**Воздействие упражнений с применением Gyrotonic expansion system (система гиротонического растяжения) и упражнений по стабилизации туловища на мышечную активность и стабильность поясничного отдела у пациентов с хронической болью в пояснице**

Hye-Ran Seo, Tae-Ho Kim\*

Отделение физиотерапии, Колледж реабилитационных наук, Университет Тэгу, Кёнсан, Корея

|  |
| --- |
| Gyrotonic expansion system включает трехмерное (3D) движение позвоночника, которое не только улучшает функциональное движение позвоночника, но также увеличивает мышечную силу и гибкость позвоночника. Это исследование было направлено на демонстрацию клинического эффекта гиротонических упражнений на пациентов с хронической болью в пояснице путем сравнения гиротонических упражнений и упражнений по стабилизации туловища.  В этом исследовании приняли участие 26 пациентов с хронической болью в пояснице, которые были случайным образом распределены в группу гиротонических упражнений или в группу упражнений по стабилизации туловища. Каждая группа выполняла упражнения 3 раза в неделю в течение 4 недель. У всех испытуемых до и после упражнения измеряли активность мышц, выпрямляющих позвоночник (ES), прямых мышц живота (RA), наружной косой мышцы живота (EO) и внутренней косой мышцы живота (IO) с помощью поверхностной электромиографии. Стабильность поясницы измеряли с помощью 3D-тестера позвоночника, а функциональную инвалидность - с помощью корейского индекса инвалидности Освестри. В группе гиротонических упражнений активность мышц ES и EO значительно увеличилась (P <0,05). В группе упражнений по стабилизации туловища активность мышц ES, EO и RA значительно увеличилась (P <0,05). Никаких различий в мышечной активности между группами не обнаружено. Обе группы показали значительное изменение в лучшую сторону, но между группами не было отмечено значительных различий. Гиротонические упражнения и упражнения по стабилизации туловища применяются из-за их положительного воздействия на мышечную активность, стабильность поясницы и функциональные возможности у пациентов с хронической болью в пояснице. Мы предполагаем, что гиротонические упражнения являются одним из эффективных упражнений для смягчения хронической боли в пояснице, вызванной нестабильностью позвоночника.  **Ключевые слова**: упражнения на гиротоническое растяжение, хроническая боль в пояснице, стабильность туловища, электромиография, стабильность поясницы. |

**ВСТУПЛЕНИЕ**

Боль в спине - это боль вокруг поясничных позвонков. O’sullivan и др. (2003) сообщили, что в отличие от здоровых людей, пациенты с хронической болью в пояснице с большей вероятностью испытывают нестабильность позвоночника из-за несбалансированности и слабости мышц вокруг позвонков. Panjabi (2003) обнаружил, что мышцы вокруг позвонков были необходимы, чтобы поддерживать правильное положение поясничного отдела позвоночника и таза для предотвращения и уменьшения боли в пояснице, а Richardson and Jull (1995) предложили, что устойчивость торса достигается в результате улучшения функций мышц, окружающих позвонки.

Упражнения по стабилизации туловища - это один из самых эффективных видов упражнений, которые используются не только для пациентов с болями в пояснице, но также и в различных других областях в качестве воздействия для улучшения осанки и силы мышц вокруг позвонков (Barr et al.,2005). Целью упражнений по стабилизации туловища является обеспечение устойчивости поясничных позвонков, когда наружная косая мышца живота (ЕО), внутренняя косая мышца живота (IO), поперечная мышца живота и поясничный мультифидус задействованы в поддержании положения стоя (Barker et al., 2004; Bergmark, 1989; Moseley et al., 2002; Panjabi, 2003).

Упражнение, выполняемое с Gyrotonic expansion system, является один из методов воздействия на позвоночник. Оно основано на трехмерном (3D) движении и задействует специализированное оборудование, чтобы не только укрепить позвоночник, но и равномерно развить позвоночник. Название происходит от сочетания слов «gyro» (круг) и «tonic» (укреплять). Основной принцип, лежащий в основе гиротонических упражнений - это движение, создающей траекторию круга, спирали и волнистых кривых. Эти естественные движения улучшают мышечную силу и гибкость наряду с дыханием и совместным сокращением мышц, которые помогают растянуть каждую область тела (Campbell and Miles, 2006). Одно из исследований представило доказательство влияния длины шага, ширина шага и скорости движения у пациентов с хронической болью в пояснице (Seo and Park, 2016). Хотя был проведёт ряд исследований на пациентах с хронической болью в пояснице, всё ещё проведено недостаточное количество исследований специфического влияния гиротонических упражнений на мышечную активность и стабильность поясницы у таких пациентов.

Таким образом, цель этого исследования - это демонстрация клинического эффекта гиротонических упражнений у пациентов с хронической болью в пояснице путём сравнения влияния гиротонических упражнений и упражнений по стабилизации туловища. Мы предполагаем, что гиротонические упражнения являются эффективными упражнениями для лечения хронической боли в пояснице.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

**Участники исследования**

В исследовании приняли участие 26 пациентов (средний возраст 22,62 ±1,58 года; средний рост 166,62 ± 8,24 см; средний вес, 57,15 ±9,25 кг) (таблица 1). Подробные критерии отбора были следующими:(а) пациенты, испытывающие боль в пояснице в течение 3 месяцев или дольше и не лечившиеся от боли в пояснице; (б) пациенты, способные выполнять упражнения, несмотря на боль в пояснице; (c) пациенты, ранее не переносившие ортопедические или нейрохирургические операции на пояснице; (d) пациенты без сенсорных нарушений и без паралича мышц, вызванных неврологическими нарушениями; (д) пациенты не страдают болью в пояснице, вызванной системными заболеваниями, такими как рак или беременность; (е) пациенты без проблем с моторикой и не имеющие психические расстройства. В этом исследовании пациенты были случайным образом разделены на две группы, одна осуществляла гиротонические упражнения, а вторая - упражнения по стабилизации туловища. Все испытуемые были полностью проинформированы о цели исследования и о применяемых методах. Испытуемые добровольно подписали документы об участии в исследовании. Это исследование было одобрено Institutional Review Board of Daegu University (№: 1040621-201711-HR-030-002).

**Таблица 1.** Общие характеристики участников

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Характеристики | Гиротонические  упражнения | Упражнения по  стабилизации туловища | t | P-значение |
| Пол, муж.:жен. | 6:7 | 5:8 |  |  |
| Возраст, года | 22.31± 1.60 | 22.92± 1.55 | -0.19 | 0.851 |
| Рост, см | 166.31± 7.84 | 166.92± 8.62 | 0.68 | 0.505 |
| Вес, кг | 57.15± 9.73 | 57.13± 8.76 | 0.99 | 0.330 |

Значения представлены в виде числа или среднего значения ± стандартное отклонение

Программа гиротонических упражнений включала использование оборудования производства Gyrotonic Inc. (Нью-Йорк, США). Программа гиротонических упражнений состояла из разминки, основного упражнения и упражнений на расслабление. Согласно оценке физической нагрузки (PRE), сила разминки составляла от 9 (ощущается очень легко) до 11 (ощущается легко), основное упражнение - от 13 (ощущается немного тяжело) до 15 (ощущается тяжело), а упражнение на расслабление - 9. Во время разминки использовались пять движений поясничного отдела позвоночника.

Основными движениями в упражнении были так называемые движения "арка" и "изгиб" (4 движения), серия движений на подколенное сухожилие (восемь движений), серия движений на верхнюю часть туловища (одно движение) и серия движений на мышцы брюшного пресса. Во время заминки использовались два движения.

**Программа упражнений по стабилизации туловища**

В упражнения по стабилизации туловища использовались маты и швейцарские мячи (мячи для фитнеса). Размеры и количество воздуха в швейцарских мячах регулировалось в соответствии с пожеланиями участников исследования. Упражнения по стабилизации туловища получили следующие оценки RPE: разминка 9–11; основные упражнения 13–15; охлаждение 9. Для разминки использовались простые упражнения на растяжку и глубокое дыхание. Основные упражнения включали девять упражнения по стабилизации туловища на мате и семь упражнений по стабилизации туловища с мячом (всего 16 различных движения по десять повторений каждого). Простая растяжка и глубокое дыхание выполнялось в качестве упражнений на заминку (Koumantakis et al., 2005; Marshall and Murphy, 2005).

**Мышечная активность**

Поверхностная электромиография (пЭМГ) 8-канальным TeleMyo DTS (Noraxon Inc., Scottsdale, AZ, USA)., использовалась для измерения мышечной активности. Мы измерили активность мышцы, выпрямляющей позвоночник (ES), прямой мышцы живота (RA), EO и IO, которые отвечают за стабилизацию туловища. Электроды прикрепляли к каждой из мышц после отметки нужных мест маркером в соответствии с предыдущими исследованиями (Cram, 2003; Imai et al., 2010). Сигнал ЭМГ был обработан для фильтрации других сигналов персонального компьютера, а частота дискретизации сигнала ЭМГ была установлена на 1000 Гц. Усиленный сигнал, состоявший из полосового фильтра 40–400 Гц и среднеквадратичного значения шума 60 Гц (RMS), использовался для количественной оценки сигналов ЭМГ (Ritvanen et al., 2007). В этом исследовании были нормализованы эффективные средние значения, используя референтные значения произвольного сокращения (RVC). Референтным положение тела RVC был мост лежа с использованием мяча. Каждый участник сохранял это положение в течение 5 секунд, а затем повторял движение 3 раза. Для каждого испытуемого мы использовали средние значения. Для измерения мышечной активности каждый испытуемый садился на мяч и сгибал одну ногу до груди. Каждый испытуемый сохранял это положение в течение 5 секунд и затем повторял движение 3 раза. Для каждого участника исследования мы использовали средние значения средних 3 сек. Мышечная активность была нормализованы до %RVC как процент от RMS измеренного положение относительно RMS референтного положения.

**Стабильность поясничного отдела**

Для сравнения устойчивости поясницы в данном исследовании применялся аппарат 3D Newton (Hanmed, Gimhae, Korea). Аппарат 3D Newton был в этом исследовании одним из видов оборудования, используемого для измерения стабильности позвоночника. Мы проводили измерения при правильной осанке у испытуемых, при наклоне на 30 ° в восьми направлениях (вперед, назад, вправо, влево, посередине между вперёд и вправо, вперёд и влево, назад и вправо, назад и влево). При наклоне на 30 ° мы измеряли максимальное время удержания (в секундах) для каждого испытуемого. Если испытуемые чувствовали усталость, боль или они хотели прекратить измерение, процесс немедленно останавливали. Оценивание повторялось 3 раза, и каждый участник имел достаточно времени на отдых между подходами. В исследовании использовалось среднее значение измеренного времени.

**Индекс функциональной инвалидности**

Для сравнения функциональной инвалидности, вызванной хронической болью в пояснице использовался Корейский индекс инвалидности Освестри (KODI). Девять секций KODI включают вопросы касающиеся боли, личного ухода, подъема, ходьбы, сидения, сна, общественной жизни и путешествий (мы исключили половую жизнь, потому что испытуемые как правило избегают ответов на данные вопросы). По каждой секции можно набрать максимум 5 баллов, а общая оценка составляет максимум 45 баллов. Баллы по каждой из 9 секций были разделены на общий балл и преобразованы в процентное соотношение (балл измерения / общий балл × 100). Низкие баллы указывают на низкое качество жизни, связанное с болью в спине (Kim et al., 2005).

**Статистический анализ**

Для статистической обработки и анализа использовали IBM SPSS Statistics ver. 23.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA).

**Таблица 2.** Сравнение показаний электромиографии по каждому упражнению (единица измерения: % RVC)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Параметр | До | После | Разность значений | t | P-значение |
| Мышца, выпрямляющая позвоночник |  |  |  |  |  |
| Гиротонические упражнения | 46.05± 32.99 | 75.65± 33.65 | 29.61± 38.67 | 2.76 | 0.017\* |
| Упражнения по стабилизации туловища | 55.31± 47.95 | 86.13± 72.12 | 30.82± 36.37 | 3.05 | 0.010\* |
| t | -0.570 | - | 0.780 |  |  |
| P-значение | 0.571 | - | 0.935 |  |  |
| Прямая мышца живота |  |  |  |  |  |
| Гиротонические упражнения | 130.91± 68.77 | 139.20± 87.13 | 8.33± 20.68 | 1.45 | 0.172 |
| Упражнения по стабилизации туловища | 136.26± 34.58 | 157.67± 64.02 | 21.41± 35.26 | 2.19 | 0.049\* |
| t | -0.250 | - | 0.382 |  |  |
| P-значение | 0.804 | - | 0.260 |  |  |
| Наружная косая мышца живота |  |  |  |  |  |
| Гиротонические упражнения | 84.41± 17.91 | 102.65± 26.00 | 18.23± 18.13 | 3.63 | 0.003\* |
| Упражнения по стабилизации туловища | 92.27± 25.67 | 107.71± 27.88 | 15.43± 20.95 | 2.65 | 0.021\* |
| t | -0.910 | - | -0.370 |  |  |
| P-значение | 0.374 | - | 0.718 |  |  |
| Внутренняя косая мышца живота |  |  |  |  |  |
| Гиротонические упражнения | 144.94± 72.96 | 156.15± 98.40 | 1.22± 37.25 | 1.09 | 0.299 |
| Упражнения по стабилизации туловища | 142.60± 46.45 | 160.13± 56.03 | 17.53± 20.24 | 2.09 | 0.059 |
| t | 0.100 | - | 0.480 |  |  |
| P-значение | 0.923 | - | 0.639 |  |  |

Значения представлены как среднее значение ± стандартное отклонение.

\* Р <0,05

**Таблица 3.** Сравнение стабильности поясничного отдела для каждого упражнения до и после (единица измерения: сек)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа | До | После | Разность значений | Z | P-значение |
| Гиротонические упражнения | 17.08± 5.27 | 20.83± 4.53 | 3.75± 4.44 | -3.04 | 0.010\* |
| Упражнения по стабилизации туловища | 15.57± 8.06 | 23.41± 8.75 | 7.85± 7.79 | -3.63 | 0.003\* |
| t | 0.570 | - | -1.650 |  |  |
| P-значение | 0.576 | - | 0.116 |  |  |

Значения представлены как среднее значение ± стандартное отклонение.

\* Р <0,05

**Таблица 4.** Сравнение индекса функциональной инвалидности по каждому упражнению (единица: балл)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа | До | После | Разность значений | Z | P-значение |
| Гиротонические упражнения | 14.87± 6.75 | 11.36± 5.74 | -0.35± 2.02 | -3.075 | 0.002\* |
| Упражнения по стабилизации туловища | 12.81± 5.89 | 7.77± 5.59 | -5.04± 5.45 | -3.203 | 0.001\* |
| U | 70.500 | - | 84 |  |  |
| P-значение | 0.479 | - | 1 |  |  |

Значения представлены как среднее значение ± стандартное отклонение.

\* Р <0,05

Были рассчитаны средние и стандартные отклонения общих характеристик и переменных у испытуемых и проведен тест Шапиро-Уилкса на нормальность. Разница в функциональной инвалидности до и после в каждой группе тренировок определялась U-критерием Манна – Уитни. Разница между группами упражнений заключалась в критерии Уилкоксона. Разница в мышечной активности и стабильности поясничного отдела до и после для каждой группы упражнений была парным t-тестом. Разница между группами упражнений была независимым t-критерием. Уровень статистической значимости был установлен на уровне P 0,05.

**ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Группа участников, выполняющая гиротонические упражнения, показала значительное увеличение активность мышц ES и EO до и после упражнения (P <0,05) (таблица 2). Группа участников, выполняющая упражнения по стабилизации туловища, продемонстрировала значительное повышение активности мышц ES, RA и EO перед и после тренировки (P <0,05) (таблица 2). Обе группы показали значительное улучшение стабильности поясницы (Таблица 3) и KODI (P <0,05) (таблица 4). Никаких существенных отличий мышечной активности, стабильности поясницы или KODI не были отмечены между двумя группами (P <0,05).

**ОБСУЖДЕНИЕ**

Мышцы ES, RA и EO, которые являются поверхностными мышцами поясницы, играющими роль в поддержке и стабилизации поясничных позвонков и участвуют в стабилизации позвоночника за счет концентрического сокращения во время быстрого движения или при приложении нагрузки на позвоночник (McGill et al., 2003). Мышца EO также помогает поддерживать нормальное положение позвоночника за счет предотвращения вращения поясничного отдела (Souza et al.,2001). Гиротонические упражнения основаны на движении вперёд, назад, вбок, по спирали по кругу. Считается, что так называемые движения "арка" и "изгиб", в которых испытуемый рисует большой круг, задействуя позвоночник, создают связь между мышцами ES и EO. Движения "арка" и "изгиб" используются во всех упражнениях, которые задействуют рукоятку и шкив, а также в упражнениях на верхнюю часть тела и упражнениях на брюшной пресс. Упражнения по стабилизации туловища также помогают поддерживать нейтральное положение позвоночника. Таким образом, считается, что и гиротонические упражнения и упражнения по стабилизации туловища увеличивают активность мышц, которые играют роль в поддержке и стабилизации поясничных позвонков. Обе группы показали значительное изменение в лучшую сторону в отношении функциональной инвалидности до и после упражнений. Существенная разница между группами при этом не была выявлена. Hides et al. (2001) и Stuge et al. (2004) сообщили, что мышечный дисбаланс, который был причиной боли в спине, уменьшился с помощью упражнений, и мышцы стали действовать как корсеты для уменьшения болей в спине и улучшения функциональности. Следовательно, гиротонические упражнения и упражнения по стабилизации туловища оказывают значительное влияние на функциональные способности.

Стабильность - это способность поддерживать определенное состояние даже при наличии внешнего раздражителя. Возрастание изменений в устойчивости поясницы указывают на то, что позвоночник может сохранять нейтральную осанку, несмотря на стимуляцию поясничного отдела (Granata et al., 2005). В этом исследовании, результаты выявили возрастание активности поясничных мышц и возрастание времени удержания наклона, что необходимо для поддержания стабильности поясничного отдела. Это говорит о том, что и гиротонические упражнения и упражнения по стабилизации туловища увеличивают стабильность поясницы.

В процессе гиротонических упражнений выполняются движения вперед, назад, вправо и влево, а также по спирали (основные движения позвоночника). Это похоже на функциональные движения в повседневной жизни. Упражнения по стабилизации туловища основаны на непроизвольной мобилизации стабилизирующих мышц, которые мобилизуются только во время функциональных движений. Таким образом, эти упражнения эффективны для улучшения функциональных движений. Rasmussen-Barr et al. (2003) сообщили, что интенсивность боли в пояснице у пациентов, которые выполняли упражнения по стабилизации, была меньше, чем у пациентов, которым выполняли только манипуляции на позвоночнике.

Так же это исследование показало, что и гиротонические упражнения, и упражнения по стабилизации туловища улучшили стабильность позвоночника, мышечную активность, стабильность поясницы и функциональные возможности. Существенные различия между результатами двух групп упражнений не были обнаружены.

У данного исследования есть несколько ограничений. Его результаты сложно обобщить из-за небольшого количества испытуемых. К тому же, в этом исследовании был относительно короткий период вмешательства, а именно 4 недели. Хотя 4-х недельный период был установлен на основе предыдущего исследования, в результате которого было достигнуто значительное уменьшение боли в пояснице, большинство связанных исследований проводились в течение 6–12 недель для подтверждения изменений. Таким образом, 4-х недельного периода исследования может быть недостаточно для ожидания постоянного изменения. При последующих исследованиях будет задействовано больше участников, срок исследования также будет увеличен. Это исследование говорит о том, что гиротонические упражнения, как один из многих методов стабилизации позвоночника, могут быть полезны для увеличения стабильности позвоночника у пациентов с хронической болью в пояснице.

**КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ**

О потенциальном конфликте интересов, относящемся к этой статье, не сообщалось.