**Функциональные и морфологические изменения у пациентов в поясничном межпозвоночном диске после применения вытяжения (тракции) с контролем лортодического изгиба: двойное слепое рандомизированное контролируемое исследование**

Chang-Hyung Lee 1, Sung Jin Heo 2, So Hyun Park 3, Hee Seok Jeong 4 and Soo-Yeon Kim 1,\*

1 Реабилитационная медицина, Школа медицины Пусанского национального университета и научно-исследовательский институт конвергенции биомедицинских наук и технологий, Больница Янсан Пусанского национального университета, Янсан 50612, Корея; aarondoctor@gmail.com

2 Научно-исследовательский институт конвергенции биомедицинских наук и технологий, Больница Янсан Пусанского национального университета, Янсан 50612, Корея; whitegusdl@hanmail.net

3 Кафедра физиотерапии, Университета Янгсан, Янсан 50510, Корея; ptpsh@ysu.ac.kr

4 Радиологическая медицина, Школа медицины Пусанского национального университета и научно-исследовательский институт конвергенции биомедицинских наук и технологий, Больница Янсан Пусанского национального университета, Янсан 50612, Корея; mediknight@hanmail.net

\* Для писем: drkimsy@gmail.com

Поступило: 15 ноября 2019 г.; Принято в печать: 16 девабря 2019 г.; Опубликовано: 19 июня 2019 г.

**Резюме:** *Предпосылки и цели:* Поясничная тракция широко используется в качестве неоперативного лечения заболевания поясничного межпозвонкового диска. Эффект традиционной тракции (ТТ), использующей тягу устройства линейного типа, остаётся спорным по разным причинам, включая технические ограничения. Таким образом, целью данного исследования стало сравнение эффектов недавно разработанного метода вытяжения (тракции) с контролем лортодического изгиба поясничного отдела (L-LCCT) и TT. В исследовании сравнивались функциональные изменения и морфологические изменения межпозвоночных дисков. *Материалы и методы:* В исследовании приняли участие 40 пациентов с заболеванием поясничного межпозвонкового диска L4-L5 или L5-S1, подтверждённым магнитно-резонансной томографией. Пациенты были разделены на две группы: группа C-LCCT и группа TT. Изменения состояния здоровья пациентов регистрировались с использованием оценки боли, функциональных оценок (визуально-аналоговая шкала, индекс инвалидности Освестри, Анкета инвалидности Роланда – Морриса) и морфологических изменений (площадь центрального канала поясничного отдела) до и после тракционной терапии. *Результаты*: оценка боли значительно снизилась после тракции в обеих группах (р <0,05). Однако функциональные оценки и морфологические изменения значительно улучшились после лечения только в группе L-LCCT (p <0,05). Выводы: Мы предполагаем, что L-LCCT является действенным методом устранения технических ограничений TT путем поддержания лордотического изгиба поясничного отдела у пациентов с заболеванием поясничного межпозвонкового диска.

**Ключевые слова**: вытяжение (тракция); поясничный лордоз; межпозвоночный диск; боль; функционирование; морфология

**1. Введение**

Поясничная тракция широко используется у пациентов с заболеванием межпозвонковых дисков как способ уменьшения давление на позвоночное отверстие за счет снятия напряжения между соседними позвонками [1–3]. Таким образом, метод способствует выравниванию позвоночника и позволяет уменьшить излишние мышечные спазмы вокруг пораженного места [4]. Кроме того, снижение межпозвонкового давления и восстановление первоначального лордотического изгиба поясничного отдела даёт возможность выступающему студенистому ядру диска втянуться внутрь [5]. Однако предыдущими исследованиями четко не установлены лечебные эффекты тракционной терапии. Некоторые исследования с использованием болевых и функциональных тестов, такие как визуальная аналоговая шкала (VAS), индекс инвалидности Освестри (ODI), анкета инвалидности Роланда – Морриса (RM) и краткий опросник здоровья из 36 пунктов (SF-36) показали значительное улучшение у пациентов, получавших лечение тракцией, по сравнению с пациентами, получавшими лечение традиционной физиотерапией [6–10]. Однако в других исследованиях пациентов с заболеванием межпозвоночного диска, тракция не показала значительных преимуществ по сравнению с другими методами лечения, такими как физиотерапия и медикаментозное лечение [11–14]. Несмотря на теоретические преимущества тракционного лечения для снятия компрессии на диск у пациентов с заболеванием межпозвонкового диска, клинические результаты не были явными.

Поскольку индивидуальные физические условия различаются, необходимо специализировать стандартные терапевтические рекомендации, а это требует времени и усилий. Поскольку нет стандартных протоколов или предыдущих хорошо продуманных исследований тракционной терапии, может быть трудно оценить эффективность тракционной терапии. По предположению Clarke et al. [13], сложно эмпирически определить влияние тракции на пациентов с заболеванием межпозвонковых дисков из-за трудностей в настройке исходных условий, трудностей в проведении слепых тестов с механической растягивающей нагрузкой и из-за различий в уровне образования пациентов и понимания механизмов болезни. Наконец, могут быть другие условия, вызывающие то же симптомы, или разные симптомы могут возникать по одной и той же причине.

Помимо причин, указанных выше, могут быть технические ограничения на применение тракции у пациентов с заболеванием межпозвонковых дисков. Одна из возможных причин технического ограничения применения тракции - это изменение лордотического изгиба. Во-первых, лордотический изгиб может быть уменьшен во время традиционной тракции (ТТ) поясничного отдела. При приложении силы вытяжения к позвоночнику по методу ТТ основным эффектом является выпрямление структур позвоночника, а не декомпрессия межпозвонковых дисков. Это также уменьшает естественный лордотический изгиб и может быть причиной дискомфорта и невысоких результатов лечения после тракции [14–16]. Когда лордотичесий изгиб уменьшается, задние структуры позвоночника, дугоотростчатые суставы, задняя продольная связка и межостистые связки растягиваются сильнее, чем передние структуры позвоночника. Во время TT это вызывает неправильную нагрузку на структуры диска. Таким образом, слишком растянутые задние структуры туловища могут вызывать боль. Во-вторых, положение субъекта может влиять на результаты тракции позвоночника. В положении лежа на спине лордотический изгиб уменьшается за счет вертикально направленной силы тяжести. В большей степени лордотический изгиб уменьшается у пациентов с болью в пояснице. Когда вытягивающая сила прикладывается к позвоночнику в положении лежа на спине методом ТТ, сила тяжести влияет на всю структуру позвоночника. Следовательно, лордотический изгиб не восстанавливается, что может вызвать боль.

Таким образом, мы задались вопросом, приведет ли к равномерному распределению силы на переднюю и заднюю части позвоночника приложение вытягивающей силы с сохранением лордотического изгиба. Учитывая вышеизложенное было изобретено устройство для вытяжения (тракции) с контролем лортодического изгиба поясницы, которое нацелено на межпозвоночное пространство сегмента L3–L5. В нашем предыдущем исследовании [17] мы измеряли морфологические изменения шейных межпозвонковых дисков при применении L-LCCT и сравнивали эти выводы с ТТ. Мы заметили, что у пациентов в группе L-LCCT передние и задние структуры позвоночника были одинаково растянуты, но у пациентов в группе ТТ наблюдалось диспропорциональное растяжение заднего отдела. Неправильно приложенная декомпрессионная сила рассматривается как решающий фактор наблюдаемых низких результатов у пациентов из группы ТТ. У пациентов из группы L-LCCT равномерно удлиненные передние и задние структуры показали благоприятные болевые, функциональные и морфологические изменения.

На сегодняшний день ни в одном исследовании с использованием метода L-LCCT не измерялись функциональные результаты и морфологические изменения межпозвоночного диска у пациентов с заболеванием поясничного межпозвонкового диска. Таким образом, целью нашей работы стало исследование клинической эффективности метода L-LCCT по сравнению с методом TT у пациентов с заболеванием межпозвоночного диска поясницы.

**2. Материалы и методы**

Это исследование является двойным слепым рандомизированным контролируемым исследованием, сравнивающим методы L-LCCT и TT. Для исследования были выбраны пациенты поликлиники с заболеванием межпозвоночного диска. Это исследование было проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией. Все пациенты получили достаточно объяснений относительно целей и методов исследования.

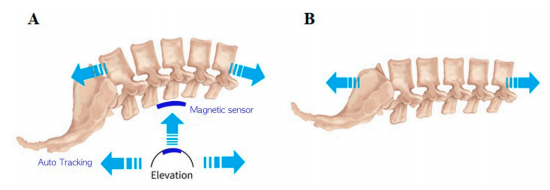
Пациенты были случайным образом разделены на две группы (L-LCCT или TT) врачом-исследователем с использованием таблицы случайных чисел, сгенерированной компьютером. Никто из пациентов не знал в какой группе оказался. Оценки проводил врач, который также не знал какое лечение проходит пациент. Это исследование было одобрено 20 апреля 2016 г. Исследование было одобрено наблюдательным советом (IRB 04-2016-029).

*2.1. Участники исследования и исследуемая область*

В исследовании приняли участие 40 пациентов (17 мужчин и 23 женщины) с заболеванием поясничного межпозвонкового диска сегмента L4-L5 или L5-S1, что было подтверждено МРТ (магнитно-резонансная томография). Отбор пациентов проходил в период с июня 2016 г. по февраль 2017 г. Критерием включения был диагноз: грыжа межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника с неослабевающей болью в пояснице и / или симптомами ишиаса, которые длятся более 3 месяцев. Критериями исключения были: острое воспаление, нестабильность позвонков поясницы, гипермобильность суставов, затрудненное сгибание или разгибание поясницы, или выпирающий фрагмент диска [18]. Физическая активность каждого пациента была ограничена ежедневной активностью, не превышающей 6 метаболических эквивалентов (MET) (эквивалентно 3,5 - 7 ккал / мин, что аналогично ходьбе при прогулке или от легкой до умеренной работе по дому) [19]. Во время клинических опросов пациентов фиксировалась информация обо всей жизнедеятельности. Те, кто не соблюдали вышеизложенные правила, были исключены из исследования.

*2.2 C-LCCT против TT*

Метод C-LCCT (метод реализуется оборудованием KINETRAC KNX-9900, Hanmed Co., Кимхэ, Республика Корея) использовался для поддержания естественного лордотического изгиба поясницы в сегменте L3–L5. После того как пациент принимал положение лежа на спине, грудь и таз фиксировались. Сначала с помощью пальпации в области диска L4 крепился магнитный маркер (рисунок 1). Автоматическая система отслеживания обеспечивала поясничный лордотический изгиб во время L-LCCT за счёт подъёма сегмента L3–L5. Магнитный поверхностный маркер был прикреплен в области диска L4, где лордотическая кривая максимальна. Поскольку самая высокая лордотическая точка перемещается во время вытяжения, автоматическая система отслеживания следовала за поверхностный магнитным маркером и, таким образом, постоянно поддерживалась лордотическая кривая. Во время L-LCCT высота приподнятого поясничного лордотического изгиба увеличивалась до наиболее удобного значения для каждого пациента. Диапазон действия устройства не превышал диапазон действия человеческого тела. Кроме того, максимальная сила вытяжения не превышала 100 фунтов, или 50 % от веса пациента, что предотвращает повреждение мышц и сухожилий пациента



**Рисунок 1**. Техники вытяжения поясницы: (A) тракция с контролем лордотического изгиба поясницы (L-LCCT) и (B) традиционная тракция (ТТ). Магнитный маркер был прикреплен к коже в области позвонка L4 с помощью физической пальпации

При методе ТТ у пациентов не применялась поддержка поясничного лордотического изгиба. Мы следовали тому же протоколу лечения, что и для L-LCCT, за исключением поддержки лордотического изгиба. Согласно предыдущим отчетам, все пациенты получали лечение три дня в неделю в течение пяти недель [3]. Продолжительность тракции составляла 15 мин, в сумме в каждой группе было проведено 15 сеансов.

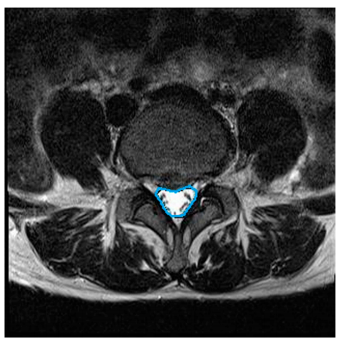
*2.3. Оценка результатов с использованием болевого и функционального состояния*

Боль и функциональные результаты измерялись до первого сеанса и после курса лечения. С помощью VAS по шкале от 0 до 10 измерялась боль в туловище и нижних конечностях, усиливающаяся при повседневной активности. Пациентов просили поставить отметку на линии для указания уровня боли (0 говорит об отсутствии боли, а 10 - о самой сильной боли).

ODI и RM использовались для оценки функционального состояния пациентов. Оценка с помощью индекса инвалидности Освестри ODI состоит из 10 пунктов, характеризующих повседневную деятельность, которая может быть нарушена вследствие боли. Это следующие пункты: 1. Интенсивность боли, 2. Личный уход, 3. Подъем, 4. Ходьба, 5. Сидение, 6. Сохранение положения стоя, 7. Сон, 8. Половая жизнь, 9. Общественная жизнь и 10. Путешествие. Каждый пункт оценивается по 6-балльной шкале Ликерта. Общий балл переводится по шкале от 0 до 100, где 0 означает отсутствие инвалидности, а 100 означает наихудшую возможную инвалидность [20]. Анкета инвалидности Роланда – Морриса RM состоит из 24 пунктов, которые сообщают об инвалидности, вызванной болями в пояснице. Оценка 0 присваивается пункту, если пациент с ним не соглашается, оценка 1 - если пациент соглашается с пунктом. Общая оценка находится в диапазоне от 0 до 24. Более высокие баллы говорят о более высоком уровне инвалидности вызванной болью [21]. Типичные оценки теста RM находятся в диапазоне от 0,79 до 0,88 балла для относительной надежности (внутриклассовая корреляция) и от 1,7 до 2,0 балла для абсолютной надежности.

*2.4. Измерение морфологических изменений степени тяжести заболевания поясничного диска с помощью МРТ поясничного отдела*

Мы оценивали изменения площади центрального канала поясницы до и после тракции. МРТ исследования проводились с использованием МРТ 3 Tesla (Siemens Healthcare GmbH, Эрланген, Германия). Для измерений использовались T2-взвешенные изображения (поле обзора (FOV): 150 × 150 мм; время эхо (TE): 108 мс; время повторения (TR): 4500 мс), аксиальное изображение с наибольшей высотой подъёма диска, связанной с наибольшей неврологической компрессией. В этом исследовании были выбраны сегменты L4-L5 или L5-S1. Цифровое измерение площади центрального канала было выполнено с помощью трассировки области поперечного сечения твердой мозговой оболочки на аксиальном МРТ снимке на уровне диска (рисунок 2). Измерения проводил рентгенолог с применением слепого метода. Опыт работы рентгенолога составляет более 10 лет. В работе специалист применял ранее описанный метод. Каждое измерение повторялось трижды одним и тем же рентгенологом для повышения повторяемости результатов. Надежность внутриклассового коэффициента корреляции (ICC) была высокой (> 0.8, 95 % CI).



**Рисунок 2**. Площадь центрального канала в аксиальной проекции МРТ поясничного отдела позвоночника.

Оценка боли (VAS), функции (ODI) и морфологии (рентгенография и МРТ поясничного отдела позвоночника) проводились за двое суток до первого сеанса и после последнего сеанса.

*2.5. Статистический анализ: определение размера выборки*

Анализ размера выборки показал, что для получения двусторонней значимости на уровне 0,05 и коэффициента межклассовой корреляции 0,8 требовалось не менее 40 участников. Таким образом, в исследование было включено 40 пациентов, учитывая потенциальную потерю для последующего наблюдения (loss to follow-up). Данные были проанализированы с использованием парных и независимых t-критериев. Уровень значимости был установлен на уровне p <0,05. Все анализы были выполнены с использованием программного обеспечения SPSS v.22.0 (IBM Corp., Armonk, Нью-Йорк, США).

**3. Результаты**

3.1. Демографические характеристики

Демографические данные пациентов представлены в таблице 1. В группу L-LCCT вошли 11 женщин и 9 мужчин, средний возраст составил 43,6 ± 15,1 года. В группу TT вошли 12 женщин и 8 мужчин, средний возраст составил 48,0 ± 14,6 года. Между двумя группами не было значительных различий с точки зрения пола, возраста, роста, веса, ИМТ, продолжительности поясничной боли, исходной VAS, показателя ODI, показателя RM или площади центрального канала поясницы (p> 0,05). Все пациенты завершили полный пятинедельный период исследования (всего 15 сеансов тракции).

**Таблица 1**. Демографические характеристики участников.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Переменные | В целом  (40 чел.) | Группа C-LCCT  (20 чел.) | Группа TT  (20 чел.) | p Значение |
| Возраст, лет | 45.8 ± 14.7 | 43.6 ± 15.1 | 48.0 ± 14.6 | 0.837 |
| Рост, см | 165.2 ± 8.3 | 164.6 ± 9.5 | 165.7 ± 7.0 | 0.187 |
| Вес, кг | 62.8 ± 11.3 | 62.8 ± 12.2 | 62.9 ± 10.8 | 0.471 |
| Индекс массы тела | 22.9 ± 3.1 | 23.0 ± 3.2 | 22.8 ± 3.0 | 0.954 |
| Продолжительность боли в пояснице, мес. | 15.5 ± 13.4 | 12.0 ± 12.1 | 19.0 ± 14.0 | 0.226 |
| Исходная VAS | 6.4 ± 1.2 | 6.3 ± 1.1 | 6.5 ± 1.4 | 0.605 |
| Исходный ODI, % | 29.2 ± 12.8 | 30.7 ± 15.4 | 27.5 ± 9.5 | 0.547 |
| Исходный RM | 6.0 ± 3.6 | 6.3 ± 3.6 | 5.6 ± 3.7 | 0.670 |
| Исходная площадь центрального канала, мм2 | 131.1 ± 48.6 | 130.2 ± 49.9 | 131.9 ± 48.8 | 0.986 |

Все значения представляют собой среднее ± стандартное отклонение. ИМТ: индекс массы тела; VAS: визуальная аналоговая шкала (0 = нет боли; 10 = самая сильная боль); ODI: индекс инвалидности Освестри (0 = нет инвалидности; 100 = максимально возможная инвалидность); RM: Анкета Роланда – Морриса (от 0 до 24; более высокие баллы соответствуют более высокому уровню инвалидности, вызванной болью). L-LCCT: устройство для вытяжения (тракции) с контролем лортодического изгиба; TT: традиционная тракция.

*3.2. Боль, функциональное состояние и морфологические изменения*

Боль, функциональное состояние и морфологические изменения у пациентов представлены в таблице 2. Пациенты из группы L-LCCT показали лучшие результаты по сравнению с группой TT с точки зрения измерений боли и функционального состояния. Результаты исследования показали значительное уменьшение боли по VAS в обеих группах после лечения. Однако изменения ODI и RM были значительно выше у пациентов в группе L-LCCT, а в группе ТТ значительные изменения ODI и RM не наблюдались. Изменение площади центрального канала на основании МРТ поясничного отдела позвоночника также было значительно выше у пациентов из группы L-LCCT (p <0,05), в то время как пациенты из группы ТТ не показали значительных изменений площади центрального канала после лечения (p> 0,05).

**Таблица 2**. Измерения боли, функциональные и морфологические измерения в группе L-LCCT по сравнению с группой TT.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Переменные | До лечения | После лечения | p Значение |
| A. Группа C-LCCT |  |  |  |
| VAS | 6.3 ± 1.1 | 3.1 ± 0.8 | <0.001 \* |
| ODI (%) | 30.7 ± 15.4 | 20.8 ± 11.6 | <0.004 \* |
| RM | 6.3 ± 3.6 | 3.7 ± 2.4 | <0.001 \* |
| Площадь центрального канала, мм2 | 130.2 ± 49.9 | 136.2 ± 49.9 | <0.001 \* |
| В. Группа ТТ |  |  |  |
| VAS | 6.5 ± 1.4 | 4.1 ± 1.6 | <0.001 \* |
| ODI (%) | 27.5 ± 9.5 | 25.5 ± 11.6 | 0.331 |
| RM | 5.6 ± 3.7 | 5.0 ± 4.3 | 0.305 |
| Площадь центрального канала, мм2 | 131.9 ± 48.8 | 132.0 ± 48.5 | 0.988 |

Все значения представляют собой среднее ± стандартное отклонение. VAS: визуальная аналоговая шкала (0 = нет боли; 10 = самая сильная боль); ODI: индекс инвалидности Освестри (0 = нет инвалидности; 100 = максимально возможная инвалидность); RM: Анкета Роланда – Морриса (от 0 до 24; более высокие баллы соответствуют более высокому уровню инвалидности, вызванной болью). \* p < 0.05

Обе группы показали значительное снижение оценок боли. Однако изменения функциональных баллов и изменение площади центрального канала было значительно выше у пациентов из группы L-LCCT, чем из группы TT (Таблица 3).

**Таблица 3**. Сравнение изменений у пациентов групп L-LCCT и TT.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Переменные | C-LCCT | TT | T | p Значение |
| VAS | −3.1 ± 1.3 | −2.4 ± 1.3 | −1.6 | 0.121 |
| ODI (%) | −7.9 ± 7.6 | −2.0 ± 6.9 | −2.6 | <0.05 \* |
| RM | −2.0 ± 1.5 | −0.6 ± 2.1 | −2.4 | <0.05 \* |
| Площадь центрального канала, мм2 | 6.0 ± 4.8 | 0.0 ± 6.3 | −3.0 | <0.05 \* |

\* р <0,05

**4. Обсуждения**

Длительные периоды боли, вызванной болезнью межпозвонкового диска, имеют аномальные неврологические механизмы [23]. Такие изменения неврологического механизма у пациентов с заболеваниями межпозвонковых дисков, могут заставить пациентов совершать ненормальные движения. Помимо неврологических отклонений, пациенты с грыжей межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника также показывают асимметрию и атрофию спинных мышц с той стороны тела, где возникает боль. Глобальные мышечные спазмы и глубокая мышечная слабость также могут приводить к смещению позвонков, что в свою очередь приводит к боли и спайкам. Таким образом, неврологические и костно-мышечные нарушения могут вызывать боль и мышечную дисфункцию у пациентов с хронической грыжей межпозвонкового диска поясничного отдела позвоночника.

Несмотря теоретическое благоприятное влияние метода ТТ, его клиническая польза применения при лечении заболевания поясничного диска невысока в клинических условиях [24–27]. Это может быть связано с различными рекомендациями по лечению и индивидуальным характером этого заболевания, а также с отсутствием хорошо продуманных исследований. Кроме того, технические ограничения, например, изменение лордотического изгиба во время тракции может приводить к необъективности в результатах лечения. Хотя метод ТТ теоретически снижает лордотический изгиб в положении лежа на спине, устройство же L-LCCT может снизить давление на межпозвоночный диск, при этом сохраняется естественный лордотический изгиб даже в положении лежа на спине. В нашем предыдущем исследовании шейной тракции с контролем лордотического изгиба (C-LCCT), мы продемонстрировали положительные эффекты LCCT на шейном отделе позвоночника [17].

В данном исследовании мы также получили благоприятные, с точки зрения боли, функции и морфологии, результаты у пациентов из группы L-LCCT по сравнению пациентами группы TT (таблица 2). Обе группы показали значительное снижение оценок боли после лечения. Однако изменения функционального состояния и площади центрального канала поясничного отдела были значительно выше в группе L-LCCT, чем в группе TT.

Помимо оценок боли и функционального состояния, которые могут рассматриваться как субъективные измерения, мы также сравнили морфологические изменения с помощью МРТ поясничного отдела позвоночника. После лечения пациенты из группы L-LCCT показали значительное расширение площади центрального канала. Однако у пациентов из группы ТТ не наблюдалось значительное изменение площади центрального канала после лечения. Это может быть связано со способностью метода L-LCCT поддерживать или восстанавливать лордотическую кривую поясницы во время вытяжения позвоночника. Тем самым уменьшается лишнее напряжение мышц и может быть приложена тракция достаточной силы. Однако в этом исследовании есть несколько ограничений. Во-первых, хоть мы и набрали достаточный размер выборки, для обобщения наших результатов потребуется больше участников разного возраста. Поскольку степень заболевания может меняться от человека к человеку, наши результаты необходимо тщательно повторно оценить, прежде чем их можно будет применять в клинической практике. В последующих исследования следует также учитывать возраст, пол, расу и индивидуальные физические особенности. Во-вторых, позвоночные диски могут отличаются по нескольким характеристикам, включая упругость, мягкость или жесткость. В этом исследовании были набраны пациенты с относительно легкой степенью инвалидности и низкими ODI. Различия геометрических особенностей, болевого порога и функциональных показателей также могут привести к различным результатам.

В-третьих, несмотря на то, что в данном исследование принимали участие пациенты, испытывавшие заболевание межпозвоночного диска на протяжении не менее 3-х месяцев, в этом исследовании не было контрольной здоровой группы. Поскольку возможно, что заболевание диска могло пройти спонтанно, в последующих исследованиях должна быть предусмотрена контрольная группа с более строгими требованиями.

В этом исследовании мы получили скорые ответы от пациентов после курса тракции. Окончательная оценка результатов проводилась после завершения 15 сеансов тракции (примерно 1,5 месяца). Хотя это и не отражает долгосрочную эффективность тракционного лечения, мы смогли сравнить терапевтические эффекты различных методов лечения в определенное время. В последующих исследованиях должны быть определены длительные эффекты лечения.

Несмотря на вышеизложенные ограничения, недавно изобретенный метод L-LCCT рекомендуется в качестве эффективного метода лечения заболевания поясничного межпозвонкового диска. Дальнейшие исследования должны быть проведены с целью создания методических рекомендаций по тракции. Данные методики должны содержать информацию об интенсивности, о длительности и частоте лечения. Всё это необходимо для получения высоких результатов.

**5. Выводы**

Это исследование показало, что недавно изобретенное устройство для тракции, которое поддерживает лордотическую кривую поясницы, является более эффективным методом, чем традиционное устройство для тракции. Таким образом, данный метод быть идеальным вариантом лечения пациентов с заболевание межпозвоночного диска поясницы.

**Вклад авторов**: Написание первоначального проекта, C.-H.L.; написание рецензии и редактирование, С.-Ю.К .; методология ,S.J.H .; курирование данных, S.H.P .; исследование, H.S.J. Все авторы ознакомились и согласились с опубликованной версией текста.

**Финансирование:** Это исследование было поддержано грантом Корейского проекта исследований и разработок в области технологий здравоохранения Министерства здравоохранения и благополучия, Республика Корея (№ H17C2070).

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Ссылки**

1. Cheng, Y.H.; Hsu, C.Y.; Lin, Y.N. The Effect of Mechanical Traction on Low Back Pain in Patients with Hermiated Intervertebral Disks: A Systemic Review and Meta-Analysis. Clin. Rehabil. **2019**. [CrossRef] [PubMed]
2. Lindback, Y.; Tropp, H.; Enthoven, P.; Abbott, A.; Oberg, B. PREPARE: Pre-Surgery Physiotherapy for Patients with Degenerative Lumbar Spine Disorder: A Randomized Controlled Trial Protocol. BMC Musculoskelet. Disord. **2016**, 17, 270. [CrossRef] [PubMed]
3. Tadano, S.; Tanabe, H.; Arai, S.; Fujino, K.; Doi, T.; Akai, M. Lumbar Mechanical Traction: A Biomechanical Assessment of Change at the Lumbar Spine. BMC Musculoskelet. Disord. **2019**, 20, 155. [CrossRef] [PubMed]
4. Nagrale, A.V.; Patil, S.P.; Gandhi, R.A.; Learman, K. Effect of Slump Stretching Versus Lumbar Mobilization with Exercise in Subjects with Non-Radicular Low back Pain: A Randomized Clinical Trial. J. Man.Manip. Ther. **2012**, 20, 35–42. [CrossRef]
5. Diab, A.A.; Moustafa, I.M. The Efficacy of Lumbar Extension Traction for Sagittal Alignment in Mechanical Low back Pain: A Randomized Trial. J. Back Musculoskelet. Rehabil. **2013**, 26, 213–220. [CrossRef]
6. Macario, A.; Pergolizzi, J.V. Systematic Literature Review of Spinal Decompression Via Motorized Traction for Chronic Discogenic Low Back Pain. Pain Pract. 2006, 6, 171–178. [CrossRef]
7. Harte, A.A.; Gracey, J.H.; Baxter, G.D. Current Use of Lumbar Traction in the Management of Low back Pain: Results of a Survey of Physiotherapists in the United Kingdom. Arch. Phys. Med. Rehabil. **2005**, 86, 1164–1169. [CrossRef]
8. Finocchiaro, F.M.; Nena, U.; Lo Scalzo, V.; Monterumici, D.A. Treatment of Kyphotic Deformities in Adults: Our Experience. Eur. Spine J. **2012**, 21, 100–107. [CrossRef]
9. Lee, S.H.; Derby, R.; Sul, D.; Hong, J.; Kim, G.H.; Kang, S.; Kim, N.H.; Yoo, S.H.; Lee, S.J.; Hong, Y.K.; et al. Efficacy of a New Navigable Percutaneous Disc Decompression Device (L’DISQ) in Patients with Herniated Nucleus Pulposus Related to Radicular Pain. Pain Med. **2011**, 12, 370–376. [CrossRef] [PubMed]
10. Lee, S.H.; Derby, R.; Sul, D.; Hong, Y.K.; Ha, K.W.; Suh, D.; Lee, S.H.; Yoon, H.S.; Yoo, S.H.; Lee, S.J.; et al. Effectiveness of a New Navigable Percutaneous Disc Decompression Device (L’DISQ) in Patients with Lumbar Discogenic Pain. Pain Med. **2015**, 16, 266–273. [CrossRef] [PubMed]
11. Wegner, I.; Widyahening, I.S.; van Tulder, M.W.; Blomberg, S.E.; de Vet, H.C.; Bronfort, G.; Bouter, L.M.; van der Heijden, G.J. Traction for Low-Back Pain with or without Sciatica. Cochrane Database Syst. Rev. **2013**, 19, CD003010. [CrossRef] [PubMed]
12. National Institute for Health and Care Excellence. Nice Guidelines: Low Back Pain and Sciatica in over 16s: Assessment and Management; National Institute for Health and Care Excellence: London, UK, 2016.
13. Clarke, J.A.; van Tulder, M.W.; Blomberg, S.E.; de Vet, H.C.; van der Hijden, G.J.; Bronfort, G. Traction for Low-Back Pain with or without Sciatica. Cochrane Database Syst. Rev. 2005. [CrossRef]
14. Bekkering, G.E.; Hendriks, E.; Koes, B.; Oostendorp, R.A.B.; Rwjg, O.; Jmc, T.; Tulder, M. Dutch Physiotherapy Guidelines for Low back Pain. Physiotherapy **2003**, 89, 82–96. [CrossRef]
15. Thackeray, A.; Fritz, J.M.; Childs, J.D.; Brennan, G.P. The Effectiveness of Mechanical Traction among Subgroups of Patients with Low back Pain and Leg Pain: A Randomized Trial. J. Orthop. Sports Phys. Ther. **2016**, 46, 144–154. [CrossRef]
16. Fritz, J.M.; Thackeray, A.; Childs, J.D.; Brennan, G.P. A Randomized Clinical Trial of the Effectiveness of Mechanical Traction for Sub-Groups of Patients with Low back Pain: Study Methods and Rationale. BMC Musculoskelet. Disord. **2010**, 11, 81. [CrossRef]
17. Lee, C.H.; Heo, S.J.; Park, S.H.; Jeong, H.S.; Kim, S.Y. The Functional and Morphological Changes of the Cervical Intervertebral Disc after Applying Lordotic Curve Controlled Traction: A Double-Blind Randomized Controlled Study. Int. J. Environ. Res. Public Health **2019**, 16, 2162. [CrossRef]
18. Suthar, P.; Patel, R.; Mehta, C.; Patel, N. MRI Evaluation of Lumbar Disc Degenerative Disease. J. Clin. Diagn. Res. **2015**, 9, TC04-9. [CrossRef]
19. Ainsworth, B.E.; Haskell, W.L.; Leon, A.S.; Jacobs, D.R.; Montoye, H.J.; Sallis, J.F.; Paffenbarger, R.S. Compendium of Physical Activities: Classification of Energy Costs of Human Physical Activities. Med. Sci Sports Exerc. **1993**, 25, 71–80. [CrossRef]
20. Chiarotto, A.; Maxwell, L.J.; Terwee, C.B.; Wells, G.A.; Tugwell, P.; Ostelo, R.W. Roland-Morris Disability Questionnaire and Oswestry Disability Index: Which Has Better Measurement Properties for Measuring Physical Functioning in Nonspecific Low Back Pain? Systematic Review and Meta-Analysis. Phys. Ther. **2016**, 96, 1620–1637. [CrossRef]
21. Stratford, P.W.; Binkley, J.; Solomon, P.; Finch, E.; Gill, C.; Moreland, J. Defining the Minimum Level of Detectable Change for the Roland-Morris questionnaire. Phys Ther. **1996**, 76, 359–365. [CrossRef]
22. Lee, G.Y.; Lee, J.W.; Choid, H.S.; Oh, K.J.; Kang, H.S. A New Grading System of Lumbar Central Canal Stenosis on MRI: An Easy and Reliable Method. Skelet. Radiol. 2011, 40, 1033–1039. [CrossRef]
23. Farina, D.; Arendt-Nielsen, L.; Graven-Nielsen, T. Experimental Muscle Pain Reduces Initial Motor Unit Discharge Rates during Sustained Submaximal Contractions. J. Appl. Physiol. **2005**, 98, 999–1005. [CrossRef] [PubMed]
24. Beurskens, A.J.; Henrica, C.; Köke, A.J.; Regtop, W.; van der Heijden, G.J.; Lindeman, E.; Knipschild, P.G. Efficacy of Traction for Nonspecific Low Back Pain: 12-Week and 6-Month Results of a Randomized Clinical Trial. Spine **1997**, 22, 2756–2762. [CrossRef] [PubMed]
25. Ozturk, B.; Gunduz, O.H.; Ozoran, K.; Bostanoglu, S. Effect of Continuous Lumbar Traction on the Size of Herniated Disc Material in Lumbar Disc Herniation. Rheumatol. Int. **2006**, 26, 622–626. [CrossRef] [PubMed]
26. Schröder, G.; Knauerhase, A.; Willenberg, H.S.; Kundt, G.; Wendig, D.; Schober, H.-C. Biomechanics of the Osteoporotic Spine, Pain, and Principles of Training. Arch. Orthop. Trauma Surg. **2017**, 137, 617–624. [CrossRef] [PubMed]
27. Krause, M.; Refshauge, K.M.; Dessen, M.; Boland, R. Lumbar Spine Traction: Evaluation of Effects and Recommended Application for Treatment. Man. Ther. **2000**, 5, 72–81. [CrossRef] [PubMed]