**Применение 3D NEWTON для измерения функции паравертебральных мышц.**

Доктор медицины Nami Han, доктор медицины Hyun Dong Kim,

доктор медицины Dong Seok Lee, доктор медицины JoonMyoungYoo, отделение физической и реабилитационной медицины больницы Pusan Paik,

Медицинский колледж Университета Индже.

РЕФЕРАТ

Применение 3D NEWTON для измерения функции паравертебральных мышц.

Цель: оценка достоверности измерения функции паравертебральных мышц с помощью 3D NEWTON® путем оценки корреляции между Biodex и поверхностной ЭМГ.

Метод: в исследовании приняли участие девятнадцать здоровых взрослых испытуемых. Функцию их паравертебральных мышц измеряли тремя способами. С помощью 3D-NEWTON измерялось время удержания в секундах, при наклоне аппарата 3D-NEWTON вперёд для измерения функции мышц разгибателей и при наклоне назад для измерения функции мышц сгибателей. С помощью поверхностной ЭМГ определялась максимальная мышечная активность мышцы, выпрямляющей позвоночник, и прямой мышцы живота одновременно с измерения, производимыми аппаратом 3D-NEWTON®. Максимальная мышечная активность представляет собой среднюю активность за 10 секунд, когда среднеквадратичные значения были самыми высокими. С помощью Biodex® пиковые крутящие моменты функции мышц разгибателей и сгибателей измерялись при изометрических упражнениях. Коэффициенты корреляции между данными 3D-NEWTON®, поверхностной ЭМГ и Biodex® были рассчитаны с использованием коэффициента корреляции Спирмена. Эти данные были проанализированы статистически с помощью SPSS v13.0.

Результаты: данные поверхностной ЭМГ и Biodex® статистически коррелировали при измерении функции мышц сгибателей, но для мышц разгибателей статистически наблюдалась незначительная корреляция. В случае 3D-NEWTON® коэффициент корреляции с Biodex составлял 0,499 (p = 0,054), с поверхностной ЭМГ - 0,534 (p = 0,019) при измерении функции мышц разгибателей. При измерении функции мышц сгибателей коэффициент корреляции с Biodex® составлял 0,600 (p = 0,007), с поверхностной ЭМГ - 0,510 (p = 0,026).

Заключение: Использование аппарата 3D-NEWTON® стало успешным методом измерения функции паравертебральных мышц. Метод может дать полезную информацию при лечении людей с заболеваниями связанными с поясничным отделом позвоночника.

Ключевые слова: паравертебральные мышцы, функция мышц, Biodex, 3D-NEWTON, сила мышц.

Аппарат 3D-NEWTON®, использованный в данном исследовании и обеспечивающий поддержку позвоночника, и устойчивость поперечной мышцы живота и многораздельных мышц, был разработан для лечения, реабилитации и профилактики заболеваний позвоночника. 3D-NEWTON® широко используется в клинической практике из-за положительного воздействия на устойчивость позвоночника при трёхмерной тренировке спинных мышц за счет изменения положения тела. Кроме того, 3D-NEWTON способствует проприоцептивной функции для активации мышц нижней части спины, контролируя моторные и сенсорные нервы, отвечающие за устойчивость туловища. Аппарат также активизирует сенсомоторную систему нижней части спины, приводя к последовательному лечению и эффективному предотвращению боли в пояснице. 3D-NEWTON использовался при анализе и оценке баланса позвоночника до и после лечения, а также для лечения поперечной мышцы живота и многораздельных мышц. Однако точно не выяснено, коррелирует ли результат измерения с результатами ЭМГ или изометрического тренажера, которые признаны достоверными методами для оценки паравертебральных мышц. Таким образом, была исследована достоверность оценки силы мышц с помощью 3D-NEWTON® у людей без боли в пояснице, по сравнению с методами Biodex и поверхностной ЭМГ, оценивающими изокинетическую силу мышц. Исследования необходимы для оценки достоверности измерений паравертебральной функции мышц с помощью 3D-NEWTON®.

Находясь в положении сидя на полу человек может испытывать боль в пояснице, вызванную неправильной осанкой; неустойчивостью паравертебральных мышц и связок из-за абдоминального ожирения; механической болью в пояснице и нестабильностью позвоночника из-за чрезмерной нагрузки; радикулопатией, при которой выступающий диск давит на передний корешок; синдромом фасеточного сустава из-за травмы или дегенеративного артрита; стенозом позвоночного канала, при котором спинной мозг сжимается позвоночным каналом из-за радикулопатии или дегенеративных изменений и по другим причинам.

Стабилизация позвоночника - это один из методов лечения хронической боли в поясничном отделе, широко применяемый в профилактике и реабилитации заболеваний опорно-двигательного аппарата и увеличения активности повседневной жизни (ADL). Для стабилизации позвоночника, метод правильно контролирует внешние силы, воздействующие на позвоночник, с целью снижения повторных микротравм в межпозвоночном диске, мелких суставах и прилегающих тканях, а также с целью лечения повреждений и обеспечения устойчивого движение позвоночника. Стабилизация позвоночника определяется 3 элементами: пассивными структурами позвоночника (позвоночный столб), активными паравертебральными мышцами (мышцы позвоночника) и нервным контролем.

Когда трудно поддерживать устойчивость позвоночника только с помощью позвоночных структур по причине неправильного выравнивания позвоночника или чрезмерной нагрузки, поперечные мышцы живота и многораздельные мышцы сокращаются, способствуя стабилизации позвоночника. Если такие мышцы не работают должным образом, это может вызвать острую или хроническую боль в поясничном отделе и нестабильность позвоночника.

Аппарат CENTAUR®, используемый в лечении для стабилизации позвоночника, представляет собой программу упражнений с вращением в трёх измерениях. Аппарат стабилизирует структуры позвоночника за счет укрепления поперечной мышцы живота и многораздельных мышц. Пациент, не совершая движения, выполняет вращение позвоночника посредством компьютера.

Аппарат 3D-NEWTON® в данном исследовании представляет собой тренажер с биологической обратной связью, позволяющий выполнять упомянутое выше упражнение по стабилизации позвоночника посредством пространственного вращения. Биологическая обратная связь относится к процессам преобразования физиологических сигналов, таких как кровяное давление, мозговые волны, ЭМГ, сопротивление кожи и температура тела, в аудиовизуальные сигналы для информирования субъекта. Таким образом, субъект может определять своё собственное положение и условия выполнения данной задачи через звуковую или визуальную информацию, тем самым улучшая выполнение задачи. Визуальная биологическая обратная связь играет важную роль в нервно-мышечном контроле и повышении точности движений. Если такая обратная связь заблокирована, это приводит к коактивации мышц и тугоподвижности суставов. 3D-NEWTON® контролирует неправильное положение позвоночника и прилегающих мягких тканей, вызванное неправильной осанкой, с помощью биологической обратной связи. Таким образом ожидаются следующие положительные эффекты: значительное уменьшение боли, активация сенсомоторных нервов, стимуляция проприоцепции и развитие биологической обратной связи для сенсомоторной системы и мышечной силы. Чтобы определить, эффективен ли метод для лечения боли в поясничном отделе, следует измерить функцию паравертебральных мышц до и после применения. Для проверки такой функции обычно используется BIODEX и поверхностная ЭМГ. В медицине эти два метода измеряют мышечную силу и максимальный крутящий момент паравертебральных мышц. Эти параметры являются объективными данными, анализирующими электрические сигналы мышц и являются индикаторами функции паравертебральных мышц.

Аппараты CENTAUR® и 3D-NEWTON® используются для измерения функции паравертебральных мышц до и после лечения, для определения терапевтического эффекта и получения индикатора этой функции, однако корреляция с Biodex и поверхностной ЭМГ еще не изучена.

Таким образом, были применены аппарат 3D-NEWTON®, поверхностная ЭМГ и Biodex у взрослых пациентов без боли в пояснице и была измерена функция паравертебральных мышц для сравнения результатов, чтобы оценить корреляцию между ними.

Участники и методы

1. Участники

В исследовании приняли участие 19 здоровых студентов медицинского колледжа или факультета физиотерапии Университета Индже, старше 18 лет, выразившие свое добровольное участие и давших письменное согласие. Для исследования набирались добровольцы, никогда не испытывавшие симптомов, связанных с заболеваниями позвоночника, или у которых не диагностировались заболевания позвоночника. Предварительно выполнялись рентгенологические исследования, анализ крови и ЭМГ и были исключены добровольцы с отклонениями от нормы (таблица 1). В результате в исследовании приняли участие 19 мужчин, средний возраст которых составлял 22,7 года.

1. Методы
2. Оценка стабилизации позвоночника с помощью 3D-NEWTON®

Оценивалась степень стабилизации позвоночника у отдельных участников в тестовых режимах 3D-NEWTON®. Сначала испытуемого просили встать на аппарат 3D-NEWTON®, испытатель фиксировал ноги и просил испытуемого принять устойчивую прямую осанку, не отклоняя затылок назад. Затем испытуемого наклоняли вперед под углом 45 ° и измеряли максимальное время удержания в секундах (рис. 1). Во время измерения участник исследования мог корректировать своё положение с помощью визуальной обратной связи, измерялось время до звукового сигнала, звучавшего в течение 5 секунд или более, так как испытуемый не мог исправить своё положение даже с помощью визуальной обратной связи. Исключалось время, затраченное на движение от вертикальной позы до позы с наклоном вперед 45 °, и даже несмотря на звуковой сигнал, продолжались измерения в течение первых 30 секунд, когда органы, отвечающие за баланс тела, адаптировались к этому тесту. Затем испытуемого просили принять исходную позу и выйти из аппарата. После 5-минутного перерыва исследование повторялось с наклоном тела в 8 направлениях; вперёд (0 °), назад (180 °), направо (90 °), налево (-90 °), посередине вперёд и направо (45 °), посередине вперёд и налево (-45 °), посередине назад и направо (135 °) и посередине назад и налево (-135 °) (Рис. 2). Если во время исследования пациент жаловался на усталость или боль, исследование немедленно прекращалось.

1. Измерение ЭМГ-активности с помощью поверхностной ЭМГ

Использовались Delsys-Trigno Wireless EMG system® для сбора данных поверхностной ЭМГ и Trigno EMG Sensor® для электродов. Перед исследованием с помощью 3D-NEWTON® к соответствующим точкам на кожном покрове туловища испытуемого прикреплялись электроды в соответствии с международными рекомендациями. Это выполнялось для получения сигналов от прямой мышцы живота и мышц, выпрямляющих позвоночник. Испытуемого просили встать на аппарат 3D-NEWTON®, испытуемый подвергался регистрации сигналов ЭМГ и одновременно проходил тест на стабилизацию позвоночника в 8 направлениях. Как и 3D-NEWTON®, записывались ЭМГ-сигналы с момента, когда тело достигало заданного угла, до завершения этого теста. Аналоговые сигналы поверхностной ЭМГ, полученные от отдельных мышц, преобразовывались в цифровые сигналы и обрабатывались на персональном компьютере с помощью DELSYS EMG Works Aquistion®.

Устанавливалась частота дискретизации сигналов ЭМГ 2000 Гц и полоса пропускания 20 ~ 450 Гц. Использовались СКЗ (среднеквадратические значения) для анализа отдельных сигналов ЭМГ. Максимальная мышечная активность представляет собой среднюю активность за 10 секунд, когда среднеквадратичные значения были самыми высокими.

1. Измерение мышечной силы с помощью Biodex

Для измерения силы мышц использовался BIODEX®. Испытуемого просили сесть с правильной осанкой, таз и туловище фиксировались. Дважды выполнялись изометрические измерения для мышц сгибателей и разгибателей соответственно и регистрировались пиковые крутящие моменты.

1. Анализ данных

Коэффициенты корреляции между данными 3D-NEWTON®, поверхностной ЭМГ и Biodex® были рассчитаны с использованием коэффициента корреляции Спирмена. Эти данные были проанализированы статистически с помощью SPSS v13.0 со значимым уровнем 0,05.

Полученные результаты

1. Результаты оценки стабилизации позвоночника с помощью 3D-NEWTON®.

Все 19 испытуемых жаловались на мышечную усталость во время этого теста и просили прекратить его, поэтому не удалось завершить измерение стабилизации позвоночника в 8 направлениях. Из них 12 испытуемых завершили этот тест после измерения в 3 направлениях (0 °, 180 ° и 90 °); 4 человека в 4 направлениях (0 °, 180 °, 90 ° и -90 °); и 3 из них в 2 направлениях (0 ° и 180 °). Для анализа данных использовались результаты в 2 направлениях (0 ° и 180 °). При наклоне вперёд и назад заднем среднее время составило 335,2 (± 87,5) (от 187 до 480 с) и 144,6 (± 53,0) (от 65 до 256 с) соответственно.

1. Результаты измерения ЭМГ-активности с помощью поверхностной ЭМГ

При наклоне вперёд СКЗ для мышцы, выпрямляющей позвоночник, варьировалось от 73,47% RVC до 107,51% RVC; СКЗ для прямой мышцы живота - от 8,05% RVC до 48,86% RVC. При наклоне назад СКЗ для мышцы, выпрямляющей позвоночник, варьировалось от 6,85% RVC до 33,42% RVC; а для прямой мышцы живота - от 69,40% до 169,19% RVC.

При наклоне одновременно измерялись значения как для мышцы, выпрямляющей позвоночник, так и для прямой мышцы живота в каждом направлении. Тем не менее использовалась ЭМГ-активность одной из мышц, чья активность была выше чем у другой. То есть выбиралась ЭМГ-активность мышц, выпрямляющих позвоночник, и прямых мышц живота при наклоне вперёд и назад соответственно.

1. Результат измерения мышечной силы с помощью Biodex

Пиковый крутящий момент мышц разгибателей и сгибателей составлял 290,7 ~ 438,9 Ft-lbs и 51,8 ~ 132,30 Ft-lbs соответственно.

1. Корреляция между измерениями

Коэффициент корреляции и надежность функции мышц разгибателей составляли 0,430 и 0,066 для Biodex® и поверхностной ЭМГ. При измерении функции мышц сгибателей коэффициент корреляции и надежность составили 0,568 и 0,011 соответственно, что указывает на статистически значимую корреляцию.

1. Рисунок 3

В случае 3D-NEWTON® коэффициент корреляции с Biodex составил 0,499 (p = 0,054), с поверхностной ЭМГ - 0,534 (p = 0,019) при измерении функции мышц разгибателей. При измерении функции мышц сгибателей коэффициент корреляции с Biodex® составил 0,600 (p = 0,007), с поверхностной ЭМГ - 0,510 (p = 0,026) (таблица 3, 4) (рис. 4, 5)

Обсуждение

Боль в поясничном отделе - одна из самых распространенных болей, испытываемых людьми, и вызвана она различными причинами, включая анатомические аномалии или дисфункцию тела позвонка, анкилозирующий спондилоартрит и радикулопатию. Известно, что хроническая боль в пояснице вторично приводит к ослаблению силы поясничных мышц, вызывая повторную травму пояснично-крестцовой области, особенно мышц сгибателей и разгибателей. Как правило облегчить боль в пояснице пытались с помощью различных упражнений по укреплению поясничного отдела. Наиболее важной частью создания и отслеживания терапевтического эффекта и улучшения состояния пациента является оценка функции паравертебральных мышц. Для этого широко использовался Biodex, который измеряет пиковый крутящий момент изометрическими или изокинетическими методами, или ЭМГ-активность, которая измеряется электрофизиологически.

Аппарат 3D-NEWTON® был разработан для выполнения упражнений по стабилизации позвоночника, но использовался и для лечения, так как может оценивать степень стабилизации. Если метод 3D-NEWTON® сильно коррелирует с существующими методами, было бы возможным органично выполнять упражнения при хронической боли в пояснице, включая диагностику, планирование, лечение и определение лечебного эффекта.

Прежде всего, корреляция между измерениями Biodex и ЭМГ уже доказана в нескольких исследованиях. Одно исследование по оценке мышц локтевого сустава с помощью Biodex и ЭМГ у 42 здоровых взрослых испытуемых показало относительно высокую корреляцию средней амплитуды. Также предполагается, что максимальное изотоническое сокращение было относительно низким, но коррелировало со средней амплитудой ЭМГ. Исходя из этих результатов, метод ЭМГ не продемонстрировал высокой корреляции с Biodex при оценке максимального сокращения мышц, однако он показал, что некоторые индикаторы, относящиеся к средней амплитуде, могут быть полезны при высокой корреляции. В этом исследовании считалось, что данные ЭМГ и Biodex® могут статистически коррелироваться при измерении функции мышц сгибателей, но для мышц разгибателей статистически корреляция меньше. Чтобы дополнить это предположение, необходимо провести дальнейшее исследование с большим размером выборки для мышц разгибателей.

Показатели, измеренные с помощью аппарата 3D-NEWTON®, на которых было сосредоточено это исследование, были очень надежными и коррелировали с показателями мышц сгибателей и разгибателей, измеренными с помощью поверхностной ЭМГ. При сравнении с показателями Biodex® корреляция для мышц разгибателей не была статистически значимой, в отличии от мышц сгибателей.

На основании этих результатов было решено, что 3D-NEWTON® может быть полезен в клинической практике для измерения функции паравертебральных мышц. Однако существовало ограничение, заключающееся в том, что показатель функции мышц разгибателей, измеренный с помощью 3D-NEWTON®, не был статистически коррелирован с показателем, измеренным другими методами. Это может быть связано с небольшим размером выборки и возможной ошибкой измерения из-за боли или чувства равновесия испытуемых во время исследованиях с 3D-NEWTON®. Следовательно, необходимо провести дальнейшее исследование с большим размером выборки. Кроме того, необходимо дополнить подробные правила измерения для 3D-NEWTON®, чтобы минимизировать возможные ошибки измерения. Некоторые люди, которые жаловались на мышечные боли в бедренной области, демонстрируют, что они могут задействовать мышцы в этой области во время исследования. Таким образом, необходимо улучшить метод исследования, чтобы минимизировать влияние силы бедренной мышцы.

Вывод

Показатели для мышц сгибателей и разгибателей, измеренные с помощью 3D-NEWTON, сильно коррелировали с показателями, полученными с помощью поверхностной электромиографии (ЭМГ). В случае с Biotex® показатели сильно коррелировали для мышц сгибателей, но не для разгибателей. Это демонстрирует, что 3D-NEWTON может быть успешным методом измерения функции поясничного отдела в клинической практике. Однако показатели для мышц сгибателей и разгибателей, измеренные с помощью 3D-NEWTON®, не коррелировали с показателями, полученными с помощью Biodex®. Исследования других движений, кроме сгибания и разгибания, не проводились, поэтому необходимы дальнейшие исследования.