 2. С. 44–50.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.2.44-50>.

Please cite this paper as: Dreval MD, Gushcha AO. Laminoplasty in surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy: literature review. Hir. Pozvonoc. 2015;12(2):44–50. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.2.44-50>.

В последнее время в зарубежной литературе ламинопластике уделяется повышенное внимание. Оценка результатов краткосрочного и долгосрочного периодов наблюдения, осложнения, процессы восстановления – все это требует отдельного внимания при внедрении ламинопластики как выбора лечения многоуровневого цервикального стеноза. Шейная ламинопластика использовалась для декомпрессии шейного отдела спинного мозга, вызванной шейным спондилезом, оксификацией задней продольной связки или грыжей межпозвонкового диска, первично узким позвоночным каналом или комбинацией вышеперечисленных факторов. Впервые цервикальную ламинопластику в 1973 г. описали

Oyama et al. [27]. С тех пор первичное вмешательство претерпело немало изменений (рис. 1).

Альтернативой декомпрессивно-пластической операции служат передняя декомпрессия (корпорэктомия, дискэктомия) и спондилодез, ламинэктомия с задним спондилодезом или без него, эти операции являются надежными способами лечения, но связаны со значительным риском осложнений. Выбор способа декомпрессии шейного отдела позвоночника зависит от множества факторов, в том числе от причины и локализации компрессии, количества заинтересованных уровней стеноза. Передний доступ непосредственно позволяет ликвидировать вентральную компрес-

сию (краевые остеофиты, грыжу межпозвонкового диска, оксификацию задней продольной связки). К недостаткам можно отнести риски, связанные с обширной костной резекцией, болезнью смежных уровней, и сложно имплантируемую систему. При операции из переднего доступа выполняются многоуровневая дискэктомия или корпорэктомия со стабилизацией. Emery et al. [6] в 1998 г. обобщили и описали 108 случаев спондилогенной цервикальной миелопатии у больных, которым выполнены передняя декомпрессия и артродез. В раннем послеоперационном периоде 62 % больных, имеющих в дооперационном периоде двигательный дефицит, отметили полное восстановление

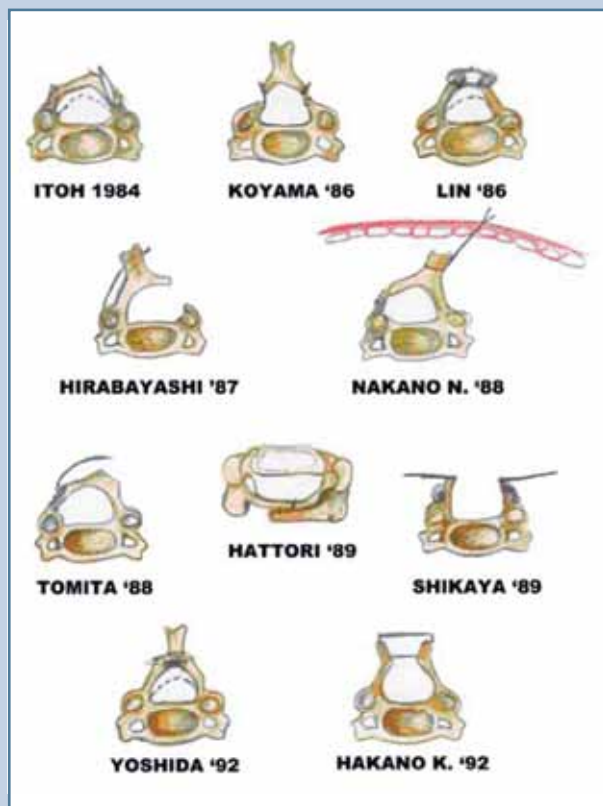


Рис. 1

Эволюция методов ламинопластики

двигательной функции в ногах. Тем не менее псевдоартроз развился у 16 (15 %) пациентов. В настоящее время большинство хирургов предпочитает выполнение переднего доступа. Тревожным является тот факт, что при выполнении спондилодеза на двух и более уровнях увеличивается риск возникновения псевдоартроза, то есть несостоятельности конструкции [8]. Другими осложнениями переднего доступа являются переломы и смещение системы имплантации (винтов, пластин, аллотрансплантата) и осложнения, связанные с доступом, в числе которых дисфагия, дисфункция возвратного гортанного нерва, повреждение пищевода, сонной артерии.

Исторически сложилось так, что стандартом лечения спондилогенной миелопатии была шейная ламинэктомия. Значительным минусом данного метода является постламинэктомический кифоз, как следствие ятрогенной дестабилизации шейного отдела позвоночника. Pal и Cooper [28] изучили получаемую нагрузку на передние (тела позвонка, межпозвонковые диски) и задние (суставы, дужки и суставные отростки) отделы позвоночника у трупов. Они продемонстрировали, что 36 % нагрузки приходится на переднюю часть, а 64 % – на заднюю. Таким образом, задние структуры позвонка отвечают за большую часть получаемой нагрузки

в шейном отделе позвоночника, и нарушение целостности заднего комплекса позвонка может привести к сегментарной нестабильности. Изменение сагиттального баланса приводит к развитию кифоза, мускулатура шеи принимает механически невыгодное положение, требующее постоянного сокращения. Этот процесс приводит к тому, что наибольшую нагрузку получают межпозвонковые диски и передний отдел тел позвонков, что ведет к дальнейшей дегенерации.

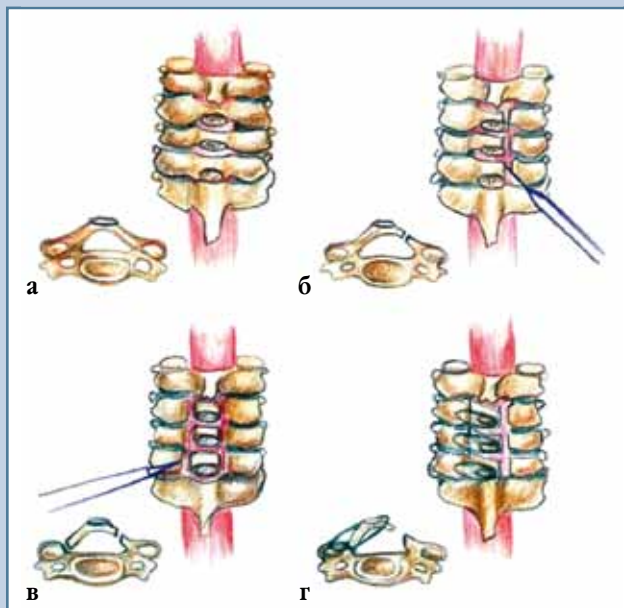
Методы ламинопластики

Проблема послеоперационного кифоза, присущая ламинэктомии, способствовала развитию различных методов декомпрессии позвоночника из заднего доступа с попыткой сохранения большей части задних элементов позвоночного столба. Продолжают развиваться новые методы декомпрессии спинно-мозгового канала. Существует два основных типа процедур. Первый – ламинопластика по типу открытой двери, где одна сторона (дуга, остистый отросток, медиальная часть сустава и желтая связка) вскрывается/надпиливается на всем протяжении стеноза; второй – вскрытие/пропиливание и разведение остистых отростков по средней линии.

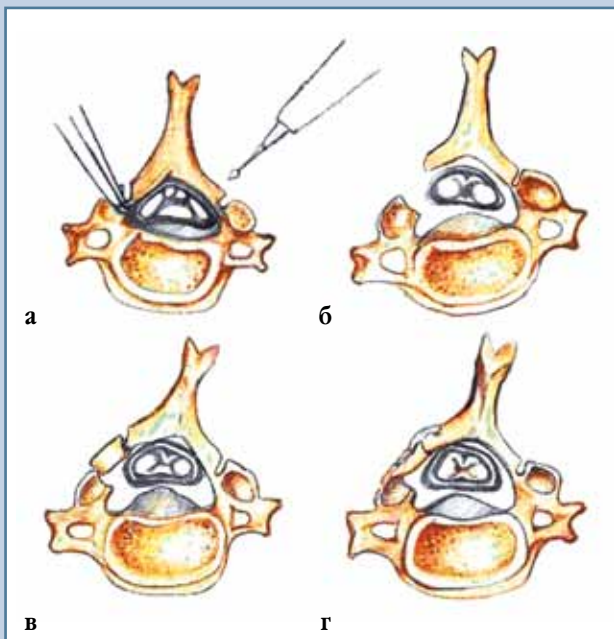
Ламинопластика по типу открытой двери

В 1968 г. Miyazaki и Kirita [22] разработали многосегментную ламинопластику для устранения сдавления спинного мозга оссифицированной продольной связкой путем распиливания остистого отростка по средней линии, а затем одновременного снятия наружного кортикального слоя дуг справа и слева. Позже Oyama и Hattori [27] описали первую ламинопластику, при которой дужки позвоночного канала сохраняли с формированием Z-образного окна дуг и их разведения. Вскоре Hirabayashi [13] модифицировал процедуру до односторонней ламинопластики по типу открытой двери, которая позволила вскрыть канал путем создания костного блока на одной стороне и создания диастаза дуги на противоположной стороне. Это позволило произвести адекватную декомпрессию спинного мозга с сохранением опороспособности на протяжении нескольких сегментов (рис. 2). Автор настаивал на использовании фиксирующего шва остистого отростка и задней группы мышц шеи для того, чтобы избежать закрытия созданного пластического дефекта. Вскоре появились сообщения о рестенозе из-за миграции надломленной дуги [13]. У больных отмечалось радиологическое и неврологическое ухудшение изначально удовлетворительных результатов, что способствовало дальнейшему совершенствованию методики.

Позже Lee et al. [20] сообщили об использовании реберного аллотрансплантата со стороны надломленной дужки. Установленный в диастаз дужек трансплантат фиксировали с помощью проволоки. В среднем было отмечено, что в течение 19 мес. отсутствовали миграция имплантата и сегментарная нестабильность. Itoh и Tsuji [15] в 1985 г. сообщили о расширении переднезаднего размера кана-

**Рис. 2**

Ламинопластика по типу открытой двери по Hirabayashi [13]: **а** – после удаления остистых отростков; **б** – двустороннее пропиливание дужек на протяжении стеноза; **в** – сохранение внутреннего кортикального слоя с одной из сторон; **г** – фиксация остистого отростка и дужки за дугоотростчатый сустав и мягкие ткани с противоположной стороны

**Рис. 3**

Использование титановых микропластин для дополнительной фиксации диастаза дуги и выполнение базисного метода ламинопластики по типу открытой двери (**а, б**), дополнительной установкой импланта (**в, г**), фиксация опорного комплекса

ла в среднем на 4,5 мм, которое сохранялось в течение 18-месячного периода наблюдения. Mochida et al. [23] разработали метод ламинопластики с помощью реконструкции мягких тканей (связок). Остистый отросток C₇ был приближен к остистому отростку Th₁ восьмиобразным швом, верхушка остистого отростка была плотно сшита с выйной связкой со стороны сохраненной дужки, аналогичная манипуляция была выполнена на прилежащих уровнях стеноза.

В 1996 г. O'Brien et al. [26] описали новую методику ламинопластики, которая была дополнена установкой титановых микропластин, несколько позже Shaffrey et al. [33] модифицировали этот метод и использовали аллотрансплантат в дополнение к фиксации микропластиной (рис. 3).

Ламинопластика со срединным расщеплением остистого отростка (по типу французской двери)

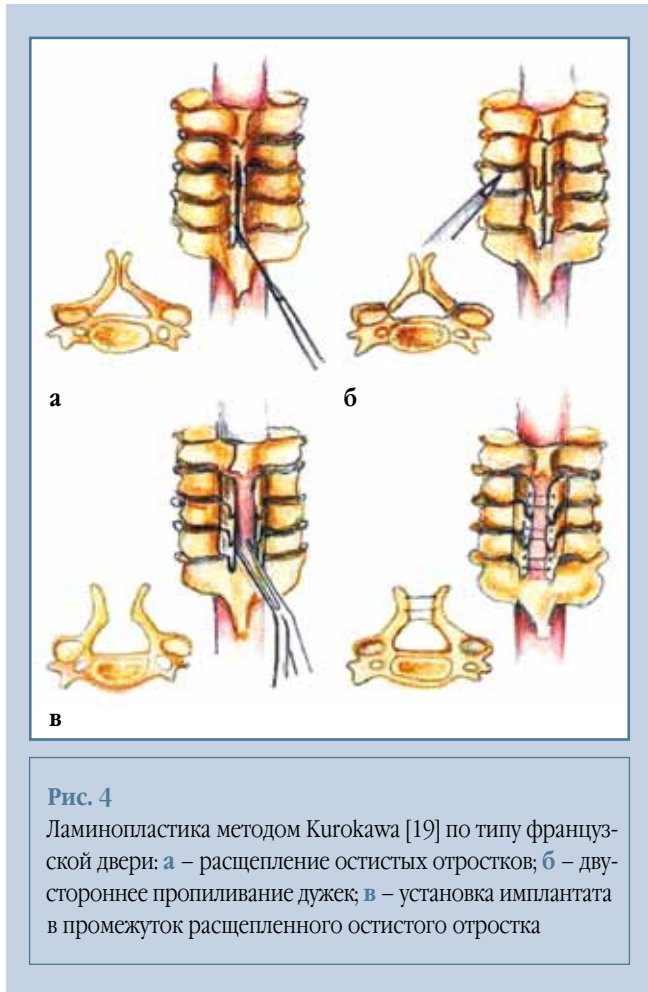
Данный вид ламинопластики описал Kurokawa [19] в 1982 г. Выполняли пропил наружного кортикального слоя дуг позвонка с обеих сторон, по типу открытой двери, а после осуществляли срединное расщепление остистых отростков. В созданный дефект остистого отростка устанавливали имплантат с последующей его фиксацией с помощью шовного или проволоочного материала (рис. 4). В литературе довольно много описаний модификаций данного мето-

да, к примеру, замена костного трансплантата керамикой или гидроксиапатитом [10]. При выполнении основных этапов декомпрессии использовали высокоскоростной бор, но ряд хирургов использует пилу Джильи.

Оценка биомеханики

В 1995 г. Nowinski et al. [25] на девяти трупах провели сравнение ламинопластики и ламинэктомии с фасетэктомией. Исследование показало, что ламинэктомия и двусторонняя резекция фасеточного сустава на 25 % или более приводит к увеличению объема движений в шейном отделе. После ламинопластики движения существенно не отличались от безоперационной группы контроля, за исключением незначительного увеличения осевого вращения.

Baisden et al. [5] провели сравнительное интраоперационное исследование многоуровневой ламинэктомии и ламинопластики на козах, наблюдая их в последующие 6 мес. В раннем послеоперационном периоде не обнаружено существенных рентгенологических различий между оперированными животными. В среднем через 16 недель после операции у коз из группы с ламинэктомией выявлена сглаженность лордоза с последующим формированием кифоза. У животных, кото-



рым выполнена ламинопластика, физиологический лордоз сохранялся на протяжении 8 мес.

Послеоперационный прогноз на основе визуализационных исследований

Золотым стандартом оценки изменений спинного мозга является МРТ-исследование, которое позволяет оценить положение спинного мозга, подробно проследить ход нервных корешков, выявить наличие или отсутствие очага миелопатии и др. По данным МСКТ оценивается поперечное сечение спинно-мозгового канала [18]. С учетом данных исследований, оценки продолжительности и проявлений клинической картины можно предсказать течение послеоперационного периода и возможности восстановления. Wada et al. [36] изучили данные 50 пациентов с цервикальной миелопатией посредством МРТ и МСКТ до операции и контрольной послеоперационной МСКТ для определения корреляции между исследованиями и скоростью восстановления. Был сделан вывод, что область спинного мозга с высокой интенсивностью сигнала на T2-взвешенных томограммах представляет собой необратимые изменения (очаг ишемии и некроза

нервной ткани), а участки нервной ткани с низкой интенсивностью сигнала на T1-изображениях – обратимые изменения (отек).

Matsuda et al. [21] сделали вывод, что пациенты, имеющие до операции высокую интенсивность сигнала, которая уменьшилась на контрольных снимках, продемонстрировали хорошее восстановление, а те, у кого интенсивность сигнала увеличивалась или не изменилась, показали худшие результаты.

Sodeyama et al. [34] в 1999 г. с помощью МСКТ оценили положение спинного мозга у 65 пациентов до и после выполнения ламинопластики. Измеряли расстояние от заднего края тел позвонков до дорсальной поверхности спинного мозга. Смещение спинного мозга более чем на 3 мм сопровождалось удовлетворительными клиническими результатами. Это исследование подтвердило результаты Itoh и Tsuji [15], которые указали на то, что смещение более чем на 4 мм имеет хороший послеоперационный прогноз.

Оценка клинического исхода

Hirabayashi и Satomi [13] в 1988 г. впервые обобщили клинические результаты серии больных, которым была выполнена ламинопластика. Оценку производили по шкале Японской ортопедической ассоциации (JOA). В 54 % случаев было получено улучшение (3-летний период наблюдения). В сообщении Satomi говорится о 33 пациентах с 8-летним периодом наблюдения, у 58 % из них отмечено улучшение неврологической симптоматики. Tomita et al. [35], наблюдали в течение 34 мес. 25 больных, из которых 72 % имели положительные результаты восстановления. Edwards et al. [7] описали клиническую картину 18 пациентов, которым была выполнена ламинопластика по Kurokawa: увеличение силы в руках отмечено в 67 % случаев, снижение парестезии – в 82 %, купирование боли – в 83 %, улучшение походки – в 67 % (средние сроки наблюдения 24 мес.). В 1995 г. Kimura et al. [17] описали 29 пациентов через 5 лет после ламинопластики, оценили краткосрочные и долгосрочные результаты, получив в среднем 54,4 и 48,5 % положительного исхода соответственно.

В 2003 г. японские нейрохирурги изучили долгосрочный результат (более 10 лет) 126 пациентов, перенесших ламинопластику [16]. Средняя предоперационная оценка составила 9,1 балла, послеоперационное состояние улучшилось до 13,7 балла в течение первого года. У 20 пациентов за время наблюдения оценка JOA ухудшилась. Формирование кифоза наблюдалось у 20 больных, диапазон движения в среднем снизился на 25,1 %. Был оценен исход операций у пожилых пациентов. Результаты восстановления больных в возрасте старше 80 лет существенно не отличались от результатов пациентов в возрасте от 65 до 79 лет. Kawaguti et al. [16] сообщили о применении ламинопластики у пациентов старше 70 лет, проводя сравнение с контрольной группой пациентов до 69 лет, значимой разницы в исходе не выявили.

В ходе нескольких исследований сравнивали ламинопластику и ламинэктомию со спондилодезом. Сопоставили данные 13 больных, перенесших ламинэктомию с инструментализацией, и 13 пациентов, перенесших ламинопластику. Послеоперационный исход оценивали по шкале Нурикаи, выявили незначительное улучшение и в группе пациентов, которым выполняли ламинопластику. Среди 12 операций, выполненных методом ламинопластики, осложнений не было. В группе ламинэктомии со спондилодезом в 9 случаях отметили клиническое прогрессирование миелопатии, несостоятельность конструкции, требующую повторного вмешательства, формирование кифотической деформации, боль и дискомфорт в области операции, болезнь смежных уровней и раневую инфекцию. Данное исследование носило ознакомительный характер, недостаточное количество проанализированного материала не позволило сделать определенные выводы. Однако специалисты сошлись во мнении, что ламинопластика более безопасный способ лечения [9, 11].

В 1992–2001 гг. рядом авторов проведено несколько исследований, заключающихся в сравнении переднего (корпорэктомия со спондилодезом) и заднего (ламинопластика) доступов. Существенной разницы в темпах неврологического восстановления между этими двумя группами в течение 3–5 лет после операции не обнаружено. В группе с корпорэктомией отмечали более продолжительное время операции, большую потерю крови и формирование псевдоартроза в 26 % случаев. Аксиальные боли наблюдалась у 15 % пациентов из группы корпорэктомии и у 40 % пациентов из группы ламинопластики. Объем движения был сокращен в среднем на 29 % у пациентов из группы ламинопластики, а в группе корпорэктомии уменьшился на 49 % [37].

Послеоперационные осложнения

В 2004 г. было проведено обследование 71 пациента с ламинопласти-

кой, которое выявило общую частоту болей в области шеи, колеблющуюся от 6 до 60 % [29]. По данным Hosono et al. [14], распространенность послеоперационных аксиальных болей была значительно выше после ламинопластики, чем после переднего спондилодеза (60 и 19 % соответственно). У 18 (25 %) пациентов из группы ламинопластики основной жалобой после операции была боль в шее более чем 3 мес., в группе оперированных из переднего доступа не было больных с значимой болью, требующей приема анальгетиков [14].

В зарубежной литературе встречается две противоположных точки зрения относительно остаточного движения в шейном отделе позвоночника. Некоторые хирурги придерживаются мнения, что остаточный объем движения в шее после операции способствует прогрессированию миелопатии [17]. Другие считают сохранение движения преимуществом ламинопластики перед корпорэктомией и ламинэктомией со спондилодезом [33]. Японские хирурги, отслеживая динамику у больных с ламинопластикой по типу открытой двери, обнаружили уменьшение объема движения на 62 % в сравнении с дооперационным уровнем [17]. В другом исследовании группы с ламинопластикой говорится, что у пациентов, потерявших свыше 30 % объема движения, были более высокие значения JOA и темпы неврологического восстановления, чем в группе, сохранившей более 70 % объема движения [24]. К концу наблюдения в большинстве случаев, независимо от выбора объема операции, было значительное снижение движения в шейном отделе позвоночника.

В литературе часто описывают возникновение двигательного монорадикулярного дефицита. Причинами возникновения служат миграция дужки, неадекватная декомпрессия, повторное стенозирование канала, формирование послеоперационной гематомы, избыточная тракция и травма корешка [24]. Частоту повторного стеноза оценить довольно сложно, так как МРТ-контроль выполняется в проблемных

случаях, но не рутинно. В раннем периоде большинство исследований, выполненных в плановом порядке, демонстрируют увеличение сечения спинно-мозгового канала. Двигательный дефицит чаще всего себя проявляет парезом C₅. Это обусловлено вышеупомянутыми факторами, но иногда происходит на фоне полного благополучия. Есть версия, что это является результатом тракции корешка уже после выполненной декомпрессии, так как его расположение соответствует максимальному углу физиологического шейного лордоза [12, 31]. Проанализировав полученные результаты, американские нейрохирурги оценили в 8 % случаев частоту пареза C₅, при этом большинство из этих случаев разрешились самостоятельно [29]. В своем исследовании Kawaguti et al. [16] описали 9 случаев пареза C₅, сформировавшегося в первые двое суток после операции. В последующем радикулопатия разрешилась у 5 пациентов, у 4 симптоматика сохранилась.

Интересным оказалось предположение, что формирование пареза коррелирует с наличием зон высокой интенсивности сигнала МРТ в сером веществе спинного мозга. Китайские коллеги [30] оценивали фораминальную компрессию корешка методом электронейромиографии: 74 пациента из первой группы прошли дооперационное ЭНМГ-исследование. Пациентам без патологии по данным ЭНМГ была проведена ламинопластика по Kurokawa, а пациентам с нарушениями на ЭНМГ выполнена ламинопластика по Hirabayashi с одномоментной фораминотомией. Во второй группе (37 больных) всем пациентам выполнили ламинопластику по Kurokawa без дооперационного ЭНМГ-исследования. Фораминотомия была выполнена 11 (14,9 %) пациентам. В первой группе не было ни одного случая дефицита C₅. Во второй группе, без ЭНМГ, двигательный дефицит возник у трех больных. Исследование показало, что компрессия корешка C₅ может явиться причиной пареза. Этого осложнения можно избежать выполняя форамин-

нотомии как дополнение к основному этапу ламинопластики.

Формирование кифоза после ламинопластики изучалось многими хирургами, заинтересованными в данной проблеме [16, 23, 26, 30]. Большинство исследований представляло из себя рентгенологическую оценку в до- и послеоперационном периодах. Ряд хирургов отмечали существование корреляции между формированием деформации и неврологических осложнениями. Seishi et al. [32] сообщили о прогрессировании деформации у пяти пациентов, имеющих в анамнезе кифоз, но все показали хороший неврологический результат в раннем и отдаленном послеоперационном периодах. В настоящее время нет окончательного мнения относительно прямой связи между формированием кифоза и прогрессированием миелопатии.

Заключение

В отечественной практике ламинопластика встречается довольно редко. В своей книге Л.Э. Антипко [1] сообщал о нескольких выполненных

ламинопластических вмешательствах по поводу протяженного шейного стеноза. А.В. Крутько [3] в 2006 г. описал в кандидатской диссертации применение пористого никелида титана в выполнении поясничной и шейной ламинопластик. И.Н. Шевелев и А.О. Гуца [2, 4] подробно изложили и создали алгоритм диагностики и показаний для хирургического лечения одно- и многоуровневых шейных стенозов. Это было первое подробное упоминание различных видов ламинопластики в российской литературе. Используя в своей практике не только стандартные методы диагностики (МРТ, МСКТ, рентген и др.), но и нейрофизиологические методы исследования (ССВП, ТМС), авторы добились результатов, не уступающих данным зарубежных исследований.

В настоящее время при лечении дегенеративной патологии шейного отдела позвоночника большой популярностью пользуются передние и задние декомпрессии со стабилизацией и без нее. Несмотря на простоту выполнения, малые финансовые затраты, незначительное количество осложнений, быструю активизацию

и хороший клинический эффект, ламинопластика в нашей стране до сих пор не нашла своей ниши в лечении спондилогенной миелопатии, тогда как в странах Запада и Востока данная манипуляция очень популяризована. Кроме лечения спондилогенной миелопатии, ламинопластику возможно применять при удалении объемных образований шейного отдела позвоночника и спинного мозга.

Ламинопластика является золотой серединой между большими передними декомпрессиями (многоуровневой корпорэктомией с фиксацией) и стандартной ламинэктомией с фиксацией и без неё. С учетом клинических проявлений, оценки протяженности стеноза, данных скрупулезного неврологического осмотра, различных нейровизуализационных и нейрофизиологических исследований, декомпрессивно-пластическая операция позволяет отсрочить формирование кифоза, достичь полноценной декомпрессии, уменьшить интра- и послеоперационные риски, она наиболее эффективна для людей старшей возрастной группы.

Литература/References

1. **Антипко Л.Э.** Стеноз позвоночного канала. Воронеж, 2001. [Antipko LE. Spinal Canal Stenosis. Voronezh, 2001. In Russian].
2. **Гуца А.О., Корепина О.С., Древаль М.Д., Киреева Н.С.** Случай хирургического лечения многоуровневой шейной миелопатии на фоне дегенеративной компрессии // Нервные болезни. 2013. № 3. С. 39–43. [Gushcha AO, Korepina OS, Dreval MD, Kireeva NS. A case of surgical treatment of multilevel cervical myelopathy associated with degenerative compression. Nervnye Bolezni. 2013;(3):39–43. In Russian].
3. **Крутько А.В.** Декомпрессивная ламинопластика в лечении дегенеративного стеноза позвоночного канала: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 2006. [Krutko AV. Decompressive laminoplasty in the treatment of degenerative spinal canal stenosis: Abstract of the MD/PhD Thesis. Novosibirsk, 2006. In Russian].
4. **Шевелев И.Н., Гуца А.О.** Дегенеративно-дистрофические заболевания шейного отдела позвоночника. М., 2008. [Shevelev IN, Gushcha AO. Degenerative Dystrophic Diseases of the Cervical Spine. Moscow, 2008. In Russian].
5. **Baisden J, Voo LM, Cusick JF, Pintar FA, Yoganandan N.** Evaluation of cervical laminectomy and laminoplasty. A longitudinal study in the goat model. Spine. 1999;24:1283–1289. doi: 10.1097/00007632-199907010-00003.
6. **Emery SE, Bohlman HH, Bolesta MJ, Jones PK.** Anterior cervical decompression and arthrodesis for the treatment of cervical spondylotic myelopathy. Two to seventeen-year follow-up. J Bone Joint Surg Am. 1998;80:941–951.
7. **Edwards CC 2nd, Heller JG, Silcox DH 3rd.** T-Saw laminoplasty for the management of cervical spondylotic myelopathy: clinical and radiographic outcome. Spine. 2000;25:1788–1794.
8. **Farey ID, McAfee PC, Davis RF, Long DM.** Pseudarthrosis of the cervical spine after anterior arthrodesis. Treatment by posterior nerve-root decompression, stabilization, and arthrodesis. J Bone Joint Surg Am. 1990;72:1171–1177.
9. **Guigui P, Benoist M, Deburge A.** Spinal deformity and instability after multilevel cervical laminectomy for spondylotic myelopathy. Spine. 1998;23:440–447. doi: 10.1097/00007632-199802150-00006.
10. **Hase H, Watanabe T, Hirasawa Y, Hashimoto H, Miyamoto T, Chatani K, Kageyama N, Mikami Y.** Bilateral open laminoplasty using ceramic laminas for cervical myelopathy. Spine. 1991;16:1269–1276.
11. **Heller JG, Edwards CC 2nd, Murakami H, Rodts GE.** Laminoplasty versus laminectomy and fusion for multilevel cervical myelopathy: an independent matched cohort analysis. Spine. 2001;26:1330–1336.
12. **Hirabayashi K, Toyama Y, Chiba K.** Expansive laminoplasty for myelopathy in ossification of the longitudinal ligament. Clin Orthop Relat Res. 1999;359:35–48.
13. **Hirabayashi K, Satomi K.** Operative procedure and results of expansive open-door laminoplasty. Spine. 1988;13:870–876.
14. **Hosono N, Yonenobu K, Ono K.** Neck and shoulder pain after laminoplasty. A noticeable complication.

- Spine. 1996;21:1969–1973. doi: 10.1097/00007632-199609010-00005.
15. **Itoh T, Tsuji H.** Technical improvements and results of laminoplasty for compressive myelopathy in the cervical spine. Spine. 1985;10:729–736.
 16. **Kawaguchi Y, Kanamori M, Ishihara H, Ohmori K, Nakamura H, Kimura T.** Minimum 10-year followup after en bloc cervical laminoplasty. Clin Orthop Relat Res. 2003;(411):129–139. doi: 10.1097/01.blo.0000069889.31220.62
 17. **Kimura I, Shingu H, Nasu Y.** Long-term follow-up of cervical spondylotic myelopathy treated by canal-expansive laminoplasty. J Bone Joint Surg Br. 1995;77:956–961.
 18. **Koyanagi T, Hirabayashi K, Satomi K, Toyama Y, Fujimura Y.** Predictability of operative results of cervical compression myelopathy based on preoperative computed tomographic myelography. Spine. 1993;18:1958–1963.
 19. **Kurokawa T, Tsuyama N, Tanaka H, Kobayashi M, Machida H, Izuka T, Hoshino Y, Hatsuyama Y.** [Enlargement of the spinal canal by the sagittal splitting of spinous processes.] Bessatsu Seikeigeka 1982;2: 234–240. In Japanese.
 20. **Lee TT, Green BA, Gromelski EB.** Safety and stability of open-door cervical expansive laminoplasty. J Spinal Disord. 1998;11:12–15.
 21. **Matsuda Y, Miyazaki K, Tada K, Yasuda A, Nakayama T, Murakami H, Matsuo M.** Increased MR signal intensity due to cervical myelopathy. Analysis of 29 surgical cases. J Neurosurg. 1991;74:887–892. doi: 10.3171/jns.1991.74.6.0887.
 22. **Miyazaki K, Kirita Y.** Extensive simultaneous multi-segment laminectomy for myelopathy due to the ossification of the posterior longitudinal ligament in the cervical region. Spine. 1986;11:531–542.
 23. **Mochida J, Nomura T, Chiba M, Nishimura K, Toh E.** Modified expansive open-door laminoplasty in cervical myelopathy. J Spinal Disord. 1999;12:386–391.
 24. **Morio Y, Yamamoto K, Teshima R, Nagashima H, Hagino H.** Clinicoradiologic study of cervical laminoplasty with posterolateral fusion or bone graft. Spine. 2000;25:190–196.
 25. **Nowinski GP, Visarius H, Nolte LP, Herkowitz HN.** A biomechanical comparison of cervical laminoplasty and cervical laminectomy with progressive facetectomy. Spine. 1993;18:1995–2004. doi: 10.1097/00007632-199310001-00012.
 26. **O'Brien MF, Peterson D, Casey AT, Crockard HA.** A novel technique for laminoplasty augmentation of spinal canal area using titanium miniplate stabilization. A computerized morphometric analysis. Spine. 1996;21:474–483. doi: 10.1097/00007632-199602150-00012.
 27. **Oyama M, Hattori S, Moriwaki N.** A new method of cervical laminoplasty. Centr Jpn J Orthop Traumatic Surg. 1973;16:792–794.
 28. **Pal PP, Cooper HH.** The vertical stability of the cervical spine. Spine 1988;13:447–449.
 29. **Sani S, Ratliff JK, Cooper PR.** A critical review of cervical laminoplasty. Neurosurg Quart. 2004;14:5–16.
 30. **Sasai K, Saito T, Akagi S, Kato I, Ohnari H, Iida H.** Preventing C₅ palsy after laminoplasty. Spine. 2003;28:1972–1977. doi: 10.1097/01.BRS.0000083237.94535.46.
 31. **Satomi K, Nishu Y, Kohno T, Hirabayashi K.** Long-term follow-up studies of open-door expansive laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. Spine. 1994;19:507–510. doi: 10.1097/00007632-199403000-00003.
 32. **Seichi A, Takeshita K, Ohishi I, Kawaguchi H, Akune T, Anamizu Y, Kitagawa T, Nakamura K.** Long-term results of double door laminoplasty for cervical stenotic myelopathy. Spine. 2001;26:479–487.
 33. **Shaffrey CI, Wiggins GC, Piccirilli CB, Young JN, Lovell LR.** Modified open-door laminoplasty for treatment of neurological deficits in younger patients with congenital spinal stenosis: analysis of clinical and radiographic data. J Neurosurg. 1999;90(2 Suppl): 170–177. doi: 10.3171/spi.1999.90.2.0170.
 34. **Sodeyama T, Goto S, Mochizuki M, Takahashi J, Moriya H.** Effect of decompression enlargement laminoplasty for posterior shifting of the spinal cord. Spine. 1999;24:1527–1532.
 35. **Tomita K, Kawahara N, Toribatake Y, Heller JG.** Expansive midline T-saw laminoplasty (modified spinous process-splitting) for the management of cervical myelopathy. Spine. 1998;23:32–37. doi: 10.1097/00007632-199801010-00007.
 36. **Wada E, Yonenobu K, Suzuki S, Kanazawa A, Ochi T.** Can intramedullary signal change on magnetic resonance imaging predict surgical outcome in cervical spondylotic myelopathy? Spine. 1999;24:455–461. doi: 10.1097/00007632-199903010-00009.
 37. **Wada E, Suzuki S, Kanazawa A, Matsuoka T, Miyamoto S, Yonenobu K.** Subtotal corpectomy versus laminoplasty for multilevel cervical spondylotic myelopathy: a long-term follow-up study over 10 years. Spine. 2001;26:1443–1448. doi: 10.1097/00007632-200107010-00011.

Адрес для переписки:

Древаль Максим Дмитриевич
125367, Москва,
Волоколамское ш., 80,
agou@endospine.ru

Address correspondence to:

Dreval Maxim Dmitryevich
Volokolamskoye highway, 80,
Moscow, 125367, Russia,
agou@endospine.ru

Статья поступила в редакцию 21.01.2015

Максим Дмитриевич Древаль, аспирант; Артем Олегович Гуща, д-р мед. наук, Научный центр неврологии, Москва.
Maksim Dmitryevich Dreval, MD, fellow; Artuom Olegovich Gushcha, MD, DMSc, Neurology Research Center, Moscow, Russia.