

Ассоциация нейрохирургов России

КЛИНИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ ДЕНЕРАТИВНОГО СТЕНОЗА ПОЗВОНОЧНОГО КАНАЛА НА ПОЯСНО-КРЕСТЦОВОМ УРОВНЕ

Клинические рекомендации обсуждены и
утверждены на Пленуме Правления
Ассоциации нейрохирургов России
г. Казань, 02.06.2015 г

Москва, 2015 г.

Коллектив авторов

Коновалов Николай Александрович	Доктор медицинских наук, профессор кафедры нейрохирургии РМАПО, заведующий спинальным отделением ФГБНУ «НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко»; 125047, Россия, Москва, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16; тел. +7-499-251-33-85; e-mail: nkonovalov@inbox.ru
Гринь Андрей Анатольевич	Доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского», главный нейрохирург ДЗ г. Москвы; e-mail: aagreen@yandex.ru
Древаль Олег Николаевич	Доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедры нейрохирургии Российской академии последипломного образования МЗ РФ
Джинджихадзе Реваз Семенович	Кандидат медицинских наук, доцент кафедры нейрохирургии Российской академии последипломного образования МЗ РФ
Асютин Дмитрий Сергеевич	Кандидат медицинских наук, научный сотрудник, врач-нейрохирург отделения спинальная нейрохирургия ФГБНУ «НИИ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко»; 125047, Россия, Москва, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16; тел. +7-499-251-33-85; e-mail: dasyutin@mail.ru

Определение понятий

Стандарт

Общепризнанные принципы диагностики и лечения, которые могут рассматриваться в качестве обязательной лечебной тактики (эффективность подтверждена несколькими рандомизированными исследованиями, мета-анализами или когортными клиническими исследованиями).

Рекомендация

Лечебные и диагностические мероприятия, рекомендованные к использованию большинством экспертов по данным вопросам. Могут рассматриваться как варианты выбора лечения в конкретных клинических ситуациях (эффективность подтверждена отдельными рандомизированными исследованиями или когортными клиническими исследованиями).

Опция

Лечебные или диагностические мероприятия, которые могут быть полезны (эффективность подтверждена мнением отдельных экспертов, в отдельных клинических случаях).

Не рекомендуется

Лечебные и диагностические мероприятия, не имеющие положительного эффекта или могущие принести вред (любой уровень подтверждения).

Определение

Стеноз позвоночного канала – патологическое сужение центрального позвоночного канала, латерального кармана или межпозвонкового отверстия за счет вторжения костных, хрящевых или мягкотканых структур в пространства, занимаемые нервными корешками, спинным мозгом или конским хвостом [20].

Этиология и эпидемиология

Частота встречаемости стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника составляет от 1.8 до 8%. В США ежегодно каждые 90 из 100 000 человек старше 60 лет оперируются по поводу стеноза позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника. В Швейцарии, в кантоне Цюрих, с населением около 1,3 млн. человек ежегодно хирургическое лечение проводится 300 пациентам, что свидетельствует о высокой распространенности данного заболевания в странах с высокой средней продолжительностью жизни [5,8,25].

Подавляющее большинство (90%) эпизодов боли в спине, связанных со стенозом поддаются консервативному лечению: комплексному лечению медикаментозными препаратами, эффективность которых доказана объективно и реабилитационными программами. Несмотря на это стеноз позвоночного канала наиболее частая причина хирургического лечения в старшей возрастной группе пациентов.

Стеноз позвоночного канала чаще всего классифицируется как первичный, вызванный врожденными аномалиями или расстройствами, развившимися в постнатальном периоде, или вторичный (приобретенный), являющийся следствием дегенеративных изменений или местной инфекции, травмы или хирургии.

Дегенеративный стеноз позвоночного канала — совокупность клинических синдромов, являющихся следствием дегенеративных изменений в пояснично-крестцовом отделе позвоночника. В качестве генератора

развития клинической симптоматики в популяции в подавляющем большинстве случаев является дегенеративный стеноз, причинами которого могут быть все разновидности дегенеративной патологии позвоночника, включая патологию дисков, фасеточных суставов, гипертрофию связок, остеофиты, спондилолиз. Дегенеративный стеноз позвоночного канала может встречаться с другими проявлениями заболевания, включая дегенеративный спондилолистез или дегенеративный сколиоз. В добавлении к медленно прогрессирующим дегенеративным изменениям, стеноз позвоночного канала имеет значимый динамический компонент. Свободное пространство позвоночного канала уменьшается при нагрузке и разгибании и увеличивается при растяжении и сгибании.

Дегенеративный стеноз позвоночного канала анатомически может выражаться в сужении центрального канала, в области латеральных масс, фораменального отверстия или любой комбинации описанных локализаций.

Под центральным стенозом понимают вторжение позвоночных структур в канал непосредственно позади тел позвонков с их воздействием на отдельные нервные корешки или на весь «конский хвост». [23]. Он может быть результатом уменьшения позвоночного канала в передне-заднем направлении, поперечном или их сочетанием, связанным со снижением высоты межпозвонкового диска с или без пролабирования, и гипертрофией фасеточных суставов и желтой связки. Центральный стеноз чаще всего связан с костными выступами (диастематомиелия, гипертрофическая шпора, остеофиты задней части межпозвонкового диска), срединной протрузией или пролапсом межпозвонкового диска, дегенеративным спондилолистезом, гипертрофией желтой связки или верхнего края пластинки нижележащего позвонка.

При латеральном стенозе структуры позвоночника вторгаются в боковую часть канала, в место, где нервный корешок проходит в межпозвонковое отверстие [18]. Латеральный стеноз разделяют на стеноз латерального кармана (между верхнемедиальной кромкой

гипертрофированного фасеточного сустава и задней поверхностью тела позвонка или диска) и фораменальный стеноз, обусловленный узким межпозвонковым отверстием вследствие снижения высоты диска или протрузией диска внутрь межпозвонкового отверстия, остеофитом края тела позвонка. Боковой карман может быть стенозирован не только гипертрофированной фасеткой и заднелатеральной протрузией диска, но и гипертрофированной желтой связкой, спондилолистезом, вторичной (после поясничного спондилодеза) костной гипертрофией, дегенеративной болезнью диска.

Компрессию нервного корешка при латеральном стенозе называют «недискогенной компрессионной радикулопатией» [16,26].

Патогенез и патофизиология

Поясничный отдел позвоночного канала на аксиальных срезах имеет форму, приближающуюся к треугольной (трилистника). Различные параметры позвоночного канала достаточно вариабельны. Средние размеры переднезаднего диаметра канала у взрослых, по данным анатомических и лучевых методов исследований, проведенных Epstein B.S. et al. (1964) и Weinstein P.R. (1993) составляют от 15 до 23 мм, а поперечного диаметра 26–30 мм.

Клинические проявления стеноза могут развиваться при сагиттальном диаметре от 10 до 15 мм. По мнению Epstein et al. (1962), граница сагиттального диаметра для постановки диагноза стеноза составляет менее 13 мм, а Uden A. et al. (1985) определили ее в 11 мм. Verbiest H. (1973, 1975, 1976) считает позвоночный стеноз при сагиттальном диаметре 10 мм и менее абсолютным, а от 10 до 12 мм – относительным. В последнем случае он служит предупреждением о возможном возникновении в будущем клинических проявлений, если присоединится спондилолиз или гипертрофия фасеточных суставов. При таких размерах канала, умеренная протрузия диска

или минимальный вентральный остеофит могут привести к появлению симптомов, которые могли бы и не развиваться при нормальных размерах позвоночного канала [28].

Гипертрофия или оссификация желтой связки приводит к дорзальной компрессии дурального мешка и корешков. Вентральную компрессию обуславливают: грыжи межпозвонковых дисков, остеофиты и реже гипертрофия задней продольной связки. [2,9,27].

Типично дегенеративный стеноз возникает на уровне L4-L5 и далее с убывающей частотой на уровнях: L3-L4, L2-L3, L5-S1 и L1-L2 [12].

К основным патофизиологическим механизмам развития симптомов дегенеративного стеноза и нейрогенной перемежающейся хромоты относят [2,24]:

1. компрессия корешков «конского хвоста»;
2. ишемия, нарушение венозного и лимфатического оттока в корешке;
3. повышение давления в субдуральном и эпидуральном пространстве.

Клиническая картина

В патофизиологии клинических проявлений стеноза позвоночного канала играют роль многие факторы. В первую очередь, это прямая компрессия отдельных нервных корешков и конского хвоста остеофитами и мягкоткаными структурами [24]. Не менее важная роль отводится нарушению венозного и лимфатического оттока в нервном корешке и, особенно, его муфте, ишемии и демиелинизации нервных корешков, а также повышению давления в дуральном и эпидуральном пространствах, и внутрикостного давления.

Компрессия микрососудов поясничных нервных корешков, приводящая к их ишемии, является самым существенным фактором в развитии наиболее яркого синдрома стеноза позвоночного канала – синдрома нейрогенной перемежающейся хромоты. Различают позиционную и ишемическую

нейрогенную перемежающуюся хромоту. Первая возникает в ситуации, когда позвоночник в течение некоторого времени остается в разогнутом положении с подчеркнутым поясничным лордозом. В таком положении дегенеративно измененные межпозвонокковые диски и гипертрофированная желтая связка еще более сужают позвоночный канал, приводят к преходящей компрессии конского хвоста. При второй форме, нарастающая ишемия обусловлена компрессией пояснично-крестцовых корешков во время ходьбы.

Заболевание протекает медленно, симптомы нарастают в течение месяцев и нескольких лет. Наиболее ранняя и частая жалоба – боль в пояснице и ногах. Она характерна для 85-90% пациентов со стенозом позвоночного канала. Боль в поясничном отделе, нередко двусторонняя, распространяется на ягодицы, бедра и далее к стопам. Вслед за этой болью пациенты отмечают присоединение утомляемости, слабости, боли и онемения в голених и стопах. В ряде случаев они описывают свои ощущения со стороны нижних конечностей как жжение, судорожное сжатие, покалывание, «затекание», неопределенную усталость, скованность в бедрах и голених. Физические нагрузки (ходьба, упражнения с участием ног, длительная вертикализация с гиперлордозом позвоночника) ведут к обострению заболевания. У некоторых пациентов боли появляются в пояснице и бедрах, а далее распространяются вниз к голених и стопам. В других случаях, наоборот, возникают в стопах и голених и поднимаются к бедрам и пояснице. В редких случаях боль в пояснице не наблюдается. Иногда, даже анатомически выраженный стеноз может быть обнаружен у бессимптомного пациента.

Нейрогенная (каудогенная) перемежающая хромота является наиболее характерным синдромом стеноза позвоночного канала. Ее отличают следующие клинические признаки [6, 10]:

- Боль в спине, возникающая при ходьбе и иррадиирующая в ноги по передней или задней поверхности бедер и голених.
- Боль, парестезии и дизестезии в ногах связаны с положением

позвоночника, которое механически сужает позвоночный и невральные каналы или межпозвонковое отверстие (разгибание позвоночника, ходьба, особенно, вниз по лестнице, длительное нахождение в вертикальном положении).

- Боль в спине, возникающая при ходьбе и иррадиирующая в ноги по передней или задней поверхности бедер и голени
- боль, парестезии и дизестезии связаны с положением позвоночника и провоцируются разгибанием позвоночника, ходьбой
- Боль уменьшается или исчезает в положении сидя, при сгибании или в положении на корточках в большей степени, чем при прекращении ходьбы.
- В положении лежа боль может усиливаться.
- Неврологические расстройства (слабость мышц, выпадение или снижение рефлексов, чувствительные расстройства) обостряются на фоне физической нагрузки
- Симптом Ласега (или тест ПВН) чаще отрицательный.
- В отличие от дискогенной боли, сгибание или вертикализация не усиливает симптомы.
- Боль, парестезии и дизестезии связаны с положением позвоночника и провоцируются разгибанием позвоночника, ходьбой, особенно вниз по лестнице, длительным стоянием

Нейрогенную хромоту следует отличать от истинной (сосудистой) перемежающейся хромоты, связанной с окклюзионной болезнью, которая характеризуется появлением боли и/или судорожных сокращений в ягодичных или икроножных мышцах при ходьбе, исчезающих или уменьшающихся после отдыха. Сосудистая хромота часто сочетается с

другими проявлениями: бледностью и цианозом стоп, дистрофическими изменениями кожи (атрофия ногтей, выпадение волос), снижением или отсутствием пульса на артериях нижних конечностях, шумами при их аускультации, импотенцией у мужчин. В отличие от нейрогенной перемежающейся хромоты, сосудистая хромота обычно не зависит от смены позы – облегчение наступает при прекращении движения, даже если пациент остается в вертикальном положении.

Среди других жалоб пациентов со стенозом позвоночного канала необходимо отметить расстройства функции тазовых органов: разной степени выраженности нарушения мочеиспускания, импотенция.

Неврологический осмотр может выявить минимальные отклонения или не обнаружить никаких расстройств при обычном осмотре.

В редких случаях стеноза позвоночного канала постепенно может развиваться клиническая картина синдрома конского хвоста, сочетающая в себе боль в пояснице, слабость и чувствительные расстройства в ногах и аногенитальной зоне, дисфункцию прямой кишки и мочевого пузыря.

Диагностика

На основании анализа использованных диагностических методов в качестве стандарта обязательны к использованию МРТ и обзорная рентгенография с функциональными пробами. Остальные представленные диагностические методики относятся к разделу рекомендаций и опций:

1. МРТ (*стандарт*) с высокой напряженностью магнитного поля (1,5 – 3,0 Тесла) – основной метод диагностики и нейровизуализации дегенеративных поражений позвоночника. Данный вид исследования в последние десятилетия получил большое распространение и стал определяющим. Он полноценно дает возможность судить о изменениях

позвонков, межвонковых дисков, связочного аппарата, нервных и других структур.

2. Обзорная спондилография с функциональными пробами (*стандарт*) (прямая проекция в положении стоя прямо, с наклоном вперед и назад, боковая проекция в положении стоя) – позволяет наиболее полно получить общую характеристику костного строения пояснично-крестцового отдела позвоночника, выявить спондилолистез и гипермобильность (нестабильность) позвоночного сегмента, которая может не выявляться при МРТ, выполняемом в горизонтальном положении, определить высоту межтеловых пространств, артроз межпозвонковых суставов, образование межтеловых остеофитов, выявить аномалию развития позвонков, люмбализацию, сакрализацию.
3. СКТ (*рекомендация*) показана в случае невозможности проведения МРТ (стальные импланты, водитель ритма сердца). При введении контраста интрадурально (СКТ-миелография) данный метод становится более информативным и его результаты сопоставимы с МРТ. СКТ-миелография является инвазивным методом исследования, что ограничивает его применение. При проведении СКТ и СКТ-миелографии есть возможность делать трехмерную реконструкцию позвоночных сегментов.

4. Электрофизиологические методы исследования (*опция*) проводятся при дифференциальной диагностике дегенеративных заболеваний с нейропатией, миелопатией и тоннельными синдромами.

5. Блокада межпозвонковых суставов (*опция*) – один из основных методов диагностики фасеточного синдрома.

6. Селективная блокада корешков спинного мозга (*опция*) может наиболее точно выявить уровень поражения при полисегментарных изменениях на МРТ или СКТ.

7. Провокационная дискография (*опция*) рекомендована для определения клинически значимого пораженного диска при многоуровневых изменениях.

Для суммарной оценки состояния пациентов до и после хирургического лечения используются специализированные шкалы, состоящие из блоков оценки социальной адаптации, тяжести болевого синдрома, функции позвоночника и опороспособности нижних конечностей, ортопедического и неврологического статуса, данных лучевой диагностики:

- шкала оценки степени выраженности заболевания (СВЗ);
- индекс определения нетрудоспособности Освестри (Oswestry disability index – ODI);
- визуальная аналоговая шкала (visual analogue scale – VAS);
- Швейцарская шкала для оценки пациентов со стенозом позвоночного канала (Swiss Spinal Stenosis Questionary – SSS).

Формулировка диагноза и составление плана лечебных мероприятий

Постановка диагноза стеноз позвоночного канала в наибольшей степени зависит от тщательно собранного анамнеза и внимательного клинического осмотра.

В формулировку диагноза должны быть включены (*стандарт*):

- I. Указание локализации стеноза по уровню поражения (L4-L5, L3-L4, L2-L3, L5-S1 и L1-L2);
- II. Указание типа стеноза (центральный, латеральный, фораменальный);
- III. Указание выявленного синдрома нейрогенной перемежающейся хромоты;
- IV. Указание наличия нестабильности и/или спондилолистеза;
- V. Указание выявленной радикулопатии с обозначением заинтересованности нервных корешков и сторонности.
- VI. При наличии синдрома «конского хвоста» он выносится в клинический диагноз.

Составление плана лечебных мероприятий, как правило, осуществляется консилиумом с участием нейрохирургов и, при необходимости, привлечении специалистов смежных специальностей. Основанием для конкретизации плана лечебных мероприятий является необходимое сочетание верифицированных данных (*рекомендация*):

- данные методов нейровизуализации, иллюстрирующие локализацию и объем поражения;
- наличие сопутствующей патологии;
- протяженность стеноза позвоночного канала;
- длительность заболевания, длительность обострения;
- наличие в анамнезе операций на пояснично-крестцовом отделе позвоночника;
- возраст пациента, семейный статус, вредные привычки.

Консервативная терапия

Общепринятые консервативные методы лечения дегенеративного стеноза на поясничном уровне включают лекарственную терапию, физиотерапию, лечебную физкультуру.

Неэффективность адекватных и координированных программ консервативной терапии является показанием к хирургическому лечению. Поскольку внезапное и острое ухудшение не характерно для пациентов с дегенеративным поясничным стенозом, большинству больных показана плановая хирургия.

Хирургическое лечение

Практика показывает, что при обращении пациента с дегенеративным стенозом позвоночного канала разные специалисты предлагают различные варианты хирургического лечения. В ряде случаев выбор диктуется степенью выраженности стеноза позвоночного канала, выявляемого с помощью методов нейровизуализации [15,19,22].

Цель хирургического лечения – это уменьшение болевого синдрома, регресс неврологических расстройств и предотвращение неврологического ухудшения. Основным принцип хирургического вмешательства дегенеративного стеноза поясничного отдела позвоночника – это декомпрессия всех нервных структур связанных с развитием неврологической симптоматики [11, 29]. На основании данных МРТ дегенеративные изменения могут распространяться на множество уровней поясничного отдела позвоночника, однако необходимо четко дифференцировать уровень поражения на момент осмотра.

В выборе варианта хирургического лечения, особенно при сложном патогенезе клинических проявлений дегенеративного стеноза пояснично-крестцового отдела позвоночника следует руководствоваться принципом начинать с более простых малотравматичных вмешательств [17,21].

Основными вариантами хирургического лечения являются декомпрессия и/или, в зависимости от особенностей заболевания, ее сочетание со стабилизацией позвоночных сегментов с применением различных имплантов. Трудность в принятии решения о выборе оптимального варианта хирургического лечения стеноза заключается в необходимости учитывать разные факторы, в числе которых степень выраженности стеноза и его клинических проявлений, данные методов нейровизуализации, клинические цели лечения (определенные совместно с пациентом), сопутствующие заболевания, возраст пациента и т.д. Выбор максимально эффективного и безопасного метода лечения стеноза позвоночного канала должен выполняться на основании комплексного анализа каждой лечебно-тактической ситуации в отдельности [3].

Показанием к хирургическому лечению при наличии клинических симптомов и рентгенологически подтвержденных изменений принято считать неэффективность проводимой консервативной терапии в течение 3-4 месяцев [1]. При отсутствии эффекта от предпринимаемых попыток консервативного лечения в течение этого времени, сохранении или нарастании клинических проявлений заболевания принимается решение о проведении хирургического лечения.

Виды хирургического лечения

Основным этапом в хирургическом лечении стеноза позвоночного канала является декомпрессия нервных структур в позвоночном канале. Под декомпрессией следует понимать устранение сдавления (компрессии) оболочки конского хвоста и нервных корешков гипертрофированными желтой связкой, фасеточными суставами, остеофитами и пролабированием

межпозвонкового диска. Объем декомпрессии для каждого пациента определяется индивидуально, основываясь на данных клинического обследования и данных нейрорентгенологических исследований [4,10,29].

В качестве **стандарта** хирургического лечения стеноза с целью декомпрессии нервных структур обязательно использование микроскопа (в качестве **опции** возможно также проведение декомпрессии с использованием эндоскопа [13]).

Для решения лечебно-тактической задачи по декомпрессии нервных структур проводятся:

- Моно- и билатеральная расширенная интраламинарная декомпрессия – резекция части дужки выше- и нижележащих позвонков, медиальной части фасеточных суставов, удалением желтой связки и декомпрессией нервных корешков;
- Ипси- и контралатеральная («over the top») декомпрессия – односторонняя интраламинарная декомпрессия или гемиламинэктомия с резекцией части основания остистого отростка, и декомпрессией нервных корешков противоположной стороны над дорзальной поверхностью дурального мешка;
- Фораменотомия – расширение межпозвонкового отверстия для декомпрессии нервного корешка за счет резекции части межпозвонкового сустава при фораминальном стенозе

- Фасетэктомия (удаление межпозвонкового сустава с резекцией перешейка) - преимущественно для формирования оперативного пространства с целью установки межтелового импланта, а так же при фораминальном стенозе
- Ламинэктомия – удаление остистого отростка и дужки позвонка и части фасеточных суставов, с удалением желтой связки и декомпрессией нервных структур. Ламинэктомия рекомендована только при тотальном стенозе.
- Гемиламинэктомия – резекция дужки позвонка и части фасеточных суставов со стороны доступа, удалением желтой связки с декомпрессией нервных корешков;

Выбор варианта хирургической декомпрессии и необходимости стабилизации позвоночного сегмента определяется степенью выраженности заболевания и наличия (либо потенциального развития после операции) признаков нестабильности позвоночного сегмента [7,14].

Необходимость дополнения декомпрессии нервных структур межтеловой и тарнопедикулярной стабилизацией пораженного сегмента обуславливается:

- Выявленной до операции нестабильностью позвоночного сегмента;
- Сочетанием стеноза со спондилолистезом;
- В случае, когда при декомпрессии нервных структур резецировано более 50% межпозвонкового сустава с одной или двух сторон.

В качестве **стандарта** при проведении межтеловой стабилизации позвоночного сегмента применяется техника заднебокового межтелового спондилодеза (TLIF – translateral lumbar interbody fusion). Для этой цели в

ходе декомпрессии нервных структур требуется выполнение фораменотомии. Опционально в зависимости от лечебно-тактической ситуации и анатомических особенностей оперируемого сегмента могут применяться техники бокового (DLIF – direct lateral interbody fusion), заднего (PLIF – posterior lumbar interbody fusion) и, в редких случаях, переднего (ALIF – anterior lumbar interbody fusion).

С целью восстановления задней опорной колонны позвоночного сегмента в качестве **стандарта** применяется транспедикулярная стабилизация. При этом допустимо ее проведение как открыто, так и транскутанно, минимизируя травматизацию мягких тканей.

Таким образом, для стабилизации позвоночного сегмента при хирургическом лечении стеноза позвоночного канала **стандартом** следует считать циркумферентную стабилизацию (360 градусов).

В качестве **рекомендации** при проведении стабилизирующего этапа при хирургическом лечении с целью повышения безопасности пациента следует рассматривать возможность использования специальных средств интраоперационной навигации и роботоассистенции.

Список литературы стандарт

1. Древаль О.Н. Нейрохирургия: руководство. Том 2. Лекции, семинары, клинические разборы. – М., 2013.
2. Коновалов Н.А. Новые технологии и алгоритмы диагностики и хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника. Дисс. Д-ра мед. наук 2010
3. Назаренко А.Г. Выбор оптимальной хирургической тактики при дегенеративных заболеваниях пояснично-крестцового отдела позвоночника с использованием информационно-аналитической системы и компьютерного моделирования. Дисс. д-ра мед. наук Москва. – 2012.
4. Назаренко ГИ, Черкашов АМ, Героева ИБ и соавт. Вертеброгенная боль в пояснице. Москва 2008: 21-24.
5. Ciol MA, Deyo RA, Howell E, et al An assessment of surgery for spinal stenosis: time trends, geographic variations, complications, and reoperations J Am Geriatr Soc 1996 Mar. 44(3):285–90.90. [[PubMed](#)],
6. Coronado-Zarco R, Cruz-Medina E, Arellano-Hernandez A, Chavez-Arias D, Leon-Hernandez SR: Effectiveness of calcitonin in intermittent claudication treatment of patients with lumbar spinal stenosis: a systematic review. Spine (Phila Pa 1976) 2009, 34:(22):E818-822.
7. Dewal H, Razi AE, Errico TJ Surgical management of degenerative lumbar stenosis and spondylolisthesis. Operative Neurosurgical Techniques. Vol. 2 Fifth ed. – 2006. – p.2099-2105.
8. Deyo RA, Gray DT, Kreuter W, et al. United States trends in lumbar fusion surgery for degenerative conditions. Spine (Phila Pa 1976) 2005, 30(12): 1441-1445.,
9. Epstein JA, Epstein BS, Lavine LS, et al.: Lumbar nerve root compression at the intervertebral foramina caused by arthritis of the posterior facets. J Neurosurg. 39:362-369 1973
10. Epstein NE Lumbar spine stenosis. Winn HR *Youmans Neurological Surgery*. 6th ed WB Saunders Philadelphia 2011. – p. 2923-2934
11. Genevay S, Atlas SJ Lumbar Spinal Stenosis *Best Pract Res Clin Rheumatol*. 2010 April ; 24(2): 253–265.

12. Getty CJM: Lumbar spinal stenosis: The clinical spectrum and the results of operation. *J Bone Joint Surg Br.* 62:481-485 1980
13. Haufe SM, Mork AR: Effects of unilateral endoscopic facetectomy on spinal instability. *J Spinal Disord Tech.* 20:146-148 2007
14. Jonsson B, Stromqvist B: Symptoms and signs in degeneration of the lumbar spine. A prospective, consecutive study of 300 operated patients. *J Bone Joint Surg Br.* 75:381-385 1993
15. Kalichman L, Cole R, Kim D, Li L, Suri P, Guermazi A, Hunter D: Spinal stenosis prevalence and association with symptoms: the Framingham Study. *Spine J* 2009, 9(7):545-550.
16. Kirkaldy-Willis WH, Wedge JH, Yong-Hing K, et al Lumbar spinal nerve lateral entrapment *Clin Orthop* 1982 Sep. (169):171–8.8
17. Kleeman TJ, Hiscoe AC, Berg EE Patient outcomes after minimally destabilizing lumbar stenosis decompression *Spine* 2000. 25(7):865–870.870. [[PubMed](#)]
18. Maher CO, Henderson FC Lateral exit-zone stenosis and lumbar radiculopathy *J Neurosurg* 1999 Jan. 90(1 Suppl):52–8.8. [[PubMed](#)]
19. Moojen *et al.* The Felix-trial. Double-blind randomization of interspinous implant or bony decompression for treatment of spinal stenosis related intermittent neurogenic claudication *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010, 11:100
20. North American Spine Society: Evidence Based Clinical Guidelines for Multidisciplinary Spine Care: Diagnosis and Treatment of Degenerative Lumbar Spinal Stenosis. In. Burr Ridge, IL.: North American Spine Society; 2007
21. Palumbo MA, Lucas P, Akelman E Lumbar spinal stenosis: a review *R I Med J* 1995 Nov. 78(11):321–3.3.
22. Powell MC, Wilson M, Szypryt P et al. Prevalence of lumbar disk degeneration observed by magnetic resonance in symptomless women *Lancet* 1986 Dec 13. 2(8520):1366–7.7.
23. Sato K, Kikuchi S Clinical analysis of two-level compression of the cauda equina and the nerve roots in lumbar spinal canal stenosis *Spine* 1997 Aug 15. 22(16):1898–903; discussion 1904.903; discussion 1904.,
24. Schatzker J, Pennal GF Spinal stenosis, a cause of cauda equina compression *J Bone Joint Surg Br* 1968 Aug. 50(3):606–18.18. [[PubMed](#)]
25. Steurer et al. LumbSten: The lumbar spinal stenosis outcome study *BMC Musculoskeletal Disorders* 2010, 11:254

26. Stockley I, Getty CJ, Dixon AK, et al Lumbar lateral canal entrapment: clinical, radiculographic and computed tomographic findings Clin Radiol 1988 Mar. 39(2):144–9.9. [[PubMed](#)]
27. Tarlov EC, Magge SN. Microsurgery of ruptured lumbar intervertebral disc. Operative Neurosurgical Techniques. Vol. 2 Fifth ed. – 2006. – p.2055-2071.
28. Verbiest H: Stenosis of the lumbar vertebral canal and sciatica. Neurosurg Rev. 3:75-89 1980
29. Watkins R.G III, Watkins R.G IV. Surgical Approaches to the Spine, 2015. – p.331-338