

УДК 531/534: [57+61]

ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ВРЕМЕННЫХ И ОСНОВАННЫХ НА КОЛЕБАНИЯХ ЦЕНТРА ДАВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ АНАЛИЗЕ УСТОЙЧИВОСТИ СТОЯНИЯ ВО ВРЕМЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ УПРАЖНЕНИЙ

Мухамед Таги Карими

Department of Bioengineering, University of Strathclyde, 26 Richmond Street, Glasgow, G1 1XH, UK, e-mail: Mohammad.karimi@strath.ac.uk
Кафедра биоинженерии, Университет Стратклайд, г. Глазго, Великобритания

Аннотация. Стабильность во время стояния может быть измерена как для спокойно стоящего человека, так и при выполнении человеком различных упражнений руками. К сожалению, в литературе недостаточно информации относительно оценки функциональной стабильности и достоверности параметров, которые при этом используются. Для проверки достоверности временных и основанных на колебании центра давления параметров была набрана группа из десяти здоровых людей, которые выполняли различные упражнения руками. Тестирование провели повторно через один день, используя аналогичную процедуру. Результаты исследования показали, что достоверность временных параметров была больше, чем для параметров, основанных на движении центра давления. Функциональную стабильность можно измерить, используя силовую платформу. Несмотря на то что для оценки функциональной стабильности можно измерять движение центра давления как в медиолатеральной, так и в антериопостериорной плоскостях и время, необходимое для выполнения различных упражнений руками, достоверность временных характеристик была больше, чем характеристик движения центра давления.

Ключевые слова: функциональная стабильность, колебания центра давления.

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивость во время стояния человека достигается комплексным процессом, включающим в себя опорно-двигательный аппарат и нервную систему. Существуют два метода, которые могут измерять стабильность. Они подразумевают измерение стабильности во время непосредственного стояния человека и при выполнении различных упражнений руками. Оценка устойчивости здоровых людей и инвалидов проводилась в некоторых исследованиях, но работ, посвященных устойчивости при выполнении различных упражнений руками, недостаточно [2].

Тест Джонсона для рук является одним из тестов, используемых при анализе устойчивости при функционировании рук. Это тест был расширен, в него были включены упражнения с движением рук в вертикальной и горизонтальной плоскостях во время стояния. Он позволяет измерять как малую, так и крупную моторику. Р.Дж. Триоло и др. (1993) [4] провели оценку функциональной стабильности 69 здоровых людей и двух пациентов с параплегией, когда они выполняли различные упражнения руками, такие как:

- а) движение малой столешницы;
- б) поднятие объекта на нижнюю полку;
- в) поднятие объекта с нижней полки на верхнюю;
- г) нажатие на большую сторону объекта.

Время, необходимое для выполнения данных упражнений, было выбрано как основной фактор для анализа. Анализ данных, представленных в индексе научного цитирования, показал, что требуется большая работа для проверки воспроизводимости результатов как для здоровых людей, так и для людей с параплегией [4]. В другом исследовании, проведенном Г. Бардманом и др. (1997) [1], была оценена стабильность группы людей с параплегией при выполнении упражнений руками. Они попросили добровольцев стоять лицом к столу, установленному на удобной им рабочей высоте. Для конечного анализа были выбраны время, необходимое для выполнения различных упражнений, и усилие, действующее на костыль [1].

Дж.В. Мидлтон и др. (1999) [3] измеряли устойчивость здоровых людей и людей с параплегией при выполнении различных упражнений руками. Они использовали некоторые параметры, такие как амплитуда колебаний центра давления в антерио-постериорном и медиолатеральном направлениях. Они попросили добровольцев выполнить упражнения, повторяя за исследователем, в которые было включено поднятие пластинок и размещение их на полке, находящейся на высоте 20 см и на расстоянии 25 см от края стола, а также передвижение объектов с одной стороны на другую [3].

Как видно из перечисленных выше исследований, для оценки функциональной стабильности можно использовать различные параметры, основанные как на времени, так и на колебаниях центра давления. К сожалению, информация о достоверности данных параметров отсутствует, поэтому основной целью данной работы является проверка достоверности различных параметров, определяемых по стандартным методикам. Кроме этого, работа направлена на поиск параметров устойчивости, которые имеют большую повторяемость при выполнении различных упражнений руками.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В данном исследовании приняли участие 10 здоровых человек. В их медицинской истории не было данных о расстройствах стабильности и других противопоказаний относительно стабильности. Основные характеристики людей, выбранных для исследования, приведены в табл. 1.

Добровольцам было предложено встать напротив стола (ширина 80 см, глубина 60 см) с высотами на 5 и 10 см ниже уровня подвздошного гребня. Им необходимо было передвинуть пять цилиндров (масса 250 г, высота 5 см, диаметр 5 см), покрашенных в пять разных цветов. Цилиндры были расположены на расстоянии примерно 15 см слева направо на пяти кругах, окрашенных в разные цвета. С обратной стороны цветные круги были установлены на таком же расстоянии, но в обратном порядке. Во второй части теста был использован маленький стол высотой 20 см для анализа стабильности при вертикальном поднятии объектов. Этот маленький стол был расположен на расстоянии 25 см от края основного стола.

Таблица 1

Информация о добровольцах, принявших участие в этом исследовании

Параметр	Среднее значение
Возраст, лет	26±2,4
Масса, кг	74±10
Рост, м	1,75±0,04

Данные были получены, когда добровольцы стояли на двух ногах на ширине таза. Записывали пять успешных попыток при частоте 120 Гц. Затем сигнал с силовой платформы был отфильтрован с использованием фильтра Баттерворта с частотой 10 Гц.

Испытуемых проинструктировали стоять на силовой платформе, затем, после достижения нужного уровня стабильности, они двигали цилиндры слева направо на круги того же цвета с обратной стороны так быстро, как могли, а затем двигали цилиндры обратно справа налево. В это время проводилась регистрация колебаний центра давления в антериопостериорном и медиолатеральном направлениях, а также измерение времени, необходимого для выполнения упражнения. Тест был повторен с целью сбора пяти успешных попыток.

Во второй части теста на основной стол был поставлен маленький столик на расстоянии 25 см от края стола и испытуемым было предложено поднять цилиндры и поставить их на поверхность столика, не обращая внимания на цвет и положение, а затем переставить цилиндры обратно на исходные позиции. Записывались аналогичные параметры, и тесты повторялись пять раз.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Движение центра давления при выполнении горизонтальных и вертикальных движений руками показано на рис. 1 и 2 соответственно. Средние значения времени и параметров, связанных с движением центра давления, во время первого и второго теста показаны в табл. 2.

Результаты корреляции по Пирсону и внутриклассовой корреляции показали, что достоверность времени, представляющего функциональную стабильность, больше, чем для параметров, связанных с колебаниями центра давления. Достоверность колебаний центра давления в медиолатеральной плоскости больше, чем для антериопостериорной плоскости, как для горизонтальных, так и для вертикальных движений. Использование движения центра давления для измерения функциональной стабильности является более достоверным для вертикальных движений, чем для горизонтальных. В табл. 3 приведены результаты корреляционных анализов по Пирсону и внутриклассовой корреляции.

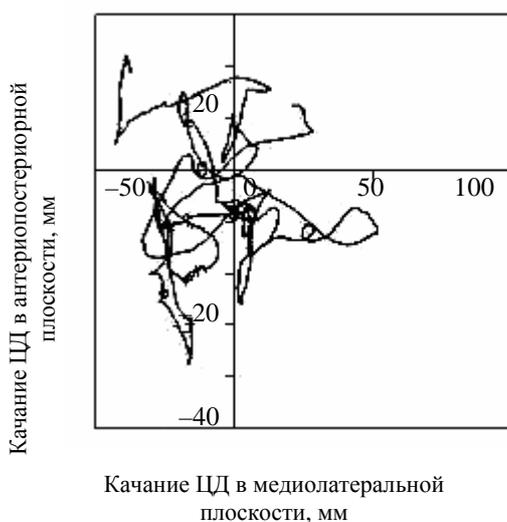


Рис. 1. Движение центра давления (ЦД) в медиолатеральной и антериопостериорной плоскостях при горизонтальном движении

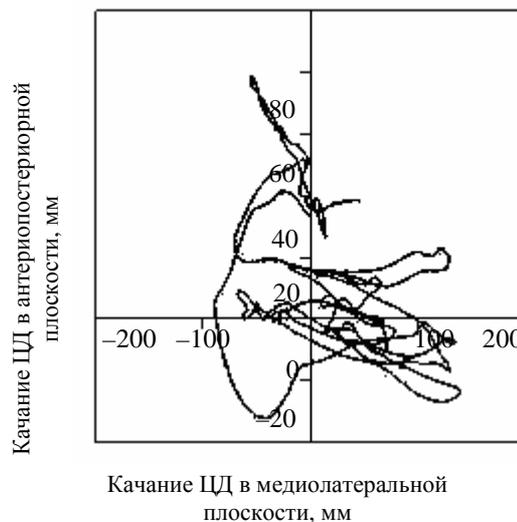


Рис. 2. Движение центра давления (ЦД) в медиолатеральной и антериопостериорной плоскостях при вертикальном движении

Таблица 2

Средние значения различных параметров стабильности во время первой и второй попыток

Параметры	Среднее значение (первая попытка)	Среднее значение (вторая попытка)
Время горизонтального движения, с	10,33±1,22	9,6±1,2
Движение центра давления в антериопостериорной плоскости, горизонтальное движение, мм	69,8±13,9	70,5±11,9
Движение центра давления в медиолатеральной плоскости, горизонтальное движение, мм	175,0±60,4	171,50±67,27
Время вертикального движения, с	9,50±1,31	9,0±1,4
Движение центра давления в антериопостериорной плоскости, вертикальное движение, мм	48,00±16,21	46,70±10,95
Движение центра давления в медиолатеральной плоскости, вертикальное движение, мм	50,98±14,90	55±43

Таблица 3

Коэффициент корреляции Пирсона и внутриклассовый коэффициент корреляции для параметров, используемых для измерения функциональной стабильности

Параметры	Коэффициент корреляции Пирсона	Внутриклассовый коэффициент корреляции
Время горизонтального движения	0,947	0,899
Движение центра давления в антериопостериорной плоскости, горизонтальное движение	0,355	0,53
Движение центра давления в медиолатеральной плоскости, горизонтальное движение	0,922	0,96
Время вертикального движения	0,895	0,917
Движение центра давления в антериопостериорной плоскости, вертикальное движение	0,694	0,799
Движение центра давления в медиолатеральной плоскости, вертикальное движение	0,759	0,66

ОБСУЖДЕНИЕ

Функциональная стабильность – это один из тестов, используемых исследователями при оценке характеристик пациентов во время выполнения различных упражнений руками в положении стоя. Несмотря на то что многие исследователи используют тест функциональной стабильности для измерения характеристик пациентов при ортозе, никто из них не оценивал повторяемость этих выбранных параметров.

Движение центра давления в антериопостериорной плоскости во время выполнения горизонтального движения меньше, чем в медиолатеральной плоскости. Это в основном обусловлено тем, что испытуемые двигали объекты в медиолатеральном направлении. Поскольку среднее значение и среднее квадратичное отклонение перемещений центра давления в поперечной плоскости больше, чем в антериопостериорной плоскости, эти параметры дают лучшее представление о стабильности, чем колебания центра давления в антериопостериорной плоскости.

Кроме этого, они обладают большей повторяемостью, когда люди передвигают объекты в медиолатеральном направлении.

Стабильность пациентов при выполнении вертикальных движений может быть лучше представлена движением центра давления в антериопостериорной плоскости, чем движением в медиолатеральной плоскости, так как пациентам необходимо двигать цилиндры и ставить их на маленький столик, который установлен на расстоянии 25 см от края основного стола. Как видно из табл. 3, внутриклассовая корреляция движений центра давления в антериопостериорной плоскости больше, чем в медиолатеральной плоскости.

Стабильность пациентов как при вертикальных, так и при горизонтальных движениях можно измерить, используя временные параметры. Применять временные параметры в тестах на функциональную стабильность легче, чем использовать силовую платформу и усилители. Несмотря на то что использование силовой платформы позволяет исследователям собирать данные о колебаниях центра давления, эти параметры не обладают такой воспроизводимостью, как временные параметры. Для других пациентов, описанных в мировой литературе, рекомендуется использовать другие параметры, например, величину усилия, действующего на костыли при стоянии.

Выводы

Результаты проведенного исследования показали, что при измерении функциональной стабильности достоверность временных параметров больше, чем параметров, основанных на колебании центра давления. Рекомендуется использовать колебания центра давления, в частности, при вертикальных движениях. При этом установлено, что для инвалидов можно успешно применять параметры, основанные на измерении усилий, действующих на костыль во время стояния.

Благодарности

Автор благодарит всех добровольцев, принимавших участие в исследовании. Проект был поддержан грантом, данным автору Иранским министерством здравоохранения и медицинского образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Baardman G., Ijzerman M.J., Hermens H.J., Veltink P.H., Boom H.B., Zilvold G. The influence of the reciprocal hip joint link in the advanced reciprocating gait orthosis on standing performance in paraplegia // *Prosthet. Orthot. Int.* – 1997. – Vol. 21. – P. 210–221.
2. Jacobson, G.P., Newman, C.W., Kartush J.M. *Handbook of balance function testing.* – St. Louis: Mosby Year Book, 1993.
3. Middleton J.W., Sinclair P.J., Smith R.M., Davis G.M. Postural control during stance in paraplegia: effects of medially linked versus unlinked knee-ankle-foot orthoses // *Arch. Phys. Med. Rehabil.* – 1999. – Vol. 80. – P. 1558–1565.
4. Triolo R.J., Reilley B., Mulcahey M.J., Cohn J., Betz R.R., Freedman W. Development and standardization of a clinical evaluation of standing function in children: the functional standing test // *IEEE Transactions on Rehab. Engineering.* – 1993. – Vol. 1. – P. 18–25.

EVALUATION VALIDITY OF TIME AND CENTRE OF PRESSURE SWAY PARAMETERS TO EVALUATE THE STANDING STABILITY WHILE PERFORMING DIFFERENT HAND TASKS

Mohammad Taghi Karimi (Glasgow, UK)

The stability during standing can be measured during quiet standing and by undertaking different hand tasks. Unfortunately, there is a lack of information in the literature regarding the evaluation of the functional stability and validity of the parameters that can be used in this regard. A group of 10 normal subjects was recruited to check the validity of time and centre of pressure sway based parameters during performing various hand tasks. The test was repeated using the same procedure after one day. The results of the research showed that the validity of the time based parameters was more than those that were centre of pressure based. The functional stability can be measured by using force plate. Although measuring the excursion of the centre of pressure in both mediolateral and anteroposterior planes and the time of undertaking various hand tasks can be used to evaluate the functional stability, the validity of the time based parameters was more than centre of pressure parameters.

Key words: functional stability, sway of centre of pressure.

Получено 11 июля 2010