



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015108567/14, 11.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
11.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.03.2015

(45) Опубликовано: 27.04.2016 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **НОВИКОВА И.Н.** и др. **Исследование динамики изменений параметров микроциркуляторно-тканевых систем при холодовой прессорной физиологической пробе. VI Международная научно-техническая конференция "Информационные технологии в науке, образовании и производстве" май 2014 с.1-6. RU 2230493 C2 20.06.2004. RU 2284746 C1 10.10.2006. RU 2390306 C1 27.05.2010. (см.прод.)**

Адрес для переписки:

302020, г. Орел, Наугорское ш., 29, ФГБОУ ВПО "Госуниверситет-УНПК"

(72) Автор(ы):

**Новикова Ирина Николаевна (RU),  
Дунаев Андрей Валерьевич (RU),  
Крупаткин Александр Ильич (RU),  
Сидоров Виктор Васильевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Государственный университет - учебно-научно-производственный комплекс" (ФГБОУ ВПО "Госуниверситет-УНПК") (RU)**

## (54) СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ СКЛОННОСТИ К АНГИОСПАЗМУ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО СОСУДИСТОГО РУСЛА

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине, а именно к функциональной диагностике, и может быть использовано для диагностики склонности к ангиоспазму периферического сосудистого русла. Проводят холодовую прессорную пробу путем погружения обеих кистей рук в воду в течение 5 минут. Регистрируют одновременно показатели микроциркуляции крови ( $I_m$ ) методом лазерной доплеровской флоуметрии, тканевой и артериальной сатурации методами оптической тканевой оксиметрии и пульсоксиметрии соответственно. Регистрацию указанных показателей осуществляют в течение 5 минут до, сразу после и через 20 минут после проведения холодовой прессорной пробы. На основании полученных данных вычисляют скорость потребления кислорода и миогенный тонус.

Определяют отношение показателей микроциркуляции по формуле  $(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})100\%$  и отношение показателей миогенного тонуса по формуле  $(MT_3-MT_2)/(MT_1-MT_2)100\%$ . При  $(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})100\%>50\%$  и  $(MT_3-MT_2)/(MT_1-MT_2)100\%>50\%$ , где  $I_{m1-m3}$  - показатель микроциркуляции до, сразу после и через 20 минут после проведения холодовой прессорной пробы соответственно,  $MT_{1-3}$  - миогенный тонус до, сразу после и через 20 минут после проведения холодовой прессорной пробы соответственно, а также если скорость потребления кислорода через 20 минут после проведения холодовой прессорной пробы достигает и/или превышает значения исходного уровня, диагностируют нормальное состояние

микроциркуляторно-тканевых систем организма человека. В противном случае диагностируют склонность к ангиоспазму. Способ обеспечивает повышение информативности исследований, позволяет выявить доклиническую склонность к

заболеваниям ангиоспастического генеза и их возможные причины, а также оценить общее состояние микроциркуляторно-тканевых систем, их резервные и адаптивные возможности. 2 з.п. ф-лы, 4 ил., 1 табл., 2 пр.

(56) (продолжение):

**КРУПАТКИН А.И., СИДОРОВ В.В.** Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: колебания, информация, нелинейность: руководство для врачей. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2013 с. 269. KASTRUP J. et al. Vasomotion in human skin befor and after local heating recorder with laser Doppler flowmetry. A metod for induction of vasomotion. Int.J.Microcirc.Clin.Exp. 1989 V.8 p.205.

R U 2 5 8 2 7 6 4 C 1

R U 2 5 8 2 7 6 4 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*A61B 5/026* (2006.01)*A61B 5/1455* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2015108567/14, 11.03.2015**(24) Effective date for property rights:  
**11.03.2015**

Priority:

(22) Date of filing: **11.03.2015**(45) Date of publication: **27.04.2016** Bull. № 12

Mail address:

**302020, g. Orel, Naugorskoe sh., 29, FGBOU VPO  
"Gosuniversitet-UNPK"**

(72) Inventor(s):

**Novikova Irina Nikolaevna (RU),  
Dunaev Andrej Valerevich (RU),  
Krupatkin Aleksandr Ilich (RU),  
Sidorov Viktor Vasilevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
professionalnogo obrazovaniya "Gosudarstvennyj  
universitet - uchebno-nauchno-proizvodstvennyj  
kompleks" (FGBOU VPO "Gosuniversitet-  
UNPK") (RU)**(54) **METHOD OF DIAGNOSING TENDENCY TO VASOCONSTRICTION OF PERIPHERAL VASCULAR BED**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention refers to medicine, namely to functional diagnostics, and can be used for diagnostics of tendency to angiospasm of peripheral blood flow. Cold pressory test is performed by means of submersion of both hands in water during 5 minutes. Simultaneously registered blood microcirculation indicators ( $I_m$ ) by laser Doppler flowmetry, tissue and arterial saturation by optical tissue oximetry and pulse oximetry respectively. Registration of said parameters is carried out for 5 minutes prior to, immediately after and through 20 minutes after cold pressory test. Derived data are oxygen consumption rate and myogenic tone. Ratio of microcirculation parameters using the formula  $(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})$  100 % and ratio of values of myogenic tone by formula  $(m_3-M_2)/(m_1-M_2)$  100 %. Note  $(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})$  100% > 50% and  $(m_3-M_2)/$

$(m_1-M_2)$  100 % > 50 %, where  $I_{m1-m3}$  - microcirculation value to, immediately after and through 20 minutes after cold pressory test respectively,  $M_{1-3}$  -myogenic tone to, immediately after and through 20 minutes after cold pressory test, respectively, as well as if the rate of oxygen consumption through 20 minutes after cold pressory test reaches and/or exceeds the value of the initial level normal state is diagnosed microcirculatory-tissue systems of the human body. Otherwise the tendency to angiospasm is diagnosed.

EFFECT: method provides higher informativity of investigations, enables detecting pre-clinical susceptibility to diseases of angiospastic genesis and their possible reasons, as well as assessing the general condition microcirculatory-tissue systems, their reserve and adaptive capabilities.

3 cl, 4 dwg, 1 tbl, 2 ex

Изобретение относится к области медицины, а именно к функциональной диагностике, и может быть использовано для выявления доклинической склонности к заболеваниям ангиоспастического генеза и их возможных причин, а также для оценки состояния микроциркуляторно-тканевых систем (МТС) организма человека, их резервных и адаптивных возможностей.

Для выявления скрытых нарушений гемодинамики и оценки возможных реакций МТС на внешнее провокационное воздействие применяют различные функциональные нагрузочные пробы, такие как окклюзионная проба, дыхательная, постуральная, тепловая, холодовая и др. (см. Козлов В.И. и др. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови. Методическое пособие // М.: РУДН ГНЦ лазерной медицины, 2012. - 32 с.). Сочетанное применение функциональных проб совместно с различными методами диагностики позволяет получить более полную информацию о состоянии МТС.

Известен способ определения типа нейроваскулярной реакции сосудов конечности, включающий проведение функциональных проб и реовазографического исследования, при этом окклюзионную пробу проводят одновременно с гипотермией конечности в течение 10 минут, реовазограмму регистрируют до, сразу, через 10 и через 20 минут после воздействия, определяют динамику реографического коэффициента и, если при первоначально нормальном тоне сосудов в ответ на воздействие развивается вазоконстрикторная реакция, сменяющаяся на десятую, а затем на двадцатой минуте дилататорной реакцией, - определяют нормотонический тип реакции, если при первоначально высоком тоне сосудов регистрируется вазодилатация на протяжении всего исследования, - определяют гипертонический тип реакции, если при исходно низком тоне сосудов регистрируется вазоконстрикция на протяжении всего исследования, - определяют гипотонический тип реакции. Оценка динамики изменения реовазографического коэффициента до и после стимулирующих нагрузок позволяет выявить тип нейроваскулярной реакции сосудов, оценить резервные возможности сосудов к сужению или расширению, исследовать более широкий спектр факторов, обуславливающих сосудистую реактивность, индивидуализировать подбор большому вазоактивных препаратов (см. патент РФ №2284746, МПК А61В 5/0295, опубл. 2006).

Однако недостатком данного способа является болезненность процедуры, связанная с проведением в течение 10 минут одновременно сразу двух функциональных проб. Также метод реовазографии не может быть использован при нарушении трофики конечностей, так как происходит снижение качества записи реовазографической кривой, вследствие ухудшения пропускания тока высокой частоты, что приводит к ограниченности применения предлагаемого способа.

Известен также способ регистрации микроциркуляции крови путем определения колебаний сосудистого тонуса до и после функциональной нагрузки и обработки данных с помощью математического вейвлет-анализа, при этом регистрируют температуру на ногтевой фаланге ладонной поверхности указательного пальца пациента с частотой измерений не менее 1 Гц в течение 10 минут, далее в течение 3 минут, во время дыхательной или холодовой пробы и в течение 10 минут после нее непрерывно с помощью термодатчика. Данный способ позволяет определить колебания сосудистого тонуса эндотелиального, нейрогенного и миогенного генеза до и после функциональной нагрузки (см. патент РФ №2390306 МПК А61В 5/01, опубл. 2010).

Однако данный способ регистрации микроциркуляции крови не позволяет проводить измерение и анализ амплитуд колебаний пассивных механизмов регуляции, а именно амплитуд сердечных и дыхательных осцилляций, которые играют важную роль в

процессе функционирования МТС. Отсутствие возможности регистрации пассивных механизмов осцилляций приводит к невозможности оценки тонуса резистивных сосудов, эластичности сосудистой стенки, динамики изменения микроциркуляторного давления, ухудшения венозного оттока, а также оценки соотношения вклада кровотока артериального и венозного отделов капилляров, что имеет важное значение при выявлении возможных причин сердечно-сосудистых заболеваний. Кроме того, данный способ не позволяет оценить параметры тканевого дыхания, которые могут более достоверно диагностировать функциональное состояние МТС организма человека ввиду возможности анализа динамики утилизации кислорода окружающими тканями.

Наиболее близким к предлагаемому является способ, включающий применение холодной прессорной пробы (ХПП) совместно с регистрацией микроциркуляции крови методом лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), тканевой и артериальной сатурации методами оптической тканевой оксиметрии (ОТО) и пульсоксиметрии (ПО). Метод ЛДФ основан на оптическом зондировании ткани и анализе отраженного и рассеянного излучения от движущихся эритроцитов. Важной особенностью данного метода является возможность получения *in vivo* всего спектра ритмических процессов в микрососудах от пульсовых ритмов до циркадных, которые играют большую роль в функционировании системы микроциркуляции крови. Применение метода ОТО, основанного на спектрофотометрическом анализе различных фракций гемоглобина, и метода ПО, основанного на способности гемоглобина, связанного ( $\text{HbO}_2$ ) и не связанного с кислородом ( $\text{Hb}$ ), абсорбировать свет различной длины волны, позволяют *in vivo* оценить динамику транспорта и величину сатурации крови кислородом в микрососудах ( $\text{S}_t\text{O}_2$ ), а также процентное содержание (сатурацию) оксигемоглобина в артериальной крови ( $\text{S}_a\text{O}_2$ ). Сочетанное применение методов ЛДФ, ОТО и ПО дает возможность комплексно оценить параметры тканевого дыхания микроциркуляторно-тканевых систем организма человека. В данном способе регистрацию указанных показателей осуществляют в течение 5 минут 2 раза до и 4 раза после проведения холодной прессорной пробы. ХПП осуществляется в форме полного погружения кистей рук в емкость с холодной водой, температура которой составляет порядка  $15^\circ\text{C}$ . Затем по методике, основанной на анализе амплитудно-частотного спектра колебаний кровотока, рассчитывают комплексные параметры микроциркуляторно-тканевых систем (см. Новикова И.Н. и др. Исследование динамики изменений параметров микроциркуляторно-тканевых систем при холодной прессорной физиологической пробе. VI Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в науке, образовании и производстве», май 2014, с.1-6).

Недостатком данного способа является большая длительность исследования, а также недостаточная информативность, так как отсутствуют диагностические критерии, которые позволяют выявить доклиническую склонность к заболеваниям, связанным с состоянием МТС и имеющим ангиоспастическую направленность.

Технической задачей настоящего решения является создание более информативного способа диагностики с применением холодной прессорной пробы, позволяющего выявить доклиническую склонность к заболеваниям ангиоспастического генеза и их возможные причины, а также позволяющего оценить состояния микроциркуляторно-тканевых систем организма человека, их резервные и адаптивные возможности.

Техническая задача достигается тем, что в способе диагностики склонности к ангиоспазму периферического сосудистого русла, включающий проведение холодной прессорной пробы путем погружения обеих кистей рук в воду в течение 5 минут и

регистрацию одновременно показателя микроциркуляции крови ( $I_m$ ) методом лазерной доплеровской флоуметрии, тканевой и артериальной сатурации методами оптической тканевой оксиметрии и пульсоксиметрии соответственно, регистрацию указанных показателей осуществляют в течение 5 минут до, сразу после и через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы, на основании полученных данных вычисляют скорость потребления кислорода и миогенный тонус. Дополнительно определяют отношение показателей микроциркуляции по формуле  $(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})100\%$  и отношение миогенного тонуса по формуле  $(MT_3-MT_2)/(MT_1-MT_2)100\%$ , и при  $(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})100\%>50\%$  и  $(MT_3-MT_2)/(MT_1-MT_2)100\%>50\%$ , где  $I_{m1-m3}$  - показатель микроциркуляции до, сразу после и через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы соответственно,  $MT_{1-3}$  - миогенный тонус до, сразу после и через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы соответственно, а также если скорость потребления кислорода через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы достигает и/или превышает значения исходного уровня диагностируют нормальное состояние микроциркуляторно-тканевых систем организма человека; в противном случае диагностируют склонность к ангиоспазму.

В случае диагностики склонности к ангиоспазму через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы дополнительно определяют значение соотношения амплитуд сердечных и дыхательных колебаний кровотока и при значении больше 1 причина склонности к ангиоспазму связана с повышением миогенного тонуса.

В случае диагностики склонности к ангиоспазму через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы дополнительно определяют значение соотношения амплитуд сердечных и дыхательных колебаний кровотока и при значении меньше либо равно 1 причина склонности к ангиоспазму связана с повышением миогенного тонуса и с венозным застоем.

Технический результат заключается в создании более информативного способа с применением ходовой прессорной пробы, который позволяет выявить доклиническую склонность к заболеваниям ангиоспастического генеза и их возможные причины, а также позволяет оценить общее состояние микроциркуляторно-тканевых систем, их резервные и адаптивные возможности.

Способ осуществляется следующим образом.

Исследования проводят в условиях физического и психического покоя через 2 часа после приема пищи с предварительной адаптацией испытуемых к температуре помещения 20-23°C в положении сидя, правое предплечье на столе на уровне сердца. В качестве диагностического оборудования применяется лазерный анализатор серии «ЛАКК» (ООО НИИ «ЛАЗМА», г. Москва) с каналами ЛДФ, ОТО и ПО (см. Научно-производственное предприятие лазерной медицинской аппаратуры <http://www.lazma.ru/gus/>). Данное оборудование позволяет осуществить амплитудно-частотный анализ сигналов ЛДФ и ОТО и оценить различные механизмы регуляции микроциркуляции крови - эндотелиальные (э), нейрогенные (н), миогенные (м), дыхательные (д) и сердечные (с) колебания, реализуя непрерывное вейвлет-преобразование с применением в качестве анализирующего вейвлета комплекснозначный вейвлет Морле. Измерения осуществляются на коже с артериоло-веноулярными анастомозами (АВА) на ладонной поверхности дистальной фаланги 3-го пальца кисти правой руки. Процедура диагностики включает в себя регистрацию 3-х базовых (фоновых) тестов (БТ) длительностью 5 минут каждый: БТ1 регистрируется до начала проведения ХПП, БТ2 сразу после и БТ3 через 20 минут после ее окончания.

На основании измеренных параметров по известной методике, основанной на анализе амплитудно-частотных спектров сигналов ЛДФ и ОТО, в связи с целесообразностью комплексной диагностики микроциркуляторно-тканевых систем организма человека определяются показатель экстракции кислорода (ЭК), отн. ед., и скорость потребления кислорода (ПК), отн. ед.:

$$ЭК = (S_aO_2 - S_vO_2) / S_aO_2, \quad (1)$$

где  $S_aO_2$  - сатурация артериальной крови, %;  $S_vO_2$  - сатурация венозной крови, %.

Для определения значений сатурации венозной крови анализируются амплитуды изменений сигналов ОТО, связанные с механизмами регуляции микроциркуляторного русла, а именно: амплитуды сердечных  $A(S_tO_2)_c$  и дыхательных  $A(S_tO_2)_d$  осцилляций. Если  $A(S_tO_2)_c / A(S_tO_2)_d > 1$ , то сатурация венозной крови рассчитывается следующим образом:

$$S_vO_2 = \frac{S_tO_2}{A(S_tO_2)_c / A(S_tO_2)_d}, \quad (2)$$

где  $S_tO_2$  - тканевая сатурация, %;  $A(S_tO_2)_c$ ,  $A(S_tO_2)_d$  - максимальные амплитуды колебаний тканевой сатурации сердечного (0,8-1,6 Гц) и дыхательного (0,2-0,4 Гц) генеза, пф. ед.

Этот вариант преобладает в большинстве случаев записей с кожи с АВА.

В случае резонанса колебаний тканевой сатурации, связанных с активными механизмами регуляции, когда высокоамплитудные осцилляции наблюдаются только в одном из них на фоне резкого угнетения колебаний в других диапазонах и снижения их амплитуд, расчет  $S_vO_2$  имеет ряд особенностей. В случае резонанса осцилляций в общем миогенном (0,047-0,145 Гц) или дыхательном диапазонах, сатурация венозной крови рассчитывается следующим образом:

$$S_vO_2 = \frac{S_tO_2}{ПШ(S_tO_2)}, \quad (3)$$

где  $S_tO_2$  - тканевая сатурация, %;  $ПШ(S_tO_2)$  - показатель шунтирования (ПШ), отн. ед., рассчитываемый по ОТО-грамме:

$$ПШ(S_tO_2) = 1 + \frac{A(S_tO_2)_н}{A(S_tO_2)_м}, \quad (4)$$

где  $A(S_tO_2)_н$ ,  $A(S_tO_2)_м$  - амплитуды колебаний тканевой сатурации в нейрогенном (0,021-0,046 Гц) и миогенном диапазонах, пф. ед.

Скорость потребления кислорода (ПК) рассчитывается на основании анализа колебаний сигнала ЛДФ и рассчитанного ранее значения венозной сатурации:

$$ПК = I_{mnutr} (S_aO_2 - S_vO_2), \quad (5)$$

где  $S_aO_2$  - сатурация артериальной крови, %;  $S_vO_2$  - сатурация венозной крови, %;  $I_{mnutr}$  - доля нутритивного кровотока в общем микрокровотоке, пф. ед.:

$$I_{mnutr} = I_m / ПШ(I_m), \quad (6)$$

где  $I_m$  - среднее значение перфузии, пф. ед.;  $ПШ(I_m)$  - показатель шунтирования,

рассчитываемый по ЛДФ-грамме в свою очередь по формуле:

$$ПШ(I_m) = ПШ(I_m)_1 + ПШ(I_m)_2. \quad (7)$$

Составляющая ПШ<sub>1</sub> рассчитывается по формуле (4) с использованием данных перфузии ( $I_m$ ). В случае доминирования осцилляций кровотока, связанных с эндотелиальными механизмами регуляции, при расчете ПШ амплитуда колебаний нейрогенного генеза ( $A_H$ ) заменяется на амплитуду колебаний, связанных с эндотелиальными механизмами ( $A_3$ ).

ПШ( $I_m$ )<sub>2</sub> рассчитывается по следующей формуле:

$$ПШ(I_m)_2 = A(I_m)_{пасс} / A(I_m)_M, \quad (8)$$

где  $A(I_m)_{пасс}$  - максимальная амплитуда колебаний кровотока, связанная с пассивными механизмами регуляции (осцилляции сердечного или дыхательного генеза);  $A(I_m)_M$  - наибольшее значение амплитуды колебаний перфузии в миогенном диапазоне.

ПШ( $I_m$ )<sub>2</sub> учитывается при расчете показателя шунтирования, если  $ПШ(I_m)_2 \geq 1$ .

Для оценки колебательного компонента микрососудистого тонуса определяется величина миогенного (МТ) тонуса:

$$МТ = \sigma / A(I_m)_M, \quad (9)$$

где  $\sigma$  - среднеквадратическое отклонение (СКО) показателя микроциркуляции крови ( $I_m$ );  $A(I_m)_M$  - наибольшее значение амплитуды колебаний перфузии в миогенном диапазоне.

Для выявления склонности к ангиоспазму дополнительно определяют отношение показателей микроциркуляции по формуле  $(I_{m3} - I_{m2}) / (I_{m1} - I_{m2}) 100\%$  и отношение миогенного тонуса по формуле  $(МТ_3 - МТ_2) / (МТ_1 - МТ_2) 100\%$ , и при  $(I_{m3} - I_{m2}) / (I_{m1} - I_{m2}) 100\% > 50\%$  и  $(МТ_3 - МТ_2) / (МТ_1 - МТ_2) 100\% > 50\%$ , где  $I_{m1-3}$  - показатель

микроциркуляции до, сразу после и через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы соответственно,  $МТ_{1-3}$  - миогенный тонус до, сразу после и через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы соответственно, а также если скорость потребления кислорода через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы достигает и/или превышает значения исходного уровня, диагностируют нормальное состояние микроциркуляторно-тканевых систем организма человека; в противном случае диагностируют склонность к ангиоспазму.

В случае диагностики склонности к ангиоспазму через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы дополнительно определяют значение соотношения амплитуд сердечных и дыхательных колебаний кровотока и при значении больше 1 причина склонности к ангиоспазму связана с повышением миогенного тонуса.

В случае диагностики склонности к ангиоспазму через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы дополнительно определяют значение соотношения амплитуд сердечных и дыхательных колебаний кровотока и при значении меньше либо равно 1 причина склонности к ангиоспазму связана с повышением миогенного тонуса и с венозным застоем.

Пример регистрации предлагаемого способа.

Исследования проводят на двух условно-здоровых испытуемых: №1 - парень 20 лет, №2 - девушка 21 год. После адаптации к температуре помещения на область

исследования устанавливают оптоволоконный зонд прибора «ЛАКК-ОП» (см. Научно-производственное предприятие лазерной медицинской аппаратуры <http://www.lazma.ru/rus/>). Осуществляют регистрацию БТ1 (5 минут), затем в течение 5 минут проводят холодовую прессорную пробу путем погружения кистей рук в емкость с холодной водой, температура которой составляет 15°C (контроль осуществляется измерителем температуры, например ИК-термометром «Sensitec NB-401» (см. Термометр Sensitec NB401 <http://www.sensitec.ru/catalog/elektronnye-termometry/nb401.html>). Сразу после окончания ХПП и через 20 минут после ее окончания проводят повторную и конечную регистрации БТ, БТ2 и БТ3 соответственно.

На основании измеренных параметров по методике, основанной на анализе амплитудно-частотных спектров сигналов ЛДФ и ОТО, вычисляют комплексные параметры МТС и параметры тканевого дыхания (экстракция кислорода, скорость потребления кислорода) систем до и после проведения ХПП (см. таблицу).

На фиг. 1, 2 и 3 представлены полученные зависимости изменения показателя микроциркуляции крови (фиг. 1), миогенного тонуса (фиг. 2) и скорости потребления кислорода (фиг. 3) до и после проведения ХПП для испытуемых №1 и 2 соответственно.

Таблица

№ п/п	Параметры	Испытуемый №1			Испытуемый №2		
		БТ1	БТ2	БТ3	БТ1	БТ2	БТ3
1	$I_m$ , пф.ед.	21,5	10,9	17,7	22,4	15,0	13,9
2	$S_rO_2$ , %	74,5	69,6	64,5	72,6	74,7	76,9
3	$S_aO_2$ , %	98	99	98	99	99	99
4	$ПШ(S_rO_2)$ , отн.ед.	2,8	11,8	2,4	3,8	2,8	12,6
5	$ПШ(I_m)$ , отн.ед.	2,8	10,1	2,4	3,2	2,6	9,1
6	$S_vO_2$ , %	21,3	49,7	17,9	16,4	24,9	25,6
7	$I_{mutr}$ , пф.ед.	7,7	1,1	7,4	7,0	5,7	1,5
8	ЭК, отн.ед.	0,78	0,50	0,82	0,83	0,75	0,74
9	ПК, отн.ед.	594,1	53,2	595,8	580,6	422,7	111,9
10	МТ, отн.ед.	2,3	16,1	2,2	2,8	3,6	15,0
11	$A(I_m)_c/A(I_m)_n$ , отн.ед.	1,4	1,8	3,0	1,65	1,28	1,71
12	$(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})100\%$ , %	64,2			-14,8		
13	$(MT_3-MT_2)/(MT_1-MT_2)100\%$ , %	100,7			-1425		

Как видно из таблицы и фиг. 1, у испытуемого №1 отношение приращений показателя микроциркуляции конечного и начального значений относительно значения сразу после холодовой прессорной пробы составляет 64,2%, отношение приращений миогенного тонуса конечного и начального значений относительно значения сразу после холодовой прессорной пробы составляет 100,7%, т.е. выполняются условия  $(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})100\%>50\%$  и  $(MT_3-MT_2)/(MT_1-MT_2)100\%>50\%$ , а значение параметра ПК достигает до исходного уровня ( $ПК_3 \geq ПК_1$ ), то в этом случае диагностируют у данного испытуемого нормальное состояние микроциркуляторно-тканевых систем.

У испытуемого №2 после проведения ХПП отношение приращений показателя микроциркуляции конечного и начального значений относительно значения сразу после холодовой прессорной пробы составляет минус 14%, отношение приращений миогенного тонуса конечного и начального значений относительно значения сразу после холодовой прессорной пробы составляет минус 1425%, т.е. не выполняются условия  $(I_{m3}-I_{m2})/(I_{m1}-I_{m2})100\%>50\%$  и  $(MT_3-MT_2)/(MT_1-MT_2)100\%>50\%$ , при этом значение параметра

ПК не достигает до исходного уровня ( $ПК_3 < ПК_1$ ), то в этом случае у данного испытуемого диагностируют наличие склонности к ангиоспазму.

Для выявления возможных причин склонности к ангиоспазму анализируют амплитудно-частотные спектры сигналов ЛДФ (фиг. 4).

5 Так как у испытуемого №2 не выполняются первые два критерия и через 20 минут после проведения ХПП (БТЗ) значение соотношения амплитуд пульсовых и дыхательных осцилляций кровотока больше 1, т.е.  $A(I_{m3})_c / A(I_{m3})_д > 1$  (фиг. 3), в этом случае возможная причина ангиоспазма связана с повышением миогенного тонуса.

10 Таким образом, регистрация изменений параметров микроциркуляторно-тканевых систем организма человека методами лазерной доплеровской флоуметрии, оптической тканевой оксиметрии и пульсоксиметрии до и после проведения холодной прессорной пробы позволяет повысить информативность диагностики функционального состояния МТС, выявить доклиническую склонность к заболеваниям ангиоспастического генеза и провести оценку их возможных причин.

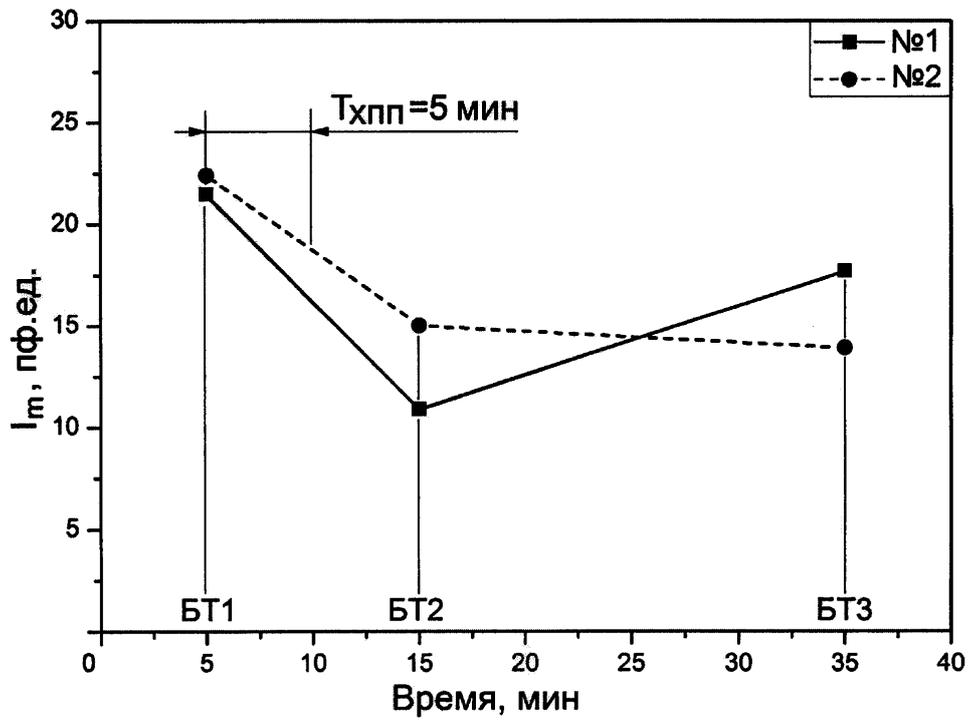
#### 15 Формула изобретения

1. Способ диагностики склонности к ангиоспазму периферического сосудистого русла, включающий проведение холодной прессорной пробы путем погружения обеих кистей рук в воду в течение 5 минут и регистрацию одновременно показателя микроциркуляции крови ( $I_m$ ) методом лазерной доплеровской флоуметрии, тканевой и артериальной сатурации методами оптической тканевой оксиметрии и пульсоксиметрии соответственно, регистрацию указанных показателей осуществляют в течение 5 минут до, сразу после и через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы, на основании полученных данных вычисляют скорость потребления кислорода и миогенный тонус, отличающийся тем, что дополнительно определяют отношение показателей микроциркуляции по формуле  $(I_{m3} - I_{m2}) / (I_{m1} - I_{m2}) 100\%$ , и отношение показателей миогенного тонуса по формуле  $(MT_3 - MT_2) / (MT_1 - MT_2) 100\%$  и при  $(I_{m3} - I_{m2}) / (I_{m1} - I_{m2}) 100\% > 50\%$  и  $(MT_3 - MT_2) / (MT_1 - MT_2) 100\% > 50\%$ , где  $I_{m1-3}$  - показатель микроциркуляции до, сразу после и через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы соответственно,  $MT_{1-3}$  - миогенный тонус до, сразу после и через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы соответственно, а также если скорость потребления кислорода через 20 минут после проведения холодной проессорной пробы достигает и/или превышает значения исходного уровня, диагностируют нормальное состояние микроциркуляторно-тканевых систем организма человека; в противном случае диагностируют склонность к ангиоспазму.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в случае диагностики склонности к ангиоспазму через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы дополнительно определяют значение соотношения амплитуд сердечных и дыхательных колебаний кровотока и при значении больше 1 причина склонности к ангиоспазму связана с повышением миогенного тонуса.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в случае диагностики склонности к ангиоспазму через 20 минут после проведения холодной прессорной пробы дополнительно определяют значение соотношения амплитуд сердечных и дыхательных колебаний кровотока и при значении меньше либо равно 1 причина склонности к ангиоспазму связана с повышением миогенного тонуса и с венозным застоем.

Способ диагностики  
склонности к ангиоспазму  
периферического  
сосудистого русла

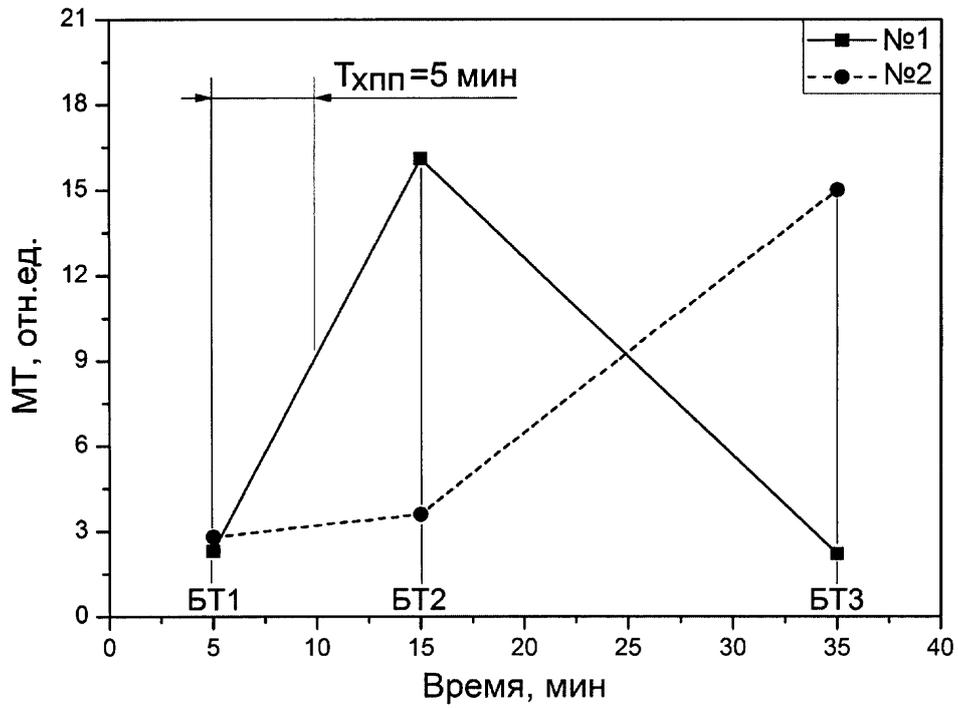


Фиг. 1

Авторы

Новикова И.Н.  
Дунаев А.В.  
Крупаткин А.И.  
Сидоров В.В.

Способ диагностики  
склонности к ангиоспазму  
периферического  
сосудистого русла

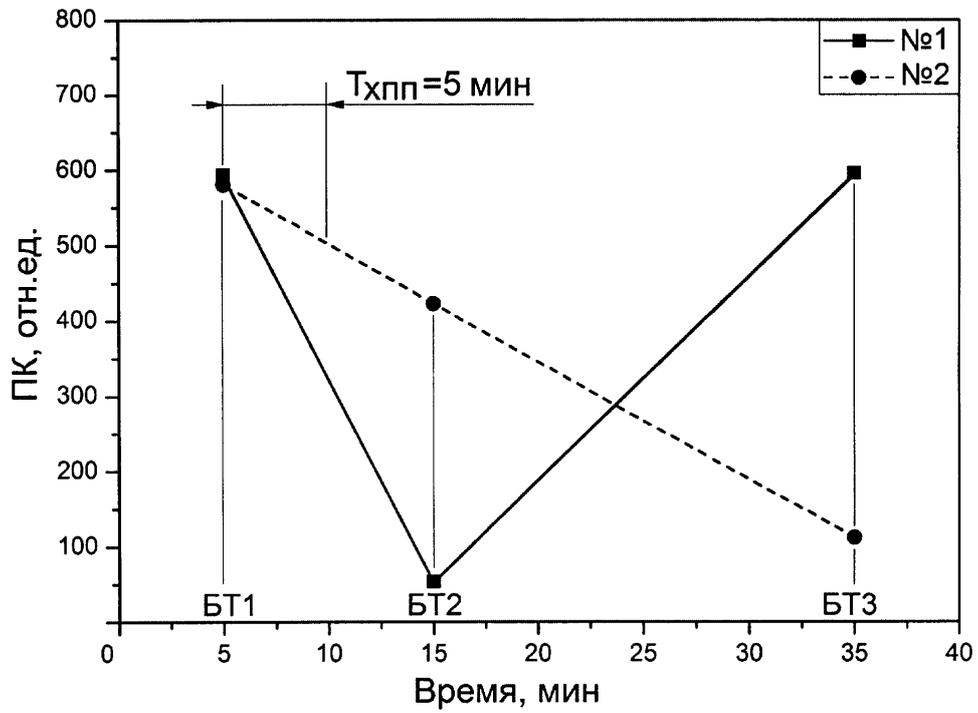


Фиг. 2

Авторы

Новикова И.Н.  
Дунаев А.В.  
Крупаткин А.И.  
Сидоров В.В.

Способ диагностики  
склонности к ангиоспазму  
периферического  
сосудистого русла

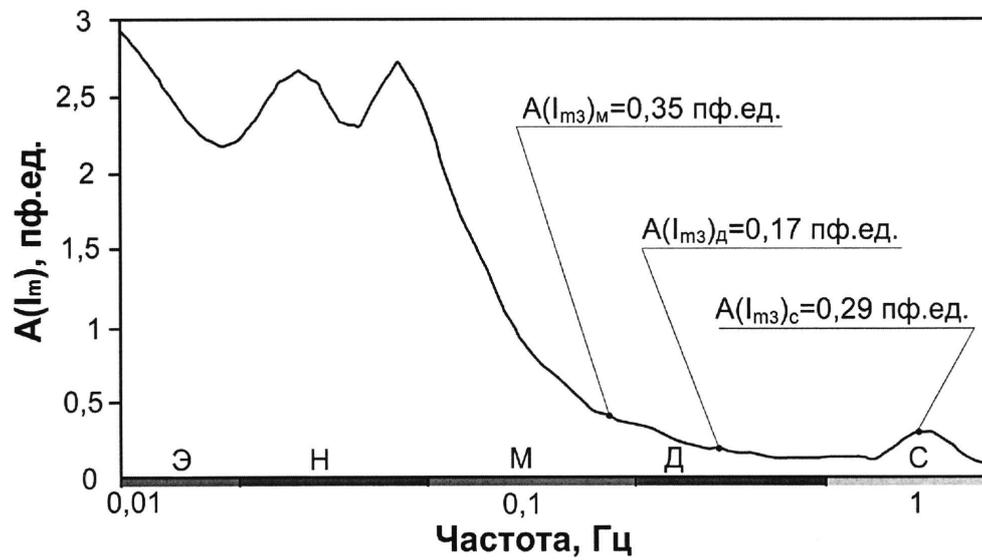


Фиг.3

Авторы

Новикова И.Н.  
Дунаев А.В.  
Крупаткин А.И.  
Сидоров В.В.

Способ диагностики  
склонности к ангиоспазму  
периферического  
сосудистого русла



Фиг. 4

Авторы

Новикова И.Н.  
Дунаев А.В.  
Крупаткин А.И.  
Сидоров В.В.