

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **22831**

(13) **С1**

(46) **2020.02.28**

(51) МПК

*A 61B 5/11* (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОЦЕНКИ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ  
ПЕРЕДНЕЙ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ МЫШЦЫ  
У ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА**

(21) Номер заявки: а 20180013

(22) 2018.01.17

(43) 2019.08.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Дик Сергей Константинович; Василевская Людмила Александровна; Яшин Константин Дмитриевич; Салими Задех Мехрнуш Махмуд (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(56) ВУ 15823 С1, 2012.

ВУ 14011 С1, 2011.

RU 2135073 С1, 1999.

DE 102006017575 А1, 2007.

CN 104622511 А, 2015.

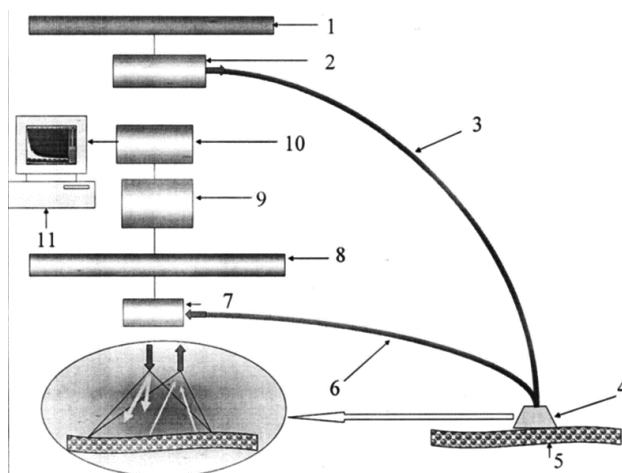
ВАСИЛЕВСКАЯ Л.А. и др. Микрогемодициркуляторные нарушения и возможность их

коррекции у пациентов с нейропатической болью при диабетической полиневропатии.

Клиническая неврология. Опыт, достижения, перспективы. Материалы. - СПб, 2013. - С. 228.

(57)

Способ оценки сократительной активности передней большеберцовой мышцы голени здорового человека, при котором воздействуют когерентным излучением оптического диапазона на кожу верхней трети тыльной поверхности голени испытуемого, находящегося в положении лежа, регистрируют флуктуации интенсивности рассеянного кожей спекл-поля в диапазоне частот от 10 до 50 Гц и определяют среднюю частоту спектра в состоянии покоя передней большеберцовой мышцы, затем предлагают испытуемому максимально



**ВУ 22831 С1 2020.02.28**

разогнуть стопу, а ассистенту ладонью приводить ее в горизонтальное положение при оказании испытуемым сопротивления в течение 15 с, определяют среднюю частоту спектра при оказании упомянутого сопротивления, затем сравнивают средние частоты спектра между собой и при приросте значения средней частоты спектра при оказании упомянутого сопротивления не менее чем на 27 % и не более чем на 32 % по сравнению со значением средней частоты спектра в состоянии покоя передней большеберцовой мышцы оценивают сократительную активность последней как ненарушенную.

---

Изобретение относится к медицине, а именно к физиологии, неврологии и спортивной медицине, и может найти применение для объективной оценки и количественной характеристики сократительной активности скелетных мышц нижних конечностей у здорового человека.

Сократимость скелетных мышц является специфическим свойством мышечных клеток и проявляется в их укорочении. Передача силы при сокращении происходит как вдоль линии действия, так и в направлении окружающих мышцу апоневрозов и фиброзных футляров. Поскольку объем мышцы при ее укорочении практически не изменяется, то сокращение сопровождается увеличением ее толщины [1]. Эти биомеханические изменения можно зарегистрировать с помощью лазерных методов, в частности, с использованием возможностей спекл-оптической миографии [2, 3]. Однако предлагаемые функциональные тесты с применением статической (максимальное произвольное сокращения мышцы) или динамической (чередование сокращения и расслабления) нагрузок не всегда приемлемы для объективной оценки сократительных свойств исследуемых мышц, особенно в клинической практике у пациентов с нервно-мышечной патологией и изменениями в двигательной сфере, у которых нарушена иннервация исследуемых мышц. В этих случаях исследователю трудно контролировать усилие, с которым испытуемый выполняет, например, разгибание стопы в условиях выполнения нагрузочных тестов. Между тем объективизация исследования биомеханических характеристик скелетных мышц необходима для оценки функционального состояния отдельных систем человека (нервной, мышечной) на основании анализа мышечного тонуса, сократительных свойств и релаксационных показателей скелетной мускулатуры. Особенно это актуально при развитии патологических процессов в нервной и мышечной тканях. Субъективная оценка мышечного тонуса в покое и при сокращении мышц проводится врачом при клиническом осмотре на основании определения сопротивления при пассивных движениях в суставах конечностей. Клинические шкалы для оценки изменений тонического состояния мышц с целью определения мышечной силы, ригидности и других свойств основаны на субъективных ощущениях испытателя при выполнении пассивных движений, что создает трудности в сравнительной оценке изучаемого показателя, допуская широкие возможности различного толкования происходящих процессов [4, 5]. Недостаточно информативны для этих целей и разные методы миотонометрии, нередко вызывающие деформацию тканей, что искажает регистрируемые показатели [6].

Задачей изобретения является разработка способа оценки сократительной активности передней большеберцовой мышцы с целью объективизации ее функциональной активности у здоровых людей зрелого возраста за счет регистрации частоты основной спектральной гармоника спекл-оптической миограммы в условиях выполнения теста "сокращение мышц с усилением".

Сущность изобретения заключается в том, что воздействуют когерентным излучением оптического диапазона на кожу верхней трети тыльной поверхности голени испытуемого, находящегося в положении лежа, регистрируют флуктуации интенсивности рассеянного кожей спекл-поля в диапазоне частот от 10 до 50 Гц и определяют среднюю частоту спектра в состоянии покоя передней большеберцовой мышцы, затем предлагают испытуемому

максимально разогнуть стопу, а ассистенту - ладонью приводить ее в горизонтальное положение при оказании испытуемым сопротивления в течение 15 с и определяют среднюю частоту спектра при оказании упомянутого сопротивления, затем сравнивают средние частоты спектра между собой и при приросте значения средней частоты спектра при оказании упомянутого сопротивления не менее чем на 27 % и не более чем на 32 % по сравнению со значением средней частоты спектра в состоянии покоя передней большеберцовой мышцы оценивают сократительную активность последней как нарушенную.

Технический результат в предлагаемом способе - повышение объективизации характеристик функционального состояния мышц нижних конечностей с оценкой их сократительных свойств, которые являются физиологической нормой у людей зрелого возраста.

Спекл-оптические характеристики рассеянного кожей излучения регистрируют с помощью разработанного в учреждении образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" и защищенного патентом спекл-оптического устройства для оценки состояния поверхностного кровотока и биомеханических параметров мышц Speckle-SKAN [7].

Изобретение поясняется фигурой.

Устройство для регистрации спекл-оптических показателей тонуса состоит из лазера типа ЛГН-208 (1), излучение которого передается через блок сопряжения (2) и световод (3) в осветительно-приемный датчик (4), который располагается над исследуемой поверхностью (5). Часть отраженного от поверхности излучения попадает на приемный световод (6) с диаметром активной части волокна 4 мкм, через него в устройство ввода (7) и светофильтр (8), а затем на фотоумножитель (9), далее через аналого-цифровой преобразователь (10) в персональный компьютер (11).

Изобретение используют следующим образом.

Исследование проводят в положении лежа, приемно-осветительный датчик прибора располагают в верхней трети тыльной поверхности голени на 6-7 см ниже дистального края мениска коленного сустава и на 2 см латеральнее большеберцовой кости в точке наибольшего напряжения (в условиях разгибания стопы) передней большеберцовой мышцы, выполняющей функцию разгибателя стопы. Сначала регистрируют флуктуации интенсивности спекл-поля, рассеянного кожей, освещенной источником лазерного излучения над исследуемой мышцей в состоянии функционального покоя, затем во время выполнения теста "сокращение мышц с усилением", который проводят следующим образом: испытуемый максимально разгибает стопу в голеностопном суставе, ассистент своей ладонью пытается привести стопу пациента в горизонтальное положение, при этом испытуемый оказывает сопротивление на протяжении 15 с, в течение которых регистрируют спекл-оптическую миограмму передней большеберцовой мышцы. Проведение этого теста способствует усиленному сокращению исследуемой мышцы, что позволяет выявить ее резервные возможности. Расчет спектров производят в диапазоне частот 10-50 Гц, анализируют динамику средней частоты спектра спекл-оптической миограммы. Оценку сократительной функции исследуемой мышцы проводят, сравнивая показатели  $\langle f \rangle$  в покое и во время сокращения с усилением. На основании прироста значений средней частоты спектра  $\langle f \rangle$ , выраженного в процентах, судят о сократительных свойствах исследуемой мышцы.

При статистической обработке результатов использовали программу "Statistica 10.0". Учитывали значение медианы (Me) и 25; 75 перцентилей (квартили). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

С целью количественной оценки сократительной функции передней большеберцовой мышцы (разгибателя стопы) обследовано 20 здоровых лиц (8 мужчин и 12 женщин в возрасте 45 (40; 57,5) лет. Предложен алгоритм исследования функциональной активности мышц с применением теста "сокращение мышц с усилением".

# BY 22831 C1 2020.02.28

Результаты исследования сократительной активности передней большеберцовой мышцы здоровых лиц обеих нижних конечностей представлены суммарно в таблице, из которой следует, что средняя частота спектра  $\langle f \rangle$  спекл-оптической миограммы является информативным параметром спектра, характеризующим сократительные свойства передней большеберцовой мышцы. Показано, что выполнение теста "сокращение мышц с усилением" вызывает статистически значимое возрастание значений  $\langle f \rangle$  по сравнению с состоянием покоя на 34 % (27; 32),  $p = 0,001$ . Следовательно, в условиях выполнения теста "сокращение мышц с усилением" возрастание значения средней частоты спектра  $\langle f \rangle$  в сравнении с состоянием функционального покоя не менее чем на 27 % и не более чем на 32 % можно считать показателем возрастной нормы сократительной активности передней большеберцовой мышцы у здоровых лиц зрелого возраста и использовать приведенные данные для сравнения с результатами, полученными у пациентов соответствующего возраста с заболеваниями нервной и мышечной систем, для выявления и объективной количественной оценки нарушений сократительной функции.

## Динамика средней частоты спектра $\langle f \rangle$ спекл-оптической миограммы передней большеберцовой мышцы у здоровых лиц зрелого возраста в условиях выполнения теста "сокращение с усилением" (Me, квартили)

Функциональное состояние мышцы	Средняя частота спектра $\langle f \rangle$ , Гц
Покой, n = 40	23,2 (20,9; 25,8)
Сокращение мышцы с усилением, n = 40	31,0 (27,6; 33,6) $p = 0,001$
Прирост значений $\langle f \rangle$ к исходным данным: 34 % (27; 32), $p = 0,001$	

Примечание: p - различия статистически значимы по сравнению с состоянием покоя, n - количество исследований.

### Источники информации:

1. Гурфинкель В.С., Левин Ю. С. Скелетная мышца: структура и функция. - М.: Наука, 1985. - 144 с.
2. Танин Л.В., Нечипуренко Н.И., Василевская Л.А., Недзьведь Г.К., Ровдо СЕ., Танин А.Л. Лазерная гемотерапия в лечении заболеваний периферической нервной системы. - Минск: ООО "Мэджик Бук", 2004. - 148 с.
3. Патент РБ 13502, 2010.
4. Голубев В. Л., Левин Я. И., Вейн А. М. Болезнь Паркинсона и синдром паркинсонизма. - М., 2000.
5. Левин О. С., Федорова Н. В., Шток В. Н. Дифференциальная диагностика паркинсонизма // Журнал неврологии и психиатрии. - № 2. - 2003. - С. 54-60.
6. Василевская Л.А. Функциональные нарушения нейромоторного аппарата, их спекл-оптическая диагностика и коррекция низкоинтенсивным лазерным излучением при некоторых заболеваниях периферической нервной системы: Дис. ... канд. мед. наук. 14.00.16. МГМИ. - Минск, 1999. - 153 с.
7. Патент РБ 14011, МПК А61В 5/026, А61В 5/22, 2011.