

Эффективность декомпрессии позвоночника с помощью DRX3000 в сочетании с мобилизацией позвоночника и программой стабилизационных упражнений для поясничного отдела у пациентов с дискогенной болью в нижней части спины

САНГ-ЁЛЬ МА, доктор философии, физиотерапевт, ХЁН-ДОН КИМ, доктор философии, физиотерапевт.

2010

Аннотация

Цель. Целью данного исследования было определить эффекты моторизованной декомпрессии позвоночника с использованием системы DRX3000 (Axiom Worldwide, Тампа, Флорида, США) в сочетании с мобилизацией позвоночника и стабилизационными упражнениями для поясничного отдела у пациентов с дискогенной болью в нижней части спины (LBP).

Испытуемые. Всего 30 взрослых с дискогенной LBP (средний возраст $34,06 \pm 6,41$ года; диапазон возраста 28–48 лет; 14 мужчин, 16 женщин) добровольно приняли участие в исследовании.

Методы. Участникам была назначена 4-недельная программа лечения, включающая декомпрессию позвоночника в сочетании с моторизованной флексионно-дистракционной мобилизацией и стабилизационными упражнениями для поясничного отдела. Лечение проводилось 6 дней в неделю в течение первых двух недель и 4 раза в неделю в течение последующих двух недель. Всего курс лечения включал 20 сеансов за 4 недели. Были проанализированы изменения в шкале инвалидности Освестри (ODI) и тесте поднятия выпрямленной ноги (SLR) до вмешательства, после 10 сеансов лечения и при выписке (после 20 сеансов).

Результаты. Было отмечено значительное улучшение показателей ODI и теста SLR после 10 и 20 сеансов декомпрессии позвоночника в сочетании с мобилизацией позвоночника и стабилизационными упражнениями по сравнению с исходными данными.

Заключение. Декомпрессия позвоночника в сочетании с мобилизацией позвоночника и стабилизационными упражнениями значительно улучшила клинические показатели ODI и теста SLR у пациентов с болью в нижней части спины, вызванной грыжей межпозвоночного диска.

ВВЕДЕНИЕ

Хроническая боль в нижней части спины (LBP) широко распространена среди населения и считается серьезной проблемой в развитых странах. Пожизненная распространенность LBP колеблется в пределах 61–83% у молодых возрастных групп и 53–75% у старших групп. Симптомы часто рецидивируют в течение года у 60–80% населения, даже если изначальные проявления исчезают в большинстве случаев; некоторые пациенты с LBP могут испытывать хронические, непрекращающиеся симптомы, включая ишиас, который может встречаться у четверти пациентов с LBP. LBP также является важной экономической проблемой и вызовом для систем здравоохранения развитых стран, поскольку приводит к значительным медицинским расходам. Например, в Соединенных Штатах затраты, связанные с LBP, оцениваются более чем в \$100 миллиардов ежегодно.

В нижней части спины существует множество механических проблем, которые могут привести к LBP, включая травмы мышц и связок в области пояснично-крестцового отдела, артропатию фасеточных или крестцово-подвздошных суставов или дискогенные заболевания, вызванные дегенерацией дисков. Дискогенное заболевание обычно проявляется болью в нижней части спины, ягодицах и бедрах, а также жалобами на слабость, онемение или покалывание, радикулярную боль и перемежающуюся хромоту. Биомеханическое нарушение поясничного двигательного сегмента, вызванное дегенеративными изменениями межпозвоночного диска, может привести к снижению давления в пульпозном ядре у пациентов с хронической LBP. Результирующее компрессионное напряжение передается от пульпозного ядра к заднему фиброзному кольцу, что приводит к снижению давления в пульпозном ядре на 34%. Также было показано, что модуль растяжения, коэффициент Пуассона, напряжение разрушения и плотность энергии деформации фиброзного кольца негативно влияют дегенерацией диска. Таким образом, структурные дефекты фиброзного кольца могут привести к разрушению при меньших нагрузках и дальнейшему структурному нарушению, что, как было показано, вызывает LBP.

Хотя дегенеративные проблемы межпозвоночного диска трудно лечить без хирургического вмешательства, за исключением самых легких случаев, из-за структурной природы заболевания, были разработаны многие неинвазивные методы лечения, такие как физиотерапия, упражнения, медикаменты, обучение в "школе спины", манипуляции или иглоукалывание, чтобы уменьшить неврологические симптомы, а также боль в ногах или спине,

связанную с заболеванием диска, или улучшить физиологию диска в надежде замедлить или обратить вспять дегенерацию диска.

Одним из вариантов лечения является осевая тракция, попытка облегчить LBP, воздействуя на диск и нервные корешки, которая может применяться различными способами. Эти методы включают тракцию с помощью моторизованного блока (моторизованная тракция), ручную тракцию терапевта (ручная тракция), тракцию, выполняемую пациентом путем приложения силы тяги через тянущие или толкающие движения на рычагах в верхней части стола, когда пациент находится в положении Фаулера на специально разработанном столе (аутоотракция), и через подвесную систему (гравитационная тракция). Во всех случаях, за исключением моторизованной поясничной тракции, сложно поддерживать лечение в течение определенного периода времени из-за усталости пациента или терапевта, а также из-за непереносимости пациентом положения и/или прилагаемой силы.

Поэтому использование моторизованной поясничной тракции с разделенным столом для устранения силы трения между кроватью и телом становится все более распространенным в клинической практике благодаря большей успешности стандартизации повторяемости в исследованиях. При применении тракции сила тяги может вызвать защитную проприоцептивную реакцию, приводящую к сокращению паравертебральных мышц, что может уменьшить силу тяги.

В последнее время на рынок были представлены несколько новых устройств для аксиальной декомпрессии, предназначенных для нехирургического лечения хронической (и/или острой) боли в нижней части спины (LBP), и они широко используются в различных клинических условиях. Эти системы поясничной тракции включают DRX3000/DRX9000 (Axiom Worldwide, Тампа, Флорида, США), систему вертебральной аксиальной декомпрессии (VAX-D) (Vat-Tech, Inc., Палм-Харбор, Флорида, США), SpineMED (CERT Health Sciences, LLC, Балтимор, Мэриленд, США) и систему Accu-Spina (North American Medical Corporation, Авенчура, Флорида, США). Хотя некоторые рандомизированные исследования терапии компрессии позвоночника предполагают, что симптомы хронической LBP с или без ишиаса могут быть облегчены с помощью прерывистых методов аксиальной тракции с использованием таких систем, как DRX9000 и VAX-D, и эти методы продолжают применяться на практике, в опубликованных данных мало доказательств эффективности вертебральной аксиальной декомпрессии у пациентов с дискогенной LBP.

Мобилизация и манипуляция позвоночника в последнее время получили все большее признание как эффективные методы лечения в области ухода за

позвоночником. Мобилизация позвоночника определяется как применение серии ручных усилий к сегментам позвоночника, которые находятся под контролем пациента. Она часто включает тракцию с использованием специально разработанных лечебных столов, но мобилизация позвоночника не использует высокоскоростные и низкоамплитудные ручные толчки в суставы позвоночника. Флексионно-дистракционная мобилизация, процедура с использованием инструментов, является одной из наиболее распространенных форм лечения LBP и используется физиотерапевтами, хиропрактиками, остеопатами и врачами. Основная цель этой техники заключается в расширении задней части функционального сегмента позвоночника, чтобы увеличить сагиттальный диаметр внутри центрального и межпозвоночного каналов. Таким образом, мобилизация или манипуляция позвоночника может увеличить диапазон движений в суставах позвоночника, а также повлиять на модуляцию сенсорного входа в нервную систему, моторную контрольную систему и систему обработки боли.

Хотя несколько исследований сообщили о том, что манипуляция позвоночника эффективна при лечении дискогенной LBP и ишиаса, существует мало рандомизированных контролируемых исследований, оценивающих эффективность мобилизации позвоночника при лечении дискогенной LBP.

В последнее время наблюдается растущее клиническое использование терапевтических упражнений, направленных на улучшение стабильности позвоночника и корпуса. Этот тип подхода к упражнениям известен как стабилизационные упражнения для поясничного отдела. Стабилизационные упражнения для поясничного отдела часто используются для защиты пораженных структур поясничного отдела позвоночника от дальнейших травм, рецидивов боли и дегенеративных изменений, а также для снижения интенсивности боли и степени инвалидности при LBP. Есть веские доказательства того, что стабилизационные упражнения для поясничного отдела, вероятно, будут полезны для уменьшения боли и улучшения функциональности у пациентов с рецидивирующей и хронической LBP.

Хотя боль в нижней части спины с или без ишиаса является наиболее часто сообщаемым типом боли у взрослых в развитых странах, подходы к её лечению сильно различаются, и эффективность многих вмешательств при LBP, вызванной грыжей пульпозного ядра (HNP), остается неясной. В клинической литературе до настоящего времени не проводилось исследований, специально изучающих эффекты комбинации терапии декомпрессии позвоночника с использованием моторизованного устройства аксиальной декомпрессии, мобилизации позвоночника и стабилизационных упражнений для поясничного отдела при лечении дискогенной LBP. Поэтому целью данного исследования

было определить эффекты терапии декомпрессии позвоночника с использованием DRX3000 в сочетании с мобилизацией позвоночника и стабилизационными упражнениями для поясничного отдела при лечении пациентов с дискогенной LBP.

ИССЛЕДУЕМЫЕ И МЕТОДЫ

Всего 30 взрослых с дискогенной болью в нижней части спины (LBP) (средний возраст $34,06 \pm 6,41$ года; диапазон возраста 23–48 лет; 14 мужчин, 16 женщин) добровольно приняли участие в этом исследовании. Для включения в исследование участники должны были соответствовать следующим критериям:

1. Участники должны быть старше 18 лет с диагнозом дискогенной LBP;
2. Участники должны иметь один из следующих диагнозов: грыжа диска, выпячивание или протрузия межпозвоночных дисков, подтвержденные магнитно-резонансной томографией (МРТ) или компьютерной томографией (КТ), рентгенографией поясничного отдела позвоночника и клиническим обследованием;
3. У участников должно быть подтверждение на изображениях наличия грыжи диска или выпячивания/протрузии межпозвоночных дисков в двигательном сегменте, согласующемся с их текущими симптомами, поскольку часто структурные изображения грыжи диска на МРТ и/или КТ плохо коррелируют с симптомами;
4. Все участники должны сообщать об ограничении повседневной активности из-за LBP со средней оценкой более 30/100 по корейской версии шкалы инвалидности Освестри (ODI), что считается умеренной степенью инвалидности.

Из исследования исключались участники, принимающие антикоагулянты, кортикостероиды или опиатные анальгетики, а также те, кто имел одно из следующих состояний: история хирургии поясничного отдела позвоночника, беременность, тяжелый остеопороз, нестабильный спондилолистез, недавний компрессионный перелом поясничных позвонков ниже L1, локальный остеомиелит позвоночника, менингит, аневризма аорты, первичная злокачественная или метастатическая опухоль позвоночника, злокачественные новообразования таза/брюшной полости, двусторонние дефекты pars, тяжелая периферическая невропатия, гемиплегия, параплегия, когнитивная дисфункция, синдром конского хвоста и патология диска с секвестрацией. Также исключались участники, получающие компенсацию по трудовым соглашениям.

Участники были набраны в региональном центре лечения позвоночника, где проводилось данное исследование. Проводился скрининг для проверки критериев включения/исключения. Любые вопросы, касающиеся исследования, были разъяснены. Все участники подписали форму информированного согласия, одобренную местным университетским институциональным наблюдательным советом до начала участия. Характеристики участников, основные диагнозы и результаты МРТ представлены в таблицах 1 и 2.

Характеристики	Значения
Возраст (лет)	34,06±6,41
Пол (м/ж)	14/16
Рост (см)	165,90±7,89
Вес (кг)	62,90±12,16
Сторона поражения: левая/правая (%)	36/64
Локализация боли (%):	%
Боль только в спине/ягодицах	27
Боль ниже ягодиц, выше колена	33
Боль ниже колена	40
Продолжительность симптомов (месяцы) (%)	Менее 2 – 100%
Предшествующая история LBP (% да)	0

Таблица 1. Характеристики участников

Примечание: значения представлены как средние ± стандартное отклонение (SD); N=30, LBP: боль в нижней части спины.

Категория	Значения (%)
Основной диагноз:	
Грыжа диска	43
Грыжа диска и дегенеративное заболевание диска	57
Поражение диска, подтвержденное МРТ:	
L4-L5	77
L5-S1	23
Изменения диска, подтвержденные МРТ:	
Протрузия и сужение междискового пространства	100

Таблица 2. Основной диагноз и результаты МРТ участников

Система декомпрессии позвоночника DRX3000 состоит из разделенного стола, который используется для снижения трения на поясничные мышцы, и компьютера, запрограммированного на создание циклических дистракционных сил вдоль оси поясничного отдела позвоночника. Устройство DRX3000 имеет встроенные воздушные камеры и регулировку угла тяги, чтобы интенсивность прерывистой дистракционной силы увеличивалась постепенно, избегая мышечных сокращений в ответ на растяжение в конце сеанса декомпрессии. При правильной настройке угла тяги для воздействия на пораженный поясничный сегмент тракция может быть применена к изолированному межпозвоночному диску медленно, чередуясь между короткими моментами напряжения и расслабления (осцилляции), доставляемыми моторизованным блоком.

Клиницист закреплял ремни на груди и плечах пациента, затем размещал участника лежа на спине на столе DRX3000 с согнутыми бедрами и коленями, а голени поддерживались на подставке. Угол тяги составлял 15 градусов для уровня L4-L5 и 10 градусов для уровня L5-S1. Начальная настройка веса составляла 25% от массы тела участника. Вес тяги увеличивался на 1,02 кг за сеанс в зависимости от переносимости, а конечный вес тяги составлял 50% массы тела плюс 4,54–9,07 кг. Время дистракции и расслабления составляло 60 и 30 секунд соответственно, причем половина силы тяги сохранялась в период расслабления. Каждый участник проходил лечение 6 дней в неделю в течение первых двух недель и 4 раза в неделю в течение последующих двух недель. Общее количество посещений составило 20 раз за 4 недели, при этом продолжительность каждого сеанса составляла 30 минут. Перед использованием DRX3000 применялось 15 минут поверхностного прогрева (горячий компресс), затем 5 минут ультразвукового лечения (SM-250, Samson Med, Сеул, Корея) с частотой 1 МГц, площадью головки 5 см² и интенсивностью 1,5 Вт/см² в непрерывном режиме, а также 15 минут интерференционной терапии токами (SM-850P, Samson Med, Сеул, Корея) с интенсивностью около 25 мА.

Все участники также получали флексионно-дистракционную мобилизацию, которая выполнялась с использованием специально разработанного стола для лечения (MF 90, Wellness System, Сеул, Корея) с подвижной головной частью, стационарной тораколумбальной частью и подвижным сегментом нижних конечностей, что позволяло клиницисту вручную перемещать пациента через пассивное сгибание и разгибание позвоночника. Клиницист размещал участника в положении лежа на животе на столе для лечения, затем фиксировал лодыжки к столу с помощью манжет, обеспечивающих дистракционное усилие. Клиницист, стоящий рядом с пациентом, одной рукой стабилизировал поясничную область на уровне

интересующего участка, применяя противотягу, а другой рукой контролировал каудальную часть стола в пределах желаемого диапазона движений. Лечение проводилось в течение 5 минут, 6 дней в неделю в течение первых двух недель и 4 раза в неделю в течение последующих двух недель, так что весь курс лечения включал 20 посещений за 4 недели.

Также проводились стабилизационные упражнения для поясничного отдела с использованием подвешного устройства (Redcord, Staubo, Норвегия) для улучшения динамической стабильности поясничного отдела позвоночника за счет переобучения ко-контракции глубоких мышц корпуса и мышц живота. Во время лечения каждое движение точно направлялось клиницистом, и после достижения успешной координации действий глубоких мышц корпуса и мышц живота в программу постепенно вводились более сложные задачи, требующие работы крупных мышц-первостепенных двигателей корпуса. Каждый участник проходил лечение 6 дней в неделю в течение первых двух недель и 4 раза в неделю в течение последующих двух недель. Весь курс стабилизационных упражнений для поясничного отдела включал 20 посещений за 4 недели.

Измеряемые показатели

К измеряемым показателям относились тест поднятия выпрямленной ноги (SLR) на пораженной стороне и шкала инвалидности Освестри (ODI). Для теста SLR участник лежал на спине, а его нога пассивно поднималась клиницистом до предельного диапазона при сохранении колена в разогнутом положении. Измерение проводилось на большеберцовой кости, дистальнее бугристости большеберцовой кости, с использованием инклинометра. Было показано, что этот тест обладает хорошей межэкспертной надежностью (коэффициент внутриклассовой корреляции 0,87–0,96). Снижение способности справляться с повседневными делами из-за боли в нижней части спины оценивалось с использованием 60-балльной шкалы ODI (где 0 означает отсутствие боли, а 50 — наиболее тяжелую боль по суммарному баллу). Участник определял балл ODI, выбирая 10 пунктов со значениями от 0 (отсутствие боли в спине во время активности) до 5 (сильная боль во время активности). Шкала ODI имеет коэффициент повторного тестирования надежности 0,92 и валидность 0,62.

Для определения наличия значимых различий в измеряемых показателях использовался однофакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями (ANOVA). Для выявления источника значимых эффектов применялись контрасты средних значений с одной степенью свободы ($p < 0,05$). Независимой переменной было время (до вмешательства, после 10 сеансов лечения и при выписке соответственно). Зависимыми переменными были угол

SLR и баллы ODI. Для статистического анализа использовался программный пакет SPSS 14.0 КО (SPSS, Чикаго, Иллинойс, США).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Все набранные участники завершили 20 сеансов лечения, включающих тракцию в сочетании с моторизованной флексионно-дистракционной мобилизацией и стабилизационными упражнениями для поясничного отдела. Все участники исследования были включены в анализ данных. Участники сообщили о текущих симптомах боли в нижней части спины за период менее 2 месяцев до начала вмешательства, и в ходе исследования не было зафиксировано никаких побочных эффектов.

Сравнение изменений в баллах ODI и тесте SLR до вмешательства, после 10 сеансов лечения и при выписке (в течение 3 дней после последнего визита) было проанализировано для участников с дискогенной болью в нижней части спины. Был выявлен значительный основной эффект времени для баллов ODI ($F(2, 28) = 175,44, p < 0,01$). Значительные улучшения наблюдались в баллах ODI после 10 сеансов лечения и при выписке по сравнению с показателями до вмешательства ($p < 0,01$). Средние значения ODI после 10 сеансов лечения и при выписке были на 35% и 49% ниже среднего значения до вмешательства соответственно ($p < 0,01$; Таблица 3). Также было отмечено значительное улучшение среднего значения ODI при выписке по сравнению со средним значением после 10 сеансов лечения ($p < 0,05$). Среднее значение ODI при выписке было на 22% ниже, чем после 10 сеансов лечения ($p < 0,01$).

Был также выявлен значительный основной эффект времени в тесте SLR ($F(2, 28) = 136,27, p < 0,01$). Средние значения SLR после 10 сеансов лечения и при выписке составили 163% и 183% от среднего значения до вмешательства соответственно ($p < 0,01$). Среднее значение при выписке также составило 112% от среднего значения после 10 сеансов лечения ($p < 0,01$).

ОБСУЖДЕНИЕ

Это исследование предоставляет полезную информацию о том, как пациенты с дискогенной болью в нижней части спины (LBP) реагируют на 4-недельное лечение, включающее декомпрессию позвоночника в сочетании с моторизованной флексионно-дистракционной мобилизацией и стабилизационными упражнениями для поясничного отдела. В целом участники исследования продемонстрировали значительные улучшения в показателях ODI и SLR после 10 и 20 сеансов лечения с использованием аппарата DRX3000 в сочетании с мобилизацией позвоночника и

стабилизационными упражнениями для поясничного отдела. Эти результаты согласуются с выводами предыдущих исследований, которые сообщали об улучшении показателей визуальной аналоговой шкалы и/или шкалы инвалидности у пациентов с дискогенной LBP после лечения с помощью декомпрессии позвоночника в сочетании с другими протоколами лечения, такими как тепло, холод и/или стимуляция мышц.

Наиболее частой причиной хронической боли в нижней части спины и синдромов защемления нервных корешков, вероятно, является повреждение межпозвоночных дисков, а дискогенная боль может быть вызвана прогрессирующим разрушением и разрывом фиброзного кольца, что приводит к задней грыжации пульпозного ядра, вызывающей боль, или повреждению внутренней структуры диска. Предыдущие исследования показали, что декомпрессия позвоночника снижает внутридисковое давление, что, в свою очередь, может позволить грыжевым дискам восстанавливать кислородное питание, увлажняться и получать питательные вещества, способствуя метаболизму и восстановлению диска.

В нашем текущем исследовании пациенты с дискогенной LBP получили программу стабилизационных упражнений для поясничного отдела на протяжении 4 недель, направленную на устранение нарушений мышц живота и поясничного отдела корпуса. После применения этой программы в сочетании с другими методами лечения наблюдались улучшения в показателях ODI и SLR. Это может быть связано с усиленной активностью мышц живота и поясничного отдела корпуса. Предыдущие исследования показали, что у пациентов с LBP происходит нарушение структуры и функции глубоких мышц корпуса, таких как поперечная мышца живота (TrA) и поясничные многораздельные мышцы (LM). У здоровых взрослых сокращения TrA и LM обычно происходят в антисипаторном режиме перед движением конечностей, тогда как у пациентов с LBP сокращения TrA и LM задерживаются или ослабляются. Кроме того, у лиц с LBP наблюдается жировая инфильтрация и атрофия мышечных волокон типа I и II в LM. Было показано, что программы стабилизационных упражнений для поясничного отдела могут нормализовать функциональные и морфологические изменения у пациентов с LBP за счет улучшения силы, выносливости и/или моторного контроля мышц живота и поясничного отдела корпуса.

В этом исследовании пациенты с дискогенной LBP получали флексионно-дистракционную мобилизацию в течение 4 недель, направленную на симптомы LBP с сопутствующей болью в нижних конечностях, вызванной грыжей поясничного диска. Также были отмечены улучшения в показателях ODI и SLR после применения этого лечения в сочетании с другими протоколами, такими как моторизованная тракция и стабилизационные

упражнения для поясничного отдела. Существует несколько возможных объяснений механических, физиологических и анатомических эффектов флексионно-дистракционной мобилизации на грыжу межпозвоночного диска. Было показано, что сгибание увеличивает диаметр центрального канала и межпозвоночного канала в поясничном отделе, а также размер межпозвоночного отверстия до 31% в шейном отделе. Флексионно-дистракционная манипуляция также демонстрирует увеличение диаметра центрального канала в шейном отделе. Кроме того, дистракция в сочетании с сгибанием временно увеличивает пространство между поясничными дисками и фасеточными суставами. Предыдущие исследования сообщали, что манипуляции с дистракцией могут уменьшать выпячивание диска в поясничном и/или шейном отделах. Также есть данные, что флексионно-дистракционная манипуляция может увеличивать внутридисковое давление и снижать гипертонус многораздельных мышц, которые, как предполагается, играют важную роль в поддержании дисфункции и боли, связанных с диском.

В нашем исследовании были некоторые ограничения. Мы изучили относительно небольшую выборку пациентов с дискогенной LBP, поэтому будущие исследования должны включать большую группу участников для лучшего представления общей популяции. Участники не классифицировались на основе различных симптомов или радиологических изображений, таких как МРТ или КТ. Выборка исследования состояла из взрослых в возрасте от 20 до 40 лет, следовательно, исследуемая популяция может не быть репрезентативной для пожилых людей, которые могут иметь другие характеристики дискогенной LBP. Кроме того, МРТ или КТ не проводились для оценки изменений в грыже диска после завершения 4-недельного курса лечения.

В заключение, лечение с помощью декомпрессии позвоночника в сочетании с моторизованной флексионно-дистракционной мобилизацией и стабилизационными упражнениями для поясничного отдела в течение 4 недель значительно улучшило клинические показатели ODI и SLR у пациентов с дискогенной LBP. Сложно установить причинно-следственную связь между вмешательством и результатами данного исследования, поскольку в нем не было контрольной группы, и улучшения могли быть связаны с эффектом плацебо или спонтанным выздоровлением. Поэтому необходимо провести дальнейшие исследования с использованием рандомизированных контролируемых испытаний на большой группе пациентов, а также МРТ и/или КТ до и после вмешательства для оценки изменений в грыже диска.

Список литературы

- 1) Maetzel A, Li L: The economic burden of low back pain: a review of studies published between 1996 and 2001. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2002, 16:23– 30.
- 2) Svensson H, Andersson GBJ: The relationship of low– back pain, work history and work environment, and stress: a retrospective cross-sectional study of 38- to 64-year old women. *Spine*, 1989, 14: 517–522.
- 3) Hides JA, Richardson CA, Jull GA: Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first episodes low back pain. *Spine*, 1996, 21: 2763–2769.
- 4) Andersson GBJ: Epidemiologic aspects of low back pain in industry. *Spine*, 1981, 6: 53–60.
- 5) Frymoyer JW, Durett CL: The economics of spinal disorders. In: Frymoyer JW, editor. 2nd ed, *The adult spine: principles and practice*, Vol 1, Philadelphia:Lippincott-Raven, 1997, pp144–149.
- 6) Katz JN: Lumbar disc disorders and low-back pain: socioeconomic factors and consequences. *J Bone Joint Surg Am*, 2006, 88 (Suppl 2): 21–24.
- 7) Macario A, Pergolizzi JV: Systematic literature review of spinal decompression via motorized traction for chronic discogenic low back pain. *Pain Pract*, 2006, 6:171–178.
- 8) Goh KJ, Khalifa W, Anslow P, et al.: The clinical syndrome associated with lumbar spinal stenosis. *Eur Neurol*, 2004, 52: 242–249.
- 9) Spengler DM: Degenerative stenosis of the lumbar spine (current concepts review). *J Bone Joint Surg*, 1987, 69A: 305–308.
- 10) Sato K, Kikuchi S, Yonezawa T: In vivo intradiscal pressure measurement in healthy individuals and in patients with ongoing back problems. *Spine*, 1999, 24: 2468–2474.
- 11) Acaroglu ER, Iatridis JC, Setton LA, et al.: Degeneration and aging affect the tensile behavior of human lumbar annulus fibrosus. *Spine*, 1995, 20: 2690– 2701.
- 12) Nachemson A: In vivo discometry in lumbar discs with irregular nucleograms. Some differences in stress distribution between normal and moderately degenerated discs. *Acta Orthop Scand*, 1965, 36: 418–434.
- 13) Adams MA, McNally DS, Dolan P: ‘Stress’ distributions inside intervertebral discs. The effects of age and degeneration. *J Bone Joint Surg Br*, 1996, 78:965–972.

- 14) Amundsen T, Weber H, Nordal HJ, et al.: Lumbar spinal stenosis: conservative or surgical management: A prospective 10 year study. *Spine*, 2000, 25: 1424–1435.
- 15) Benoist M: The natural history of lumbar degenerative spinal stenosis. *Joint Bone Spine*, 2002, 69: 450–457.
- 16) Herno A, Airaksinen O, Saari T, et al.: Lumbar spinal stenosis: a matched-pair study of operated and non-operated patients. *Br J Neurosurg*, 1996, 10:461–465.
- 17) Johnsson KE, Rosén I, Udén A: The natural course of lumbar spinal stenosis. *Clin Orthop Relat Res*, 1992, 279: 82–86.
- 18) Truumees E: Spinal stenosis: pathophysiology, clinical and radiologic classification. *Instr Course Lect*, 2005, 54: 287–302.
- 19) Hale ME, Dvergsten C, Gimbel J: Efficacy and safety of oxymorphone extended release in chronic low back pain. Results of a randomized, double-blind, placebo and activecontrolled phase III study. *J Pain*, 2005, 6: 21–28.
- 20) Shen FH, Samartzis D, Andersson GB: Nonsurgical management of acute and chronic low back pain. *J Am Acad Orthop Surg*, 2006, 14: 477–487.
- 21) Long A, Donelson R, Fung T: Does it matter which exercise? A randomized control trial of exercise for low back pain. *Spine*, 2004, 29: 2593–2602.
- 22) Leibing E, Leonhardt U, Koster G, et al.: Acupuncture treatment of chronic low-back pain—a randomized, blinded, placebo-controlled trial with 9-month follow-up. *Pain*, 2002, 96 :189–196.
- 23) Gay RE, Bronfort G, Evans RL: Distraction manipulation of the lumbar spine: a review of the literature. *J Manipulative Physiol Ther*, 2005, 28:266–273.
- 24) van der Roer N, van Tulder MW, Barendse JM, et al.: Cost-effectiveness of an intensive group training protocol compared to physiotherapy guideline care for sub-acute and chronic low back pain: design of a randomised controlled trial with an economic evaluation. *BMC Musculoskelet Disord*, 2004, 5: 45.
- 25) Harte AA, Baxter GD, Gracey JH: The efficacy of traction for back pain: a systematic review of randomized controlled trials. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003, 84: 1542–1553.
- 26) Tekeoglu I, Adak B, Bozkurt M, et al.: Distraction of lumbar vertebrae in gravitational traction. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998, 23: 1061–1063; discussion 1064.
- 27) Gionis TA, Groteke E: Spinal Decompression. *Orthopedic Technology Rev*, 2003, 5: 36–39.

- 28) Gose EE, Naguszewski WK, Naguszewski RK: Vertebral axial decompression therapy for pain associated with herniated or degenerated discs or facet syndrome: an outcome study. *Neurol Res*, 1998, 20:186–190.
- 29) Shealy CN, Koladia N, Wesemann M: Long-term effect analysis of IDD therapy in low back pain: a retrospective clinical pilot study. *Am J Pain Manage*, 2005, 15: 93–97.
- 30) Naguszewski WK, Naguszewski RK, Gose EE: Dermatomal somatosensory evoked potential demonstration of nerve root decompression after VAX-D therapy. *Neurol Res*, 2001, 23: 706–714.
- 31) Daniel DM: Non-surgical spinal decompression therapy: does the scientific literature support efficacy claims made in the advertising media? *Chiropr Osteopat*, 2007, 15:7.
- 32) Magee DJ, Zachazewski JE, Quillen WS: Pathology and intervention in musculoskeletal rehabilitation. St. Louis, Saunders, 2009, pp371.
- 33) Bronfort G, Haas M, Evans R, et al.: Evidence- informed management of chronic low back pain with spinal manipulation and mobilization. *Spine J*, 2008, 8: 213–225.
- 34) Christensen M, Delle Morgan D: Job analysis of chiropractic: a project report, survey analysis and summary of the practice of chiropractic within the United States. Greeley (Colo), National Board of Chiropractic Examiners, 1993, pp78.
- 35) Kruse RA, Imbarlina F, De Bono VF: Treatment of cervical radiculopathy with flexion distraction. *J Manipulative Physiol Ther*, 2001, 24: 206–209.
- 36) Cox J: Low back pain: mechanism, diagnosis and treatment (6th ed). Baltimore, Williams & Wilkins, 1999, pp261–272.
- 37) Cramer GD, Tuck NR, Knudsen JT, et al.: Effects of side-posture positioning and side-posture adjusting on the lumbar zygapophysial joints as evaluated by magnetic resonance imaging: a before and after study with randomization. *J Manipulative Physiol Ther*, 2000, 23: 380–394.
- 38) Whittingham W, Nilsson N: Active range of motion in the cervical spine increases after spinal manipulation (toggle recoil). *J Manipulative Physiol Ther*, 2001, 24:552–555.
- 39) Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *Spine J*, 2002, 2: 357–371.
- 40) Vroomen PC, de Krom MC, Slofstra PD, et al.: Conservative treatment of sciatica: a systematic review. *J Spinal Disord*, 2000, 13: 463–469.

- 41) Shekelle PG, Adams AH, Chassin MR, et al.: Spinal manipulation for low-back pain. *Ann Intern Med*, 1992, 117: 590–598.
- 42) van Tulder MW, Koes BW, Bouter LM: Conservative treatment of acute and chronic nonspecific low back pain. A systematic review of randomized controlled trials of the most common interventions. *Spine*, 1997, 22: 2128–2156.
- 43) Koes BW, Scholten RJ, Mens JM, et al.: Efficacy of epidural steroid injections for low-back pain and sciatica: a systematic review of randomized clinical trials. *Pain*, 1995, 63: 279–288.
- 44) Richardson C, Jull G, Hides J, et al.: Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain. Scientific basis and clinical approach. Churchill Livingstone, Harcourt Brace and Company Limited, London, 1999.
- 45) Koumantakis GA, Watson PJ, Oldham JA: Trunk muscle stabilization training plus general exercise versus general exercise only: randomized controlled trial of patients with recurrent low back pain. *Phys Ther*, 2005, 85: 209–225.
- 46) Niemisto L, Lahtinen-Suopanki T, Rissanen P, et al.: A randomized trial of combined manipulation, stabilizing exercises, and physician consultation compared to physician consultation alone for chronic low back pain. *Spine*, 2003, 28: 2185–2191.
- 47) Niemistö L, Rissanen P, Sarna S, et al.: Cost-effectiveness of combined manipulation, stabilizing exercises, and physician consultation compared to physician consultation alone for chronic low back pain: a prospective randomized trial with 2-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2005, 30: 1109–1115.
- 48) Sung PS: Multifidi muscles median frequency before and after spinal stabilization exercises. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003, 84: 1313–1318.
- 49) Cairns MC, Foster NE, Wright C: Randomized controlled trial of specific spinal stabilization exercises and conventional physiotherapy for recurrent low back pain. *Spine* 2006, 31: E670–E681.
- 50) Standaert CJ, Weinstein SM, Rumpeltes J: Evidence-informed management of chronic low back pain with lumbar stabilization exercises. *Spine J*, 2008, 8: 114–120.
- 51) van Tulder MW, Assendelft WJ, Koes BW, et al.: Method guidelines for systematic reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group for Spinal Disorders. *Spine*, 1997, 22: 2323–2330.
- 52) Weishaupt D, Zanetti M, Hodler et al.: MR imaging of the lumbar spine: prevalence of intervertebral disk extrusion and sequestration, nerve root

compression, end plate abnormalities, and osteoarthritis of the facet joints in asymptomatic volunteers. *Radiology*, 1998, 209: 661–666.

53) Jensen MC, Brant-Zawadzki MN, Obuchowski N, et al.: Magnetic resonance imaging of the lumbar spine in people without back pain. *N Engl J Med*, 1994, 331:69–73.

54) Boden SD, Davis DO, Dina TS, et al.: Abnormal magnetic-resonance scans of the lumbar spine in asymptomatic subjects: a prospective investigation. *J Bone Joint Surg Am*, 1990, 72: 403–408.

55) Fairbank JC, Couper J, Davies JB, et al.: The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy*, 1980, 66: 271–273.

56) Fairbank J, Pynsent P: The Oswestry Disability Index. *Spine*, 2000, 25: 2940–2953.

57) Waddell G, Somerville D, Henderson I, et al.: Objective clinical evaluation of physical impairment in chronic low back pain. *Spine*, 1992, 17: 617–628.

58) Kim DY, Lee SH, Lee HY, et al.: Validation of the Korean version of the oswestry disability index. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005, 30: E123–E127.

59) Keppel G: *Design and Analysis: A researcher's handbook*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982, pp 169–183.

60) Beattie PF, Nelson RM, Michener LA, et al.: Outcomes after a prone lumbar traction protocol for patients with activity-limiting low back pain: a prospective case series study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008; 89: 269–274.

61) Macario A, Richmond C, Auster M, et al.: Treatment of 94 outpatients with chronic discogenic low back pain with the DRX9000: a retrospective chart review. *Pain Pract*, 2008, 8: 11–17.

62) Kuslich SD, Ulstrom CL, Michael CJ: The tissue origin of low back pain and sciatica: a report of pain response to tissue stimulation during operations on the lumbar spine using local anesthesia. *Orthop Clin North Am*, 1991, 22: 181–187.

63) Anderson MW: Lumbar discography: an update. *Semin Roentgenol*, 2004; 39: 52–67.

64) Matsui Y, Maeda M, Nakagami W, et al.: The involvement of matrix metalloproteinases and inflammation in lumbar disc herniation. *Spine*, 1998, 23: 863–868.

65) Fujita K, Nakagawa T, Hirabayashi K, et al.: Neutral proteinases in human intervertebral disc. Role in degeneration and probable origin. *Spine*, 1993, 18: 1766–1773.

66) Ferreira PH, Ferreira ML, Hodges PW: Changes in recruitment of the abdominal muscles in people with low back pain: ultrasound measurement of muscle activity. *Spine*. 2004, 29: 2560–2566.

67) Hodges PW, Richardson CA: Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain. A motor control evaluation of transversus abdominis. *Spine*, 1996, 21: 2640–2650.

68) Hodges PW, Richardson CA: Delayed postural contraction of transversus abdominis in low back pain associated with movement of the lower limb. *J Spinal Disord*, 1998, 11: 46–56.

69) Hodges PW, Richardson CA: Altered trunk muscle recruitment in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. *Arch Phys Med Rehabil*, 1999, 80: 1005–1012.

70) Yoshihara K, Shirai Y, Nakayama Y, et al.: Histochemical changes in the multifidus muscle in patients with lumbar intervertebral disc herniation. *Spine*, 2001, 26: 622–626.

71) Yoshihara K, Nakayama Y, Fujii N, et al.: Atrophy of the multifidus muscle in patients with lumbar disk herniation: histochemical and electromyographic study. *Orthopedics*, 2003, 26: 493–495.

72) Zhao WP, Kawaguchi Y, Matsui H, et al.: Histochemistry and morphology of the multifidus muscle in lumbar disc herniation: comparative study between diseased and normal sides. *Spine*, 2000, 25:2191–2199.

73) Hodges PW, Richardson CA: Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther*, 1997, 77: 132–142; discussion 142–144.

74) Hungerford B, Gilleard W, Hodges P: Evidence of altered lumbopelvic muscle recruitment in the presence of sacroiliac joint pain. *Spine*, 2003, 28: 1593–1600.

75) Macdonald D, Moseley GL, Hodges PW: Why do some patients keep hurting their back? Evidence of ongoing back muscle dysfunction during remission from recurrent back pain. *Pain*, 2009, 142: 183–188.

76) Hodges PW: Changes in motor planning of feedforward postural responses of the trunk muscles in low back pain. *Exp Brain Res*, 2001, 141: 261–266.

77) Hodges PW, Moseley GL, Gabrielsson A, et al.: Experimental muscle pain changes feedforward postural responses of the trunk muscles. *Exp Brain Res*, 2003, 151: 262–271.

78) Kang CH, Shin MJ, Kim SM, et al.: MRI of paraspinal muscles in lumbar degenerative kyphosis patients and control patients with chronic low back pain. *Clin Radiol*, 2007, 62: 479–486.

79) Mengiardi B, Schmid MR, Boos N, et al.: Fat content of lumbar paraspinal muscles in patients with chronic low back pain and in asymptomatic volunteers: quantification with MR spectroscopy. *Radiology*, 2006, 240: 786–792.

80) Kjaer P, Bendix T, Sorensen JS, et al.: Are MRI- defined fat infiltrations in the multifidus muscles associated with low back pain? *BMC Med*, 2007, 5: 2.

81) Hides JA, Richardson CA, Jull GA: Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. *Spine*, 1996, 21: 2763–2769.

82) Rissanen A, Kalimo H, Alaranta H: Effect of intensive training on the isokinetic strength and structure of lumbar muscles in patients with chronic low back pain. *Spine*, 1995, 20: 333–340.

83) Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, et al: Effects of three different training modalities on the cross sectional area of the lumbar multifidus muscle in patients with chronic low back pain. *Br J Sports Med*, 2001, 35: 186–191.

84) Tsao H, Hodges PW: Persistence of improvements in postural strategies following motor control training in people with recurrent low back pain. *J Electromyogr Kinesiol*, 2008, 18: 559–567.

85) Tsao H, Hodges PW: Immediate changes in feedforward postural adjustments following voluntary motor training. *Exp Brain Res*, 2007, 181: 537–546.

86) Hebert J, Koppenhaver S, Fritz J, et al.: Clinical prediction for success of interventions for managing low back pain. *Clin Sports Med*, 2008, 27: 463–479.

87) Inufusa A, An HS, Lim TH, et al.: Anatomic changes of the spinal canal and intervertebral foramen associated with flexion-extension movement. *Spine*, 1996, 21: 2412–2420.

88) Muhle C, Resnick D, Ahn JM, et al.: In vivo changes in the neuroforaminal size at flexion-extension and axial rotation of the cervical spine in healthy persons examined using kinematic magnetic resonance imaging. *Spine*, 2001, 26: E287–E293.

89) Chen IH, Vasavada A, Panjabi MM: Kinematics of the cervical spine canal: changes with sagittal plane loads. *J Spinal Disord*, 1994, 7: 93–101.

90) Gudavalli MR: Biomechanics research on flexion- distraction procedure. In: Cox JM, editor. Low back pain: mechanisms, diagnosis and treatment (6th ed). Philadelphia (PA), Lippincot Williams & Wilkins, 1999, pp263–268.

91) BenEliyahu DJ: Magnetic resonance imaging and clinical follow-up: study of 27 patients receiving chiropractic care for cervical and lumbar disc herniations. J Manipulative Physiol Ther, 1996, 19, 597–606.

92) Neault CC: Conservative management of an L4-L5 left nuclear disk prolapse with a sequestered segment. J Manipulative Physiol Ther, 1992, 15: 318–322.

93) Schneider MJ: The traction methods of Cox and Leander: the neglected role of the multifidus muscle in low back pain. Chiropr Tech, 1991, 3: 109–115.

Оригинал статъи:

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/22/4/22_4_345/article