



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011118035/14, 04.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.05.2011

(43) Дата публикации заявки: 10.11.2012 Бюл. № 31

(45) Опубликовано: 10.02.2013 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ГИНЗБУРГ М.И. Лазерная доплеровская флоуметрия и спектрофотометрия в диагностике и оценке эффективности лечения микроциркуляторных нарушений у больных вибрационной болезнью: Автореф. на соик. уч. ст. к.м.н. 2005, с.24, с.3,5-8, найдено из Интернет:<http://www.referun.com/n/lazemaya-dopplerovskay-floumetria-i-spektrofotometriy>. RU 2405416 C1, (см. прод.)

Адрес для переписки:

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

(72) Автор(ы):

Дунаев Андрей Валерьевич (RU),
Жеребцов Евгений Андреевич (RU),
Егорова Ангелина Ивановна (RU),
Рогаткин Дмитрий Алексеевич (RU),
Дмитрук Людмила Ивановна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(54) СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ БОЛЕЗНИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине, а именно к терапии и функциональной диагностике, и может быть использовано для диагностики состояния системы микроциркуляции крови в пальцах рук при вибрационной болезни. Для этого с помощью инфракрасного термографа определяют на каждой из конечностей наиболее холодный палец. Затем на этот палец устанавливают датчик лазерного доплеровского флоуметра. Далее проводят окклюзионную пробу с артериальной окклюзией. При этом одновременно регистрируя показатель микроциркуляции крови флоуметром и температуру поверхности кожи термографом в

области дистальной фаланги выбранного пальца в предокклюзионный, окклюзионный и постокклюзионный периоды стандартной длительности. В результате получают зависимости температуры поверхности кожи и показателя микроциркуляции крови от времени пробы. При этом дополнительно рассчитывают параметр инерционности биоткани τ . Если τ менее 30 с и резервный кровоток РК не более 145% - диагностируют отсутствие признаков вибрационной болезни. При увеличении РК свыше 145% и увеличении τ до 50 с констатируют развитие 1-й стадии заболевания. При РК свыше 145% и увеличении τ более 50 с диагностируют 2-ю стадию вибрационной болезни. Способ обеспечивает

повышение точности и информативности окклюзионных проб, что, в свою очередь, позволяет более достоверно определить тип микроциркуляции, выявить функциональные

нарушения в системе микроциркуляции крови и установить стадию этого заболевания. 4 ил., 2 табл., 1 пр.

(56) (продолжение):

10.12.2010. RU 2396911 C1, 20.08.2010. UA 15007 A, 30.06.1997. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. / Под ред. КРУПАТКИНА А.И. Руководство для врачей. - М.: Медицина, 2005, 108-109. УСАНОВ Д.А и др. Оценка функционального состояния кровеносных сосудов по анализу температурной реакции на окклюзионную пробу. Саратовский научно-медицинский журнал. т.5, №4, 2009. ЧУЯН Е.Н. и др. Методические аспекты применения метода лазерной доплеровской флоуметрии, 2008, найдено из Интернет: http://science.crimea.edu/zapiski/2008/biology_chemistry/ush_21_2b/chuyan_tribrat_20.pdf. KENT P. et.al. Comparing subjective and objective assessments of the severity of vibration induced white finger, J Biomed Eng. 1991 May; найдено из PubMed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1870340>.

RU 2474379 C2

RU 2474379 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

A61B 5/01 (2006.01)*A61B 8/06* (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011118035/14, 04.05.2011**(24) Effective date for property rights:
04.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: **04.05.2011**(43) Application published: **10.11.2012 Bull. 31**(45) Date of publication: **10.02.2013 Bull. 4**

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Dunaev Andrej Valer'evich (RU),
Zherebtsov Evgenij Andreevich (RU),
Egorova Angelina Ivanovna (RU),
Rogatkin Dmitrij Alekseevich (RU),
Dmitruk Ljudmila Ivanovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe
uchrezhdenie vysshego professional'nogo
obrazovanija "Gosudarstvennyj universitet -
uchebno-nauchno-proizvodstvennyj kompleks"
(FGOU VPO "Gosuniversitet - UNPK") (RU)****(54) DIAGNOSTIC TECHNIQUE FOR FUNCTIONAL STATUS OF MICROCIRCULATION SYSTEM IN VIBRATION SICKNESS**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention refers to medicine, specifically to therapy and functional diagnostics, and may be used for diagnosing of the status of finger microcirculation system in vibration sickness. For this purpose, an infrared thermograph is used to find the coldest finger on every extremity. After that, a laser Doppler flowmeter probe is set on this finger. Then, a closed test with arterial occlusion is conducted. That is combined with recording a blood microcirculation value by the flowmeter and skin surface temperature by a thermograph within a nail bone of the specified finger in pre-occlusive, occlusive and post-occlusive period of the standard duration. Thereby, dependences of the skin surface

temperature and the blood microcirculation value on the test time are derived. Additionally, a human tissue persistence parameter τ is calculated. If τ is less than 30 s and the blood flow reserve BFR is no more than 145%, the absence of signs of vibration sickness is diagnosed. Increasing the BFR more than 145% and τ up to 50 s, the development of the first stage of the disease is stated. If the BFR is more than 145% and τ is more than 50 s, the second stage of the disease is diagnosed.

EFFECT: technique ensures higher accuracy and information value of the occlusion tests that allows typing the microcirculation more reliably, finding out functional diseases and determining the stage of this disease.

4 dwg, 2 tbl, 1 ex

Изобретение относится к медицине, а именно к методам функциональной диагностики состояния системы микроциркуляции крови и периферических сосудов в пальцах рук при вибрационной болезни (ВБ), возникающей от действия локальной вибрации, и может быть использовано для выявления нарушений регуляции тонуса сосудов, выявления патологий, связанных с нарушением микрогемодинамики, и других патологий системы микроциркуляции крови в коже конечностей при ВБ.

Большинство профзаболеваний, в т.ч. ВБ от воздействия локальной вибрации, диагностируются сегодня лишь на стадиях болезни, приводящих к ограничению трудоспособности. Поэтому актуальной задачей медицины труда является диагностика ВБ на ранних стадиях, а также проведение своевременных реабилитационных мероприятий для предупреждения выраженных функциональных нарушений и инвалидности. При ВБ одним из ведущих клинических синдромов являются нарушения кровообращения в кистях рук. Эти изменения охватывают магистральные периферические сосуды предплечий и пальцев рук [Горенков Р.В., Любченко П.Н. Ультразвуковое исследование в В-режиме магистральных артерий верхних конечностей у больных вибрационной болезнью // Медицина труда и промышленная экология. - №1, 2002. - С.24-28], но основная патология заключается в системе микроциркуляции крови [Микляева Н.Н. Диагностические и терапевтические аспекты нарушения микроциркуляции у больных вибрационной болезнью от воздействия локальной вибрации // Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. - Харьков, 1987. - 24 с].

Известна и издавна «золотым стандартом» в диагностике ВБ считается холодовая проба с термометрией [Дмитрук Л.И., Любченко П.Н., Рогаткин Д.А. Модификация функциональной холодовой пробы, используемой для диагностики вибрационной болезни, на основе новейших методов спектрофотометрии in vivo // Альманах клинической медицины, Т. XVII. Часть 2. - М.: МОНИКИ, 2008. - С.180-183]. Стандартная методика холодовой пробы включает в себя предварительное измерение поверхностной температуры кожи плеча, предплечья, кистей и подушечек всех пальцев рук методами контактной электротермометрии, охлаждение кистей рук в воде в течение 5 мин при температуре воды 5-8°C и последующее динамическое измерение процесса восстановления температуры кожи каждого из пальцев рук в течение 25-30 мин с интервалом в 5 мин, что позволяет косвенно оценить степень выраженности сосудистых нарушений, дает дополнительную информацию о глубине нарушений, степени компенсации процесса, позволяет выявить приступы побеления пальцев рук. У здоровых людей восстановление исходной температуры наступает обычно не позднее 20 мин. При ВБ часто наблюдается замедленное восстановление температуры - до 30 мин и более. Однако недостатком этой методики является длительность процедуры (до 30 мин и более), сильные болевые ощущения у большинства пациентов с ВБ, возникающие при охлаждении кистей рук, косвенный характер методики, т.е. невозможность прямого in vivo наблюдения резерва капиллярного кровотока и динамики изменений в системе микроциркуляции крови при выполнении холодовой пробы, а также невозможность оценки по этой методике других функциональных и органических изменений в тканях кистей рук, сопровождающих ВБ, таких как гиперкератоз, локальный остеопороз и т.п. [Дмитрук Л.И. Особенности нарушений метаболизма костной ткани при вибрационной болезни // Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. - Москва, 2000].

Также известен в настоящее время и используется для неинвазивной диагностики состояния микрососудов метод лазерной, доплеровской флоуметрии (ЛДФ) [Лазерная

доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови // Под ред. А.И.Крупаткина и В.В.Сидорова - М.: Медицина, 2005]. Этот оптический метод диагностики позволяет непосредственно за счет эффекта Доплера *in vivo* измерять параметр перфузии тканей кровью (показатель микроциркуляции крови) в коже пальцев рук, в т.ч. при
5 проведений холодовой и окклюзионной функциональных проб. Однако количественный метод ЛДФ реализован сегодня в приборах с оптоволоконным датчиком, который может быть установлен при проведении одной диагностической процедуры только на один какой-нибудь палец руки (для одноканального прибора)
10 или на два пальца двух разных рук (для двухканального прибора). Производство и использование 10-канальных приборов (сразу для 10 пальцев двух рук) весьма дорого, не применяется, тем более заранее при ВБ трудно сказать, в системе микроциркуляции крови каких пальцев рук рабочего могут быть выявлены наиболее выраженные нарушения (иногда, особенно на ранних стадиях ВБ, повреждаются сначала лишь
15 некоторые пальцы одной из рук). Это приводит к необходимости проведения многократных повторных измерений, что удлинняет и удорожает проведение диагностических обследований. Кроме того, этот метод, также как и кожная термометрия при холодовой пробе, не дает информацию о других нарушениях в
20 тканях конечностей, соответственно он также не позволяет уверенно дифференцировать разные стадии ВБ, например, 1-ю (более легкую, начальную) и 2-ю (более тяжелую) стадии развития заболевания.

Наиболее близким аналогом является способ диагностики функционального состояния периферических сосудов [см. патент на изобретение РФ 2405416, МПК
25 А61В 5/01]. В данном способе с помощью оптического инфракрасного тепловизора (термографа) непрерывно и дистанционно измеряют среднюю температуру в области дистальных фаланг пальцев кисти и/или стопы в предокклюзионный, окклюзионный и прстокклюзионный периоды при выполнении функциональной пробы с артериальной
30 окклюзией. Измерения температуры проводят одновременно на нескольких пальцах. На основе сравнения величин изменения температуры каждого из пальцев до и после окклюзии делают вывод о нарушении эндотелийзависимой регуляции местного кровотока. Если в период окклюзии температура не опускается больше чем на 1°C ниже средней температуры предокклюзионного периода, то судят о нарушении
35 кровоснабжения конечности. Дополнительно по временной зависимости температуры определяют тип микроциркуляции - гиперемический, нормотонический или спастический: если за время постокклюзионного периода температура нескольких пальцев достигает уровня, не превышающего средний уровень температуры предокклюзионного периода, то судят о гиперемическом типе микроциркуляции у
40 данного пациента; если за время постокклюзионного периода температура нескольких пальцев поднимается выше среднего уровня температуры предокклюзионного периода не более чем на 2°C, то судят о нормотоническом типе микроциркуляции; если за время постокклюзионного периода температура нескольких пальцев достигает
45 уровня, превышающего средний уровень температуры предокклюзионного периода более чем на 2°C, то судят о спастическом типе микроциркуляции.

Однако данный способ в отдельности также обладает недостаточной информативностью и достоверностью при определении типов и выявлении нарушений
50 системы микроциркуляции крови при ВБ. Он также использует косвенные сведения о состоянии микрогемодинамики только по данным температуры, как и стандартный способ холодовой пробы с термометрией, т.е. в нем не используются современные и более прямые методы измерения перфузии тканей кровью подобно методу ЛДФ. Хотя

замена холодовой пробы на окклюзионную и снимает проблему длительности исследований и болевых ощущений пациентов, описываемый авторами способ и методы обработки получаемой диагностической информации недостаточны для

5 Задачей настоящего решения является устранение указанных недостатков и разработка более информативного и точного способа, позволяющего по непрерывной регистрации показателя микроциркуляции (ПМ) крови методом ЛДФ с одновременным измерением температуры поверхности биоткани методом
10 инфракрасной оптической термографии в области дистальных фаланг кисти во время проведения окклюзионной пробы с артериальной окклюзией определить реакцию сосудов на созданные условия гипоксии и выявить таким образом особенности патогенеза и стадии развития ВБ у испытуемого.

15 Технический результат заключается в повышении информативности и точности окклюзионных проб за счет одновременной регистрации и анализа временной зависимости показателя микроциркуляции крови и температуры дистальных фаланг кисти. Одновременный контроль и сопоставление динамики изменения показателя микроциркуляции крови и температуры позволяет более достоверно определить тип
20 микроциркуляции и выявить функциональные нарушения в системе микроциркуляции крови при ВБ. При этом предлагаемый способ не является простой суммой двух известных способов, т.к., во-первых, предлагается в данном способе за счет метода инфракрасной термографии до проведения окклюзионной пробы выявить сначала
25 наиболее холодный палец (палец, наиболее подверженный патологическим изменениям) на каждой из рук испытуемого, затем установить на эти два пальца два датчика от двухканального прибора ЛДФ (типа прибора «ЛАКК-02», ООО НПП «Лазма», РФ) и затем только провести окклюзионную пробу, а, во-вторых, для выявления специфических нарушений в системе микроциркуляции крови у больных
30 ВБ, связанных с развитием гиперкератоза, кистевидных просветлений в тканях, остеопении и пр. предлагается оценивать временное запаздывание сигнала восстановления температуры по методу инфракрасной термографии по сравнению с сигналом восстановления показателя микроциркуляции крови по окончании окклюзии. Это запаздывание, связанное с изменением теплофизических свойств ткани
35 при развитии, например, в пальцах рук испытуемого гиперкератоза будет нести дополнительную информацию о степени тяжести заболевания.

 Поставленная задача решается тем, что в способе диагностики функционального состояния системы микроциркуляции крови при ВБ, включающем проведение
40 окклюзионной пробы и измерение температуры поверхности кожи дистальных фаланг пальцев конечности с помощью оптического инфракрасного термографа, согласно предлагаемому способу, предварительно до проведения окклюзионной пробы с помощью инфракрасного термографа определяют на каждой из конечностей наиболее холодный палец, на который устанавливают датчик лазерного
45 доплеровского флоуметра, проводят окклюзионную пробу с артериальной окклюзией, одновременно регистрируя показатель микроциркуляции крови флоуметром и температуру поверхности кожи термографом в области дистальной фаланги выбранного пальца в предокклюзионный, окклюзионный и постокклюзионный
50 периоды стандартной длительности, в результате получают зависимости температуры поверхности кожи и показателя микроциркуляции крови от времени пробы, по которым, кроме известных ранее параметров, характеризующих изменения данных величин, рассчитывают дополнительно параметр инерционности биоткани τ ,

определяемый как время, за которое прирост температуры в постокклюзионный период составляет 63,2% от своего максимального значения, при этом диагностируют отсутствие признаков вибрационной болезни, если τ менее 30 с и резервный кровоток РК не более 145%, констатируют наличие 1-й стадии заболевания, если при увеличении РК свыше 145% наблюдается увеличение τ до 50 с, констатируют развитие 2-й стадии заболевания, если при увеличении РК свыше 145% наблюдается увеличение τ более 50 с.

Способ осуществляется следующим образом. Перед проведением диагностики измеряется артериальное давление (АД) испытуемого с целью определения значения давления манжеты, необходимого для создания окклюзии конечности. Затем испытуемый адаптируется к комнатным условиям в течение 15-20 мин, после чего с помощью оптического инфракрасного термографа проводится исследование температурного поля кистей рук. При исследовании испытуемый находится в положении сидя (предплечье - на уровне сердца), его рука фиксируется на поверхности с малой теплоемкостью (специальная подушка). По полученной термограмме определяют самый холодный палец на каждой руке. Далее располагают окклюзионную манжету в области плеча одной из рук, на вентральную поверхность дистальной фаланги самого холодного пальца этой руки нормально поверхности кожи, без надавливания, устанавливается оптоволоконный зонд прибора ЛДФ, при этом камера термографа устанавливается так, чтобы имелась возможность измерять температуру в области исследования. Запись данных микроциркуляции и температуры идет на протяжении всего времени пробы: не менее 30 с регистрируют параметры в состоянии покоя, затем создают артериальную окклюзию конечности путем нагнетания и поддержания в течение 90-120 с давления в манжете выше систолического на 30 мм рт.ст., после чего не менее 90 с регистрируют восстановление параметров до исходных значений. При необходимости аналогичным образом проводят окклюзионную пробу на другой руке. Методика проведения диагностики функционального состояния системы микроциркуляции крови при вибрационной болезни проиллюстрирована на фиг.1, где 1 - термограф, 2 - лазерный доплеровский флоуметр, 3 - манжета, 4 - поверхность с малой теплоемкостью.

Для интерпретации полученных температурных зависимостей используются следующие известные параметры [см. Усанов Д.А. Оценка функционального состояния кровеносных сосудов по анализу температурной реакции на окклюзионную пробу. / Д.А.Усанов, А.В.Скрипаль, А.А.Протопопов, А.А.Сагайдачный, А.П.Рытик, Е.В.Мирошниченко // Саратовский научно-медицинский журнал. - 2009. - Т.5, №4. - С.554-558]:

$$\Delta T_{1,2} = T_1 - T_2, \quad (1)$$

$$\Delta T_{1,3} = T_3 - T_1, \quad (2)$$

$$\Delta T_{2,3} = T_3 - T_2, \quad (3)$$

$$V_{2,3} = \Delta T_{2,3} / t_{2,3}, \quad (4)$$

где T_1 - исходный уровень температуры, °С; T_2 - минимальная температура, достигаемая в окклюзионный период, °С; T_3 - максимальный уровень температуры в постокклюзионный период, °С; $t_{2,3}$ - время изменения температуры от T_2 до T_3 , с; $\Delta T_{1,2}$, $\Delta T_{1,3}$, $\Delta T_{2,3}$, °С - разности соответствующих температур; $V_{2,3}$ - средняя скорость возрастания температуры в постокклюзионный период, °С/с. Помимо этого вычисляется параметр инерционности биоткани τ , определяемый как время, за которое прирост температуры в постокклюзионный период составит 63,2% своего максимального значения. Предлагаемый параметр τ позволяет судить о наличии у

пациента гиперкератоза и стадии ВБ.

При интерпретации результатов лазерной доплеровской флоуметрии оцениваются следующие известные параметры [см. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови. / Под ред. А.И.Крупаткина, В.В.Сидорова: Руководство для
5 врачей. - М.: Медицина, 2005. - 256 с.]:

$M_{исх}$ - среднее значение ПМ до окклюзии, пф. ед.;

$M_{окл}$ - ПМ в процессе окклюзии, пф. ед.;

$PM_{макс}$ - максимальное значение ПМ в процессе развития реактивной
10 постокклюзионной гиперемии, пф.ед.;

РК - резерв кровотока, рассчитываемый по формуле:

$$РК = \frac{PM_{макс}}{M_{исх}} \cdot 100\% \quad (5)$$

$t_{макс}$ - интервал времени от снятия окклюзии до достижения $PM_{макс}$, с;

$t_{1/2}$ - время полувосстановления (интервал времени от момента достижения
максимума $PM_{макс}$ до момента полувосстановления, определяемого как время
достижения половины величины разности $PM_{макс} - M_{исх}$), с.

При этом для диагностирования ангиоспастического синдрома и определения
20 стадий ВБ используют параметр РК, который в норме не должен превышать 140-145% [см. патент на изобретение РФ 2421145, МПК А61В 10/00].

Пример реализации предлагаемого способа.

У трех испытуемых проводят окклюзионную пробу: испытуемый №1 - условно
25 здоровый доброволец без диагностированных сосудистых нарушений, испытуемый №2 - пациент с ВБ 1-й стадии, испытуемый №3 - пациент с ВБ 2-й стадии. Измеряют АД, после адаптации к комнатным условиям проводят исследование температурного
30 поля кистей рук. Затем на плечо руки накладывают манжету, соединенную с нагнетательной грушей и манометром, на вентральную поверхность дистальной фаланги самого холодного пальца устанавливают оптоволоконный зонд прибора ЛДФ, камеру термографа устанавливают так, чтобы имелась возможность измерять
температуру в области исследования. В течение некоторого времени (не менее 30 с) регистрируют показатель микроциркуляции и температуру в состоянии покоя.
35 Нагнетают воздух в манжету до величины давления в ней выше систолического на 30 мм рт.ст. Через 1,5-2 мин производят декомпрессию воздуха из манжеты. Пробу прекращают не менее чем через 2 мин после декомпрессии.

На фиг.2, 3, 4 представлены полученные зависимости температуры поверхности
40 кожи (фиг.2а, 3а, 4а) и показателя микроциркуляции крови (фиг.2б, 3б, 4б) от времени пробы для испытуемых №1, 2 и 3 соответственно. Вертикальными линиями показаны моменты начала и окончания окклюзии.

По полученным данным вычисляют параметры температуры и показателя микроциркуляции, характеризующие окклюзионную пробу (таблицы 1, 2).

45

Таблица 1								
Параметры температуры биоткани, характеризующие окклюзионную пробу								
Испытуемый	Параметры							
	$T_1, ^\circ\text{C}$	$T_2, ^\circ\text{C}$	$T_3, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_{1,2}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_{1,3}, ^\circ\text{C}$	$\Delta T_{2,3}, ^\circ\text{C}$	$V_{2,3}, ^\circ\text{C}/\text{c}$	τ, c
№1	34,93	32,67	34,96	2,26	0,03	2,29	0,017	23,16
№2	30,58	29,70	33,52	0,88	2,94	3,82	0,025	47,53
№3	32,78	32,13	34,47	0,65	1,69	2,34	0,016	60,95

50

Испытуемый	Параметры показателя микроциркуляции, характеризующие окклюзионную пробу					
	Параметры					
	$M_{исх}$, пф.ед.	$M_{окл}$, пф.ед.	$PM_{макс}$, пф.ед.	РК, %	$t_{макс}$, с	$t_{1/2}$, с
№1	13,11	2,15	18,05	137,65	13,10	14,80
№2	17,10	1,74	26,10	152,60	16,20	38,15
№3	12,42	1,72	22,60	181,96	16,85	4,95

Как видно из таблиц, у испытуемого №1 показатель РК не превысил значения нормы - 145%, а показатель τ - 30 с, таким образом, диагностировано отсутствие признаков ВБ.

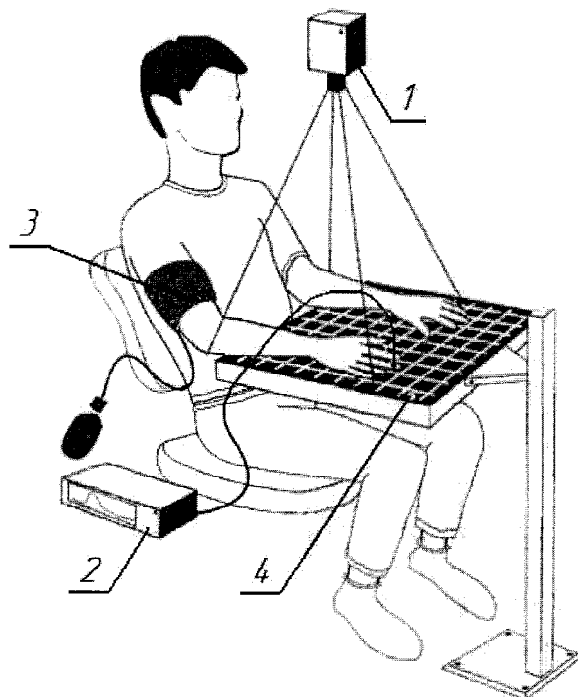
У испытуемого №2 констатировано наличие 1-й стадии ВБ, поскольку наряду с увеличением РК (более 145%) наблюдалось и увеличение τ (в пределах 30-50 с).

У испытуемого №3 показатель РК также превысил значение нормы 145%, а показатель τ - 50 с, поэтому констатировано наличие 2-й стадии ВБ.

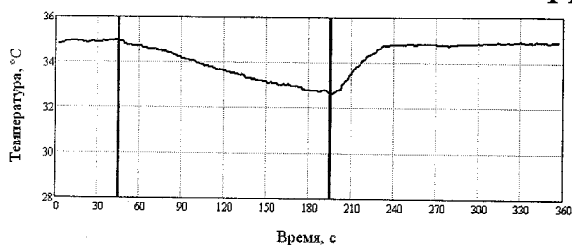
Таким образом, проведение окклюзионной пробы с одновременной регистрацией показателя микроциркуляции крови методом лазерной доплеровской флоуметрии и температуры биоткани методом термографии на выбранном предварительно самом холодном пальце руки с последующей известной обработкой полученных данных и расчетом дополнительного параметра инерционности биоткани дает дополнительную информацию о стадии ВБ и состоянии кровенаполнения периферических сосудов.

Формула изобретения

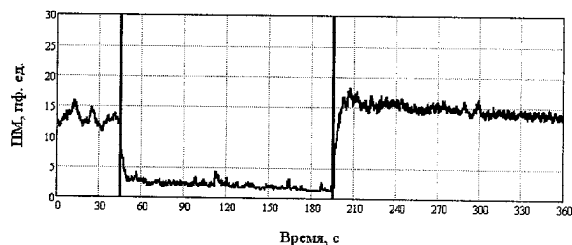
Способ диагностики функционального состояния системы микроциркуляции крови при вибрационной болезни, включающий проведение окклюзионной пробы и измерение температуры поверхности кожи дистальных фаланг пальцев конечности с помощью оптического инфракрасного термографа, отличающийся тем, что предварительно до проведения окклюзионной пробы с помощью инфракрасного термографа определяют на каждой из конечностей наиболее холодный палец, на который устанавливают датчик лазерного доплеровского флоуметра, проводят окклюзионную пробу с артериальной окклюзией, одновременно регистрируя показатель микроциркуляции крови флоуметром и температуру поверхности кожи термографом в области дистальной фаланги выбранного пальца в предокклюзионный, окклюзионный и постокклюзионный периоды стандартной длительности, в результате получают зависимости температуры поверхности кожи и показателя микроциркуляции крови от времени пробы, по которым кроме известных ранее параметров, характеризующих изменения данных величин, рассчитывают дополнительно параметр инерционности биоткани τ , определяемый как время, за которое прирост температуры в постокклюзионный период составляет 63,2% от своего максимального значения, при этом диагностируют отсутствие признаков вибрационной болезни, если τ менее 30 с и резервный кровоток РК не более 145%, констатируют наличие 1-й стадии заболевания, если при увеличении РК свыше 145% наблюдается увеличение τ до 50 с, констатируют развитие 2-й стадии заболевания, если при увеличении РК свыше 145% наблюдается увеличение τ более 50 с.



Фиг. 1

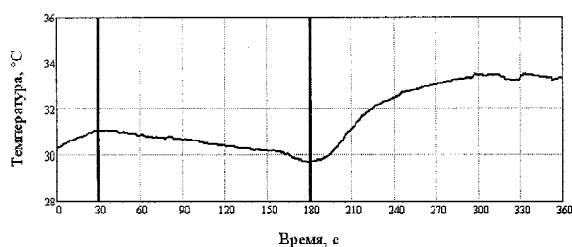


а)

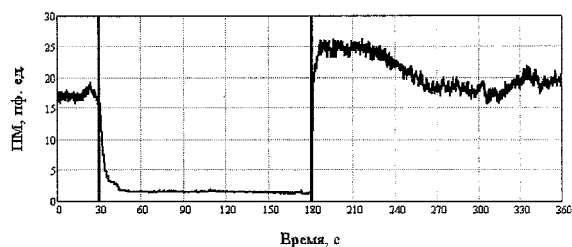


б)

Фиг. 2

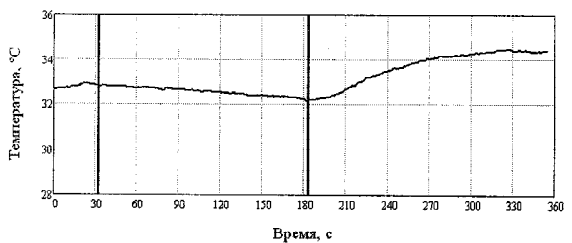


а)

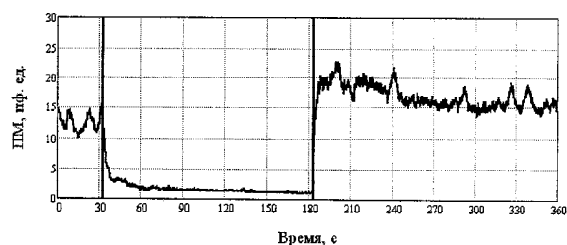


б)

Фиг. 3



а)



б)

Фиг. 4