

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **23088**

(13) **С1**

(46) **2020.08.30**

(51) МПК

A 61B 5/11 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИИ РАВНОВЕСИЯ
ЧЕЛОВЕКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВОЙ ВИРТУАЛЬНОЙ
СРЕДЫ**

(21) Номер заявки: а 20180020

(22) 2018.01.20

(43) 2019.08.30

(71) Заявители: Марьенко Ирина Павловна; Лихачев Сергей Алексеевич; Можейко Мария Петровна; Юрченко Михаил Владимирович; Суша Никита Андреевич; Иваницкий Евгений Сергеевич; Качановский Артем Викторович (ВУ)

(72) Авторы: Марьенко Ирина Павловна; Лихачев Сергей Алексеевич; Можейко Мария Петровна; Юрченко Михаил Владимирович; Суша Никита Андреевич; Иваницкий Евгений Сергеевич; Качановский Артем Викторович (ВУ)

(73) Патентообладатели: Марьенко Ирина Павловна; Лихачев Сергей Алексеевич; Можейко Мария Петровна; Юрченко Михаил Владимирович; Суша Никита Андреевич; Иваницкий Евгений Сергеевич; Качановский Артем Викторович (ВУ)

(56) US 6063046 А, 2000.

ВУ а 20140135, 2015.

ВУ 13061 С1, 2010.

RU 2136209 С1, 1999.

UA 104758 С2, 2014.

СКВОРЦОВ Д.В. Стабилометрическое исследование. Краткое руководство. Москва, Миска, 2010, с. 12, 40, 47, 57, 128.

КОРЖЕНКОВА Е.И. Разработка виртуального окружения для исследования системы поддержания равновесия человека. Магистерская диссертация. Томск, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2017, с. 8, 23, 24, 31, 33, 34, 42, 47, 48.

(57)

Способ оценки состояния функции равновесия человека с использованием игровой виртуальной среды, при котором регистрируют и определяют во фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях показатели перемещения постуральной оси испытуемого, представляющие собой среднюю угловую скорость перемещения постуральной оси испытуемого в положении стоя, а также площадь опорного контура испытуемого, причем постуральную ось условно представляют в виде двух звеньев, одно из которых проходит от головы до пояса испытуемого, а второе - от пояса до поверхности стояния, а за площадь опорного контура принимают поверхность площади колебаний постуральной оси испытуемого; упомянутые показатели определяют за период времени в 20 с без нахождения испытуемого в среде виртуальной реальности, затем помещают испытуемого в среду виртуальной реальности и предлагают ему управлять виртуальным объектом путем произвольного перемещения своего туловища по заданной виртуальным объектом траектории

ВУ 23088 С1 2020.08.30

со скоростью, которую способен развить испытуемый, после чего повторно определяют упомянутые показатели за период времени в 20 с при нахождении испытуемого в среде виртуальной реальности, затем определяют коэффициенты S и K, характеризующие упомянутую функцию равновесия, соответственно из выражений:

$$S = \frac{\text{ССП ПО1}}{\text{ССП ПО2}},$$

где ССП ПО1 - средняя угловая скорость перемещения постуральной оси, рад/с, в положении испытуемого стоя без нахождения в среде виртуальной реальности;

ССП ПО2 - средняя угловая скорость перемещения постуральной оси, рад/с, в положении испытуемого стоя при нахождении в среде виртуальной реальности;

$$K = \frac{\text{ПОК1}}{\text{ПОК2}},$$

где ПОК1 - площадь опорного контура, м², в положении испытуемого стоя без нахождения в среде виртуальной реальности;

ПОК2 - площадь опорного контура, м², в положении испытуемого стоя при нахождении в среде виртуальной реальности,

причем, если полученные значения S и K лежат в диапазоне от 0,8 до 1,1, делают вывод об устойчивой функции равновесия, если полученные значения S и K не лежат в упомянутом диапазоне, делают вывод о наличии латентных нарушений функции равновесия, если полученное значение K лежит в упомянутом диапазоне, а значение S не лежит в упомянутом диапазоне или полученное значение S лежит в упомянутом диапазоне, а значение K не лежит в упомянутом диапазоне, делают вывод об устойчивой функции равновесия, обусловленной фенотипическими особенностями испытуемого.

Изобретение относится к медицине, к разделам функциональной диагностики, спортивной и восстановительной медицины, и может быть использовано для выявления латентных нарушений функции равновесия.

Заявителю неизвестен способ оценки состояния функции равновесия у испытуемого с использованием игровой виртуальной среды, в силу чего не может быть указан ближайший аналог заявляемого изобретения.

Задачей заявляемого изобретения является создание способа оценки состояния функции равновесия человека с использованием игровой виртуальной среды за счет интерпретации данных, полученных в процессе регистрации колебаний и положения тела испытуемого в пространстве в фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях.

Сущность изобретения заключается в том, что регистрируют и определяют в фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостях показатели перемещения постуральной оси испытуемого, представляющие собой среднюю угловую скорость перемещения постуральной оси испытуемого в положении стоя, а также площадь опорного контура испытуемого, причем постуральную ось условно представляют в виде двух звеньев, одно из которых проходит от головы до пояса испытуемого, а второе - от пояса до поверхности стояния, а за площадь опорного контура принимают поверхность площади колебаний постуральной оси испытуемого; упомянутые показатели определяют за период времени в 20 с без нахождения испытуемого в среде виртуальной реальности, затем помещают испытуемого в среду виртуальной реальности и предлагают ему управлять виртуальным объектом путем произвольного перемещения своего туловища по заданной виртуальным объектом траектории со скоростью, которую способен развить испытуемый, после чего повторно определяют упомянутые показатели за период времени в 20 с при нахождении испытуемого в среде виртуальной реальности, затем определяют коэффициенты S и K, характеризующие упомянутую функцию равновесия, соответственно из выражений:

$$S = \frac{\text{ССП ПО1}}{\text{ССП ПО2}},$$

где ССП ПО1 - средняя угловая скорость перемещения постуральной оси, рад/с, в положении испытуемого стоя без нахождения в среде виртуальной реальности;

ССП ПО2 - средняя угловая скорость перемещения постуральной оси, рад/с, в положении испытуемого стоя при нахождении в среде виртуальной реальности;

$$K = \frac{\text{ПОК1}}{\text{ПОК2}},$$

где ПОК1 - площадь опорного контура, м², в положении испытуемого стоя без нахождения в среде виртуальной реальности;

ПОК2 - площадь опорного контура, м², в положении испытуемого стоя при нахождении в среде виртуальной реальности,

причем, если полученные значения К и S лежат в диапазоне от 0,8 до 1,1, делают вывод об устойчивой функции равновесия, если полученные значения К и S не лежат в упомянутом диапазоне, делают вывод о наличии латентных нарушений функции равновесия, если полученное значение К лежит в упомянутом диапазоне, а значение S не лежит в упомянутом диапазоне или полученное значение S лежит в упомянутом диапазоне, а значение К не лежит в упомянутом диапазоне, делают вывод об устойчивой функции равновесия, обусловленной фенотипическими особенностями испытуемого.

Предложенный алгоритм действий дает возможность повысить точность оценки состояния функции равновесия, которая основана на регистрации изменения перемещения ПО испытуемого и анализе количественных показателей, изменение которых опосредовано воздействием на афференты вестибулярных, зрительных, проприоцептивных стимулов среды виртуальной реальности, а также выявление латентных нарушений функции равновесия, являющихся по природе своей доклиническими маркерами поражения центральной и периферической нервной системы, вестибулярного аппарата [1].

Таким образом, достигаемый технический результат заявляемого способа заключается в том, что способ дает возможность повысить качество оценки функции равновесия, выявить ее латентные нарушения и фенотипические особенности как у здоровых испытуемых, так и у пациентов с заболеваниями центральной нервной системы и вестибулярного аппарата под воздействием игровой виртуальной среды на основе количественных показателей перемещения ПО, что позволит разработать индивидуальную программу восстановления функции равновесия в игровой виртуальной среде с биологической обратной связью.

Пример 1.

Испытуемый А., 28 лет. Жалоб на нарушение равновесия и головокружение не предъявляет. При неврологическом осмотре - неврологический статус без очаговых знаков. В позе Ромберга устойчив, координаторные пробы выполняет удовлетворительно, походка не изменена.

Согласно заявленному способу у испытуемого в положении стоя регистрируют одновременно в фронтальной, сагиттальной, горизонтальной плоскостях показатели перемещения ПО, а именно ССП ПО (рад/с) и ПОК (м²) без нахождения в среде виртуальной реальности в течение 20 с. Полученные показатели перемещения ПО в исходном положении без нахождения в среде виртуальной реальности составляют: ССП ПО - 0,70 рад/с, ПОК - 1,70 м².

Затем осуществляют тренинг испытуемого, включающий управление испытуемым предложенным объектом в среде виртуальной реальности путем произвольного перемещения своего туловища по заданной траектории со скоростью, которую способен развить сам испытуемый, и далее регистрируют показатели перемещения ПО в течение 20 с после проведенного тренинга в положении испытуемого стоя при нахождении в среде виртуальной реальности. Получены следующие показатели: ССП ПО - 0,68 рад/с, ПОК - 1,76 м².

$$S = \frac{\text{ССП ПО1}}{\text{ССП ПО2}} = \frac{0,70 \text{ рад/с}}{0,68 \text{ рад/с}} = 1,03,$$

$$K = \frac{\text{ПОК1}}{\text{ПОК2}} = \frac{1,70 \text{ м}^2}{1,76 \text{ м}^2} = 0,97.$$

Таким образом, коэффициенты $S = 1,03$ и $K = 0,97$, характеризующие функцию равновесия, лежат в диапазоне от 0,8 до 1,1 и отражают устойчивую функцию равновесия.

Пример 2.

Испытуемый А., 31 год. Жалоб на нарушение равновесия и головокружение не предъявляет. В анамнезе отмечает укачивание в детстве на каруселях. При неврологическом осмотре - очаговых знаков не выявлено. В позе Ромберга устойчив, координаторные пробы выполняет четко.

Согласно заявленному способу у испытуемого в положении стоя регистрируют одновременно в фронтальной, сагиттальной, горизонтальной плоскостях показатели перемещения ПО, а именно ССП ПО (рад/с) и ПОК (м^2) без нахождения в среде виртуальной реальности в течении 20с. Полученные показатели перемещения ПО в исходном положении без нахождения в среде виртуальной реальности составляют: ССП ПО - 0,68 рад/с; ПОК - 0,23 м^2 .

Затем осуществляют тренинг испытуемого, включающий управление испытуемым предложенным объектом в среде виртуальной реальности путем произвольного перемещения своего туловища по заданной траектории со скоростью, которую способен развить сам испытуемый, и далее регистрируют показатели перемещения ПО в течение 20 с после проведенного тренинга в положении испытуемого стоя при нахождении в среде виртуальной реальности. Получены следующие показатели: ССП ПО - 0,91 рад/сек, ПОК - 2,49 м^2 . Далее вычисляют S и K , которые характеризуют функцию равновесия по следующим формулам.

$$S = \frac{\text{ССП ПО1}}{\text{ССП ПО2}} = \frac{0,68 \text{ рад/с}}{0,91 \text{ рад/с}} = 0,74,$$

$$K = \frac{\text{ПОК1}}{\text{ПОК2}} = \frac{0,23 \text{ м}^2}{2,49 \text{ м}^2} = 0,09.$$

Таким образом, коэффициенты $S = 0,74$ и $K = 0,09$, характеризующие функцию равновесия, не лежат в диапазоне 0,8-1,1 и отражают латентные нарушения функции равновесия у испытуемого.

Пример 3.

Испытуемый А., 32 года. Жалоб на нарушение равновесия и головокружение не предъявляет. При неврологическом осмотре - неврологический статус без очаговых знаков. В позе Ромберга устойчив, координаторные пробы выполняет удовлетворительно, походка не изменена.

Согласно заявленному способу у испытуемого в положении стоя регистрируют одновременно в фронтальной, сагиттальной, горизонтальной плоскостях показатели перемещения ПО, а именно ССП ПО (рад/с) и ПОК (м^2) без нахождения в среде виртуальной реальности в течение 20 с. Полученные показатели перемещения ПО в исходном положении без нахождения в среде виртуальной реальности составляют: ССП ПО - 0,66 рад/с, ПОК - 1,23 м^2 .

Затем осуществляют тренинг испытуемого, включающий управление испытуемым предложенным объектом в среде виртуальной реальности путем произвольного перемещения своего туловища по заданной траектории со скоростью, которую способен развить сам испытуемый, и далее регистрируют показатели перемещения ПО в течение 20 с после проведенного тренинга в положении испытуемого стоя при нахождении в среде виртуальной реальности. Получены следующие показатели: ССП ПО - 0,71 рад/с, ПОК - 2,47 м^2 .

$$S = \frac{\text{ССП ПО1}}{\text{ССП ПО2}} = \frac{0,66 \text{ рад / с}}{0,71 \text{ рад / с}} = 0,97,$$

$$K = \frac{\text{ПОК1}}{\text{ПОК2}} = \frac{1,23 \text{ м}^2}{2,47 \text{ м}^2} = 0,49.$$

Таким образом, коэффициент $S = 0,97$ лежит в диапазоне от 0,8 до 1,1, $K = 0,49$ не лежит в диапазоне от 0,8 до 1,1 и отражают фенотипические особенности устойчивой функции равновесия у данного испытуемого.

Пример 4.

Испытуемый А., 20 лет. Предъявляет жалобы на наличие дискомфорта, связанного с укачиванием при передвижении в транспорте. При неврологическом осмотре - очаговых знаков не выявлено. В позе Ромберга устойчив, координаторные пробы выполняет удовлетворительно, походка не изменена.

Согласно заявленному способу у испытуемого в положении стоя регистрируют одновременно в фронтальной, сагиттальной, горизонтальной плоскостях показатели перемещения ПО, а именно ССП ПО (рад/с) и ПОК (м^2) в условиях без нахождения в среде виртуальной реальности в течение 20 с. Полученные показатели перемещения ПО в исходном положении без нахождения в среде виртуальной реальности составляют: ССП ПО - 1,67 рад/с, ПОК - 1,43 м^2 .

Затем осуществляют тренинг испытуемого, включающий управление испытуемым предложенным в виртуальной реальности объектом путем произвольного перемещения своего туловища по заданной траектории со скоростью, которую способен развить сам испытуемый, и далее регистрируют показатели перемещения ПО в течение 20 с после проведенного тренинга при нахождении в среде виртуальной реальности. Получены следующие показатели: ССП ПО - 1,91 рад/с, ПОК - 2,15 м^2 .

$$S = \frac{\text{ССП ПО1}}{\text{ССП ПО2}} = \frac{1,67 \text{ рад / с}}{1,91 \text{ рад / с}} = 0,8,$$

$$K = \frac{\text{ПОК1}}{\text{ПОК2}} = \frac{1,43 \text{ м}^2}{2,15 \text{ м}^2} = 0,66.$$

Таким образом, коэффициент $S = 0,8$ лежит в диапазоне от 0,8 до 1,1, $K = 0,66$ не лежит в диапазоне от 0,8 до 1,1 и отражают фенотипические особенности устойчивой функции равновесия, что обуславливает указанный дискомфорт у данного испытуемого.

Таким образом, достигаемый технический результат заявляемого способа заключается в том, что способ дает возможность повысить качество оценки функции равновесия, выявить ее латентные нарушения и фенотипические особенности как у здоровых испытуемых, так и у пациентов с заболеваниями центральной и периферической нервной системы и вестибулярного аппарата, что дает возможность разработать индивидуальную программу восстановления функции равновесия в условиях нахождения в среде виртуальной реальности с биологической обратной связью. Способ может быть востребован как в клинической, так и спортивной медицине для отбора спортсменов в сложнокоординаторные виды спорта и в тренировочном процессе для улучшения спортивных показателей.

Источники информации:

1. Лихачев С.А., Марьенко И.П. Диагностическое и экспертное значение функциональных тестов при выявлении латентной вестибулярной дисфункции. Вестн. оториноларингологии. 2008; 1:24-27.