



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
A61B 5/02 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020116266, 24.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
24.04.2020

Дата регистрации:  
02.02.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.04.2020

(45) Опубликовано: 02.02.2021 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

300012, г. Тула, пр. Ленина, 92, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тульский государственный университет" (ТулГУ), патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Токарев Алексей Рафаилович (RU),  
Антонов Александр Александрович (RU),  
Хадарцев Александр Агубечирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Тульский государственный университет" (ТулГУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Токарев А.Р. и др. Аппаратно-программный метод выявления профессионального стресса и возможность его коррекции методом транскраниальной электростимуляции (краткое сообщение), Вестник новых медицинских технологий, Электронное издание, (4), 2017, с. 226-232. RU 2665144 C1, 28.08.2018. GB 0002494538 A8, 15.05.2013. Михеева А.В. Методика диагностики (см. прод.)

(54) Способ диагностики стрессоустойчивости

(57) Реферат:

Изобретение относится к медицине и может быть использовано для диагностики стрессоустойчивости человека в клинической, спортивной и военной медицине. Проводят вычисление интегрального баланса и индекса симпатической активности. Для этого пациента укладывают спиной на кушетку, на кожу грудной клетки накладывают датчики АПК "Симона 111" по методике тетраполярной реокардиографии по Кубичеку, на плечо одной руки надевают манжету измерителя артериального давления, на палец другой руки надевают датчик пульсоксиметра, измерения проводят в течение 5 минут, далее определяют индекс стрессоустойчивости ИСУ по

оригинальной расчетной формуле. Затем определяют ΔИСУ - процентное отклонение от среднего значения нормы индекса стрессоустойчивости по оригинальной расчетной формуле. При значениях ИСУ больше 12,0, а ΔИСУ больше 20% диагностируют высокую стрессоустойчивость, при значениях ИСУ от 8,0 до 12,0, а ΔИСУ от -20% до 20% диагностируют нормальную стрессоустойчивость и при ИСУ меньше 8,0, а ΔИСУ меньше -20% диагностируют низкую стрессоустойчивость. Способ повышает качество и эффективность диагностики стрессоустойчивости человека с помощью объективного числового показателя. 3 пр.

(56) (продолжение):

стрессоустойчивости, Вестник РУДН (2), 2012, с. 74-77.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*A61B 5/02 (2020.08)*

(21)(22) Application: **2020116266, 24.04.2020**

(24) Effective date for property rights:  
**24.04.2020**

Registration date:  
**02.02.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **24.04.2020**

(45) Date of publication: **02.02.2021** Bull. № 4

Mail address:

**300012, g. Tula, pr. Lenina, 92, Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Tulskij gosudarstvennyj universitet" (TulGU), patentno-litsenzyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Tokarev Aleksej Rafailovich (RU),  
Antonov Aleksandr Aleksandrovich (RU),  
Khadartsev Aleksandr Agubechirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Tulskij gosudarstvennyj universitet" (TulGU) (RU)**

(54) **METHOD FOR DIAGNOSING STRESS RESISTANCE**

(57) Abstract:

FIELD: medicine.

SUBSTANCE: invention relates to medicine and can be used for diagnosing human stress resistance in clinical, sports and military medicine. The integral balance and the index of sympathetic activity are calculated. A patient is placed with his back on a couch. Simona 111 sensors are attached to the chest skin of a patient according to Kubitschek's method of tetrapolar rheocardiography. The cuff of a blood pressure meter is put on the shoulder of one hand, a pulse oximeter sensor is put on the finger of the other hand, measurements are taken within 5 minutes. Then the index of stress resistance is calculated according to the original formula. After that one should determine the

percentage deviation from the average value of the stress resistance index according to the original calculation formula. If the value of the index is greater than 12.0 and the index of stress resistance is more than 20%, high stress resistance is diagnosed. If the value of the index ranges from 8.0 to 12.0 and the index of stress resistance varies from -20% to 20%, normal stress resistance is diagnosed. If the value of the index is less than 8.0 and the index of stress resistance is less than -20%, low stress resistance is diagnosed.

EFFECT: invention increases quality and efficiency of diagnostics of human stress resistance using an objective numerical indicator.

1 cl, 3 ex

Изобретение относится к медицине и может быть использовано для аппаратной диагностики стрессоустойчивости человека в клинической, спортивной и военной медицине.

Г. Селье описал стресс как общий адаптационный синдром, развивающийся вследствие воздействия на человека неблагоприятных факторов окружающей среды и дал определение стрессу: «неспецифический ответ организма на любое предъявленное ему требование» [Г. Селье. Стресс без дистресса. М.: Прогресс, 1979. 125 с.]. Из определения следует, что под стрессоустойчивостью подразумевают способность организма противостоять воздействию стресса без развития неблагоприятных последствий для организма. При воздействии стресса развивается физиологическая адаптация в виде усиления тонуса симпатической нервной системы (СНС), влияющей на функциональную активность сердечно-сосудистой системы (ССС), обеспечивающей адаптационно-приспособительную функцию. При сильном и продолжительном воздействии стрессоров происходит расходование и истощение функциональных резервов ССС и ее деятельность перестает соответствовать потребностям организма, что ведет к срыву физиологической адаптации, проявляющемуся в снижении работоспособности и появлении разнообразной патологии. Измерение некоторых показателей гемодинамики является наиболее эффективным способом получения информации о функциональном состоянии организма при стрессе [Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 222 с.].

Известен способ оценки стрессоустойчивости по Международной классификации функционирования (МКФ) [Международная классификация функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья. Женева: ВОЗ, 2001. 342 с.]. Присваивают код домена, соответствующего понятию стрессоустойчивости - d2408 «способность справляться со стрессом и другими психологическими нагрузками, другая уточненная», а выраженность нарушения стрессоустойчивости определяют по первому после точки определителю «реализации», соответствующему следующим категориям:

- d2408.0 Нет проблем (никаких, отсутствуют, ничтожные) - 0-4%;
- d2408.1 Легкие проблемы (незначительные, слабые) - 5-24%;
- d2408.2 Умеренные проблемы (средние, значимые) - 25-49%;
- d2408.3 Тяжелые проблемы (высокие, интенсивные) - 50-95%;
- d2408.4 Абсолютные проблемы (полные) - 96-100%.

При оценке выраженности снижения стрессоустойчивости принято ориентироваться на результаты психологического интервью, включающего: проведение тестовых методик, сбора жалоб и анамнеза.

Оценка стрессоустойчивости по МКФ имеет следующие недостатки:

- МКФ не является количественной оценочной шкалой. Оценка доменов осуществляется ориентировочно - с целью указать выраженность ограничения или нарушения (норма, легкая, средняя, тяжелая или абсолютная). Оценку выраженности нарушения стрессоустойчивости по МКФ, следует расценивать как индикатор существования глобальной проблемы в состоянии здоровья, но не в качестве количественной оценочной шкалы. [Мельникова Е.В., Буйлова Т.В., Бодрова Р.А., Шмонин А.А., Мальцева М.Н., Иванова Г.Е. Использование МКФ в амбулаторной и стационарной медицинской реабилитации: инструкция для специалистов // Вестник восстановительной медицины. 2017. №6. с. 82];

- психологическое интервью на рабочем месте у инженерно-технических работников, рабочих, спортсменов и военных необъективно, ввиду присутствия многих субъективных факторов, таких как опасение пациента в возможном отсутствии конфиденциальности,

сознательная неискренность пациента, стремление пациента приукрасить свой реальный образ;

- МКФ не оценивает людей с высокой стрессоустойчивостью;
- в МКФ отсутствуют единые валидные инструменты для оценки стрессоустойчивости;
- отсутствие количественной оценочной шкалы и валидных инструментов не позволяет объективно мониторировать уровень стрессоустойчивости и контролировать эффективность лечения.

Известен способ оценки психофизиологического состояния человека по сердечному ритму [RU 2246251, А61В 5/00, 2005.02.20]. Измеряют мощность низкочастотной (LF) и высокочастотной (HF) составляющих спектра динамического ряда кардиоинтервалов, измеряют текущую суммарную мощность (TF) в LF и HF областях динамического ряда кардиоинтервалов, а оценку психофизиологического состояния человека проводят по индексу стресса, вычисляемому по математической формуле с учетом мощности LF и HF. При стандартных условиях измерения для среднестатистического человека (покой, лежа на спине) значение индекса стресса считают равным 1,0.

Недостатками данного аналога являются:

- вычисленный индекс стресса свидетельствует лишь о наличии активности СНС и его можно рассматривать лишь в качестве косвенного показателя уровня стрессоустойчивости, так как он не учитывает адекватность функциональной активности ССС;

- округление индекса стресса до десятых долей, составляющее 10% отклонения от среднего значения нормы, слишком грубое и не позволяет оценивать влияние стрессоров небольшой силы;

- отсутствует диапазон нормы для индекса стресса, дано лишь среднестатистическое значение индекса стресса, что не позволяет сделать вывод о наличии или отсутствии стресса при значениях индекса стресса близких к 1,0;

- из описания индекса стресса следует, что индекс стресса имеет излишне высокую изменчивость. В аналоге приведены значения показателя индекса стресса у разных пациентов: «В стандартных условиях для среднестатистического человека индекс стресса равен 1,0. Для человека с высоким уровнем функционирования сердечнососудистой системы, находящегося в стандартных условиях, индекс стресса уменьшается до 0,1. При 8-часовой интеллектуальной нагрузке индекс стресса может увеличиваться с исходного уровня 1,0 до 5,0-10,0». Приведенное описание индекса стресса позволяет сделать вывод, что пациенты между собой по наличию стресса могут отличаться в 100 раз, что характеризует индекс стресса как гиперчувствительный показатель, затрудняющий проведение сравнительной оценки лиц, подвергшихся воздействию стресса.

Известен способ безнагрузочной оценки функционального состояния организма спортсменов [Антонов А.А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов // Поликлиника. 2013. №. 1-2. с. 37-41]. Проводят измерение показателей центральной и периферической гемодинамики и транспорта кислорода, а также других показателей жизненно важных функций с помощью аппаратно-программного комплекса (АПК) «Система интегрального мониторинга «Симона 111» (РУ ФСР 2008/03787 от 15.12. 2008 г. ) и оценивают функциональное состояние организма (ФСО) пациента по 3-м интегральным показателям:

- интегральный баланс (ИБ). Нормальное значение  $0 \pm 100\%$ . ИБ представляет собой сумму процентных отклонений от нормы показателей центральной и периферической гемодинамики и транспорта кислорода. ИБ характеризует уровень функционирования

ССС индивида в покое по сравнению с обычным здоровым человеком такого же пола, возраста, веса и роста. У людей с высоким уровнем здоровья ИБ всегда выше +100%. У спортсменов высокого уровня в спокойном состоянии на пике спортивной формы ИБ может достигать +400-+700%, а сразу же после соревнований или изнурительных тренировок может опускаться до -400%, но в течение нескольких часов или суток снова возвращается на прежний уровень. По динамике ИБ можно судить об эффективности восстановительных мероприятий и физиологической стоимости нагрузки. У пациентов в критических состояниях ИБ может снижаться до -100%;

- кардиальный резерв (КР). Нормальное значение  $5,0 \pm 1,0$  у. е. КР отражает соотношение продолжительности фаз сердечного цикла. У больных в критических состояниях КР снижается до 1,0 у. е. У хорошо тренированных спортсменов в спокойном состоянии КР может достигать 11,0 у. е., а при максимальных физических нагрузках может снижаться до 1,0 у. е. КР при физических нагрузках расходуется, то есть уменьшается, для поддержания высокого ИБ. После соревнований или тренировок КР всегда ниже, чем у отдохнувшего спортсмена. То есть КР, как и ИБ, отражает физиологическую стоимость нагрузки;

- адаптационный резерв (АР). Нормальное значение  $500 \pm 100$  у.е. АР отражает суммарный баланс ИБ и КР. У спортсменов высокого уровня в спокойном состоянии на пике спортивной формы АР может достигать 1500 у. е. Сразу же после соревнований или изнурительных тренировок АР может снижаться до 200 у. е., но в течение нескольких часов или суток снова возвращается на прежний уровень. У больных, находящихся в критическом состоянии, АР может снижаться до 50 у. е.

Недостатком способа является то, что не анализируется состояние вегетативной нервной системы (ВНС), поэтому некорректно может быть дано представление о степени стрессоустойчивости.

Наиболее близким аналогом является аппаратно-программный метод выявления профессионального стресса [Токарев А.Р., Хадарцев А.А. Аппаратно-программный метод выявления профессионального стресса и возможность его коррекции методом транскраниальной электростимуляции (краткое сообщение) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2017. №4. С. 226-232]. Проводят измерение показателей ФСО сотрудника с помощью АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» и оценивают ФСО по активности ССС и ВНС. АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» оценивает функционирование ССС пациента по трем интегральным показателям: АР, КР и ИБ, - а состояние ВНС - по индексу симпатической активности (ИСА) и индексу напряжения Баевского.

Недостатками данного аналога являются:

- показатели ВНС и ССС оцениваются отдельно, что не позволяет сделать вывод о стрессоустойчивости обследуемого;

- нет интегральной количественной оценки ВНС и ССС, что не позволяет создать шкалу стрессоустойчивости для качественного распределения пациентов на группы с высокой, нормальной и низкой стрессоустойчивостью.

Техническая задача, на решение которой направлено данное изобретение, заключается в повышении качества и эффективности диагностики стрессоустойчивости человека с помощью объективного числового показателя.

Поставленная задача решается в заявленном способе диагностики стрессоустойчивости путем оценки баланса функционального состояния ВНС и ССС, заключающейся в том, что с помощью АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» измеряют показатели центральной и периферической гемодинамики,

транспорта кислорода, активности вегетативной нервной системы, вычисляют ИБ и ИСА, и дополнительно определяют индекс стрессоустойчивости по следующей формуле:

$$\text{ИСУ} = \frac{\text{ИБ} + 1000}{1,2 \times \text{ИСА} + 40} \text{ у. е. (1)},$$

где:

ИСУ - индекс стрессоустойчивости, у.е.,

ИБ - интегральный баланс, %,

ИСА - индекс симпатической активности, у.е.,

определяют процентное отклонение от среднего значения нормы индекса стрессоустойчивости по формуле:

$$\Delta\text{ИСУ} = \frac{\text{ИСУ} - 10}{10} \times 100 \pm \% (2),$$

где:

$\Delta\text{ИСУ}$  - процентное отклонение от среднего значения нормы ИСУ,  $\pm\%$ ,

ИСУ - индекс стрессоустойчивости, у.е.,

10 - среднее значение нормы ИСУ, у.е.,

проводят диагностику стрессоустойчивости по величине ИСУ и  $\Delta\text{ИСУ}$ , учитывая следующую классификацию:

- высокая стрессоустойчивость, когда ИСУ больше 12,0, а  $\Delta\text{ИСУ}$  больше +20%,

- нормальная стрессоустойчивость, когда ИСУ от 8,0 до 12,0, а  $\Delta\text{ИСУ}$  равно  $\pm 20\%$ ,

- низкая стрессоустойчивость, когда ИСУ меньше 8,0, а  $\Delta\text{ИСУ}$  меньше -20%.

Способ диагностики стрессоустойчивости осуществляют следующим образом. К диагностике приступают не ранее, чем через 1,5-2 часа после еды. Пациент в помещении раздевается по пояс и ложится спиной на удобную кушетку с невысокой подушкой. На кожу грудной клетке накладывают датчики АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» по методике тетраполярной реокардиографии по Кубичеку, а на плечо одной руки - манжету измерителя артериального давления. На палец другой руки надевают датчик пульсоксиметра. Измеряют температуру тела. С помощью АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» в течение 5 минут проводят одновременное измерение и усреднение показателей центральной и периферической гемодинамики и транспорта кислорода, вычисляют ИБ и ИСА, который определяется АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» по формуле (3):

$$\text{ИСА} = \frac{\text{LF}}{\text{TF}} \times 100 \text{ у. е. (3)},$$

где:

ИСА - индекс симпатической активности, у.е.,

LF - мощность низкочастотной составляющей спектра динамического ряда кардиоинтервалов,  $\text{мс}^2$ ,

TF - сумма мощностей в низкочастотной и высокочастотной составляющей спектра динамического ряда кардиоинтервалов,  $\text{мс}^2$ .

Используя значения показателей АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» ИСА и ИБ, вычисляют индекс стрессоустойчивости (ИСУ) по формуле (1). Вычисляют процентное отклонение от среднего значения нормы ИСУ ( $\Delta\text{ИСУ}$ ) по формуле (2). Проводят диагностику стрессоустойчивости по величине ИСУ и  $\Delta\text{ИСУ}$ , учитывая выше предложенную классификацию.

Для диагностики стрессоустойчивости в предложенной формуле (1) выбрано соотношение ИБ к ИСА потому, что именно оно позволяет оценить баланс между активностью СНС и ССС. При этом ИБ характеризует уровень функционирования ССС с учетом пола, возраста, роста, веса и температуры тела индивида, а ИСА характеризует активность СНС. При наличии резервов физиологической адаптации организма вместе с активизацией СНС растет активность ССС, что соответствует первой стадии стресса по Г. Селье. То есть, при нормальной стрессоустойчивости вместе с увеличением ИСА будет расти и ИБ.

Постоянная числовая поправка «1000» в формуле (1) введена для получения положительного числителя для всего множества возможных отрицательных значений ИБ. Чтобы нивелировать указанную поправку «1000» в числителе и придать одинаковый вес числителю и знаменателю в формуле (1) введены в знаменателе постоянный числовой поправочный коэффициент «1,2» и постоянная числовая поправка «40». Это дополнительно приводит к устранению описанных ранее недостатков в способе оценки психофизиологического состояния человека по сердечному ритму [RU 2246251, А61В 5/00, 2005.02.20]. Все числовые коэффициенты и поправки получены на основе математического анализа нашей базы данных протоколов исследования на АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111», включающей более 1200 пациентов, в том числе спортсменов различных видов спорта из национальных команд Российской Федерации, рабочих разных профессий, инженерно-технических работников и критических больных, находящихся в отделении интенсивной терапии.

Когда баланс между СНС и ССС нормальный и активность обеих систем находится на уровне среднего значения нормы, то и показатели ИСУ и ДИСУ, характеризующие стрессоустойчивость, будут на уровне среднего значения нормы. То есть, при ИБ равном 0% и ИСА равном 50 у.е., ИСУ равен 10,0 у.е., соответственно ДИСУ равно 0%. В качестве пределов нормы ИСУ взято принятое отклонение от среднего значения нормы равное  $\pm 20\%$ , то есть  $10,0 \pm 2,0$  у.е. или от 8,0 до 12,0 у.е., соответственно ДИСУ от -20% до +20%.

Из более 1200 наших пациентов была выделена группа в количестве 429 человек с отсутствием вредных привычек, а также острых и хронических заболеваний и, имеющие риск развития профессионального стресса, в которой выявлен пациент с максимальным ИСА равным 100 у.е. и одновременно с самым низким ИБ равным -245%, у которого ИСУ по формуле (1) равен 4,7 у.е. То есть, данный пациент имел низкую активность ССС (ИБ равен -245%) и одновременно максимальную активность СНС (ИСА равен 100 у.е.), на основании чего низкий ИСУ равный 4,7 у.е. и низкое ДИСУ равное -53% информируют о низком уровне стрессоустойчивости. В этой же группе выявлен инженер послеотпуска, ведущий здоровый образ жизни, включающий легкие физические нагрузки без регулярных занятий спортом, у которого ИСА равен 30 у.е., ИБ равен +141%, а ИСУ равен 15,0 у.е., соответственно ДИСУ равно +50%. То есть у данного пациента была выявлена высокая активность функционирования ССС (высокий ИБ равный +141%) в условиях отсутствия стресса (низкий ИСА равный 30 у.е.), на основании чего высокие ИСУ (15,0 у.е.) и ДИСУ (+50%) информируют о высоком уровне стрессоустойчивости существенно превышающем верхнюю границу нормы (диапазон нормы ИСУ от 8,0 до 12,0 у.е., диапазон нормы ДИСУ от -20% до +20%).

Таким образом, у наших пациентов ИСУ, вычисленный по формуле (1), и ДИСУ, вычисленный по формуле (2), объективно характеризуют уровень стрессоустойчивости и показывают существенные отклонения от среднего значения нормы, как в сторону увеличения (+5,0 у.е. и +50% соответственно), так и в сторону уменьшения (-5,3 у.е. и

-53% соответственно), что позволяет качественно и количественно проводить диагностику стрессоустойчивости.

Физиологическая интерпретация ИСУ, вычисленного по формуле (1), и ΔИСУ вычисленное по формуле (2), заключается в следующем:

5 Стресс является универсальным механизмом адаптации организма к внешним и внутренним факторам, нарушающим гомеостаз. Изменения со стороны ВНС и ССС в норме и при воздействии вредных факторов внешней и внутренней среды направлены, в конечном счете, на снабжение всего организма энергией, а именно, на оптимальное обеспечение клеточного метаболизма. Активация гипоталамо-гипофизарно-  
10 надпочечниковой системы и СНС приводит к запуску кататоксических программ адаптации, стимулирующих катаболические процессы [Морозов В.Н., Хадарцев А.А. К современной трактовке механизмов стресса // Вестник новых медицинских технологий. 2010. №1. С. 15-17.]. В условиях повышения энергетических потребностей организма, обусловленных стрессом, ССС выполняет функцию доставки кислорода (DO<sub>2</sub>),  
15 соответствующую потребностям конечных получателей, которыми являются митохондрии клеток [Антонов А.А. Гемодинамика для клинициста (физиологические аспекты). Аркомис. ПрофиТТ, 2004. 99 с.].

Адекватной DO<sub>2</sub> соответствует адекватный перфузионный кровоток, а оптимальное снабжение всех тканей и органов кислородом эквивалентно здоровью ССС, так как  
20 митохондрии кардиомиоцитов и эндотелиальных клеток сосудов тоже являются конечными пользователями кислорода [Антонов А.А. Гемодинамика для клинициста (физиологические аспекты). Аркомис. ПрофиТТ, 2004. 99 с.]. Недостаточное снабжение миокарда кислородом или нарушение биохимических процессов в нем при воздействии  
25 вредных факторов, в том числе стресса, проявляет себя нарушением центральной и периферической гемодинамики.

При остром кратковременном стрессе ответ организма имеет физиологическую пользу, известную как реакция «борьба и бегство». В условиях сбалансированной работы всех регуляторов гемодинамики обеспечивается DO<sub>2</sub>, адекватная возросшей  
30 потребности организма в энергии. Однако длительная активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы и СНС с повышенной продукцией гормонов стресса может явиться причиной возникновения и прогрессирования разных патологических состояний ССС [Houpe J. P. Psychosocial stress and cardiology // Presse.med. - 2013. - Vol. 42. №6. Pt. 1. - P. 1042-1049].

35 Активация СНС и длительные и частые подъемы уровня катехоламинов в крови приводят к вазоконстрикции в большинстве системных артерий и вен, что ведет к аллостатическим изменениям сердечно-сосудистых реакций. Подобные аллостатические изменения объясняют полученные результаты исследований. Например, реакция гемодинамики на стресс у лиц с ишемической болезнью сердца (ИБС) и без ИБС  
40 стереотипна, но у пациентов с ИБС выявлены более высокие вазоконстрикторные реакции и рост артериального давления (АД), чем у пациентов без ИБС [Hammadah M. et al. Hemodynamic, catecholamine, vasomotor and vascular responses: determinants of myocardial ischemia during mental stress // International journal of cardiology. 2017. Т. 243. С. 47-53].

45 При стрессовой нагрузке наблюдался подъем АД, обусловленный увеличением минутного объема крови и отсутствием снижения или даже повышением сосудистого сопротивления [Steptoe A. et al. Socioeconomic status and hemodynamic recovery from mental stress // Psychophysiology. 2003. Т. 40. - №. 2. С. 184-191.]. В восстановительном периоде лица, имеющие хронический стресс, характеризовались снижением минутного объема



крови ниже начальных значений и высоким сосудистым сопротивлением. Кроме того, гемодинамические реакции при стрессе рассматриваются как ранние маркеры артериальной гипертензии и они более информативны, чем значения АД в покое [Matthews K. A. Salomon, K., Brady, S. S., Allen, M. T. Cardiovascular reactivity to stress predicts future blood pressure in adolescence // Psychosomatic medicine. 2003. Т. 65. №. 3. С. 410-415]. Учитывая все многообразие изменений показателей гемодинамики и транспорта кислорода при остром и хроническом стрессе, оптимальным интегральным показателем, характеризующим уровень функциональной активности ССС и адекватность транспорта кислорода, является ИБ. Именно он суммирует все стрессиндуцированные положительные и отрицательные отклонения от нормы всех показателей центральной, периферической гемодинамики и транспорта кислорода.

Таким образом, при остром стрессе активируются кататоксические программы адаптации (КПА), повышается функциональная активность ССС в виде роста ИБ и повышается активность СНС в виде роста ИСА. Данное состояние интерпретируется как нормальная активность физиологической адаптации, то есть, сохранена способность организма отвечать на стресс. Если в формуле (1) будут пропорционально увеличиваться числитель и знаменатель, имеющие одинаковый вес, то ИСУ будет находиться в нормальных пределах и лежать в диапазоне нормы, то есть от 8,0 до 12,0 у. е., соответственно ΔИСУ от -20% до +20%. Продолжающаяся симпатическая активность приведет ко второй стадии стресса по Г. Селье в течение которой включаются синтоксические программы адаптации, сдерживающие КПА и снижающие функционирование ССС [Морозов В.Н., Хадарцев А.А. К современной трактовке механизмов стресса // Вестник новых медицинских технологий. 2010. №1. С. 15-17]. При прогрессирующем снижении функциональных резервов организма стресс переходит от второй к третьей стадии стресса, ведущей к доминированию КПА, приводящей к истощению ССС, то есть к падению ИБ и неспособности организма бороться со стрессом. Таким образом, при хроническом стрессе, в зависимости от силы и продолжительности воздействия стрессоров, наблюдается снижение весовой роли ИБ в числителе формулы (1) с одновременным увеличением знаменателя за счет увеличения ИСА. И тогда ИСУ снизится ниже 8,0 у. е., соответственно ΔИСУ снизится ниже -20%. Описанный выше статус объясняется снижением способности организма бороться со стрессом, то есть низкой стрессоустойчивостью.

Люди, имеющие стрессассоциированные нарушения гемодинамики и, как следствие, низкую стрессоустойчивость, имеют ИСУ ниже 8,0 у. е. и ΔИСУ ниже -20%). Спортсмены на пике физической формы и при отсутствии стресса имеют низкую активность СНС, что отражается в низком значении ИСА. Одновременно у них присутствует высокая функциональная активность ССС, что отражается в большом значении ИБ. И тогда ИСУ будет выше 12,0 у.е., ΔИСУ выше +20%, что соответствует высокой стрессоустойчивости по предложенной нами классификации.

Далее приведены клинические примеры применения заявленного способа диагностики стрессоустойчивости.

#### Пример №1

Пациентка Е., женщина 62 лет, рост 170 см, вес 84 кг, инженер. Имеет жалобы на периодически возникающие головные боли напряжения, беспокойство, снижение работоспособности и нарушение сна. Испытывает высокие интеллектуальные нагрузки в виде многочасовой, напряженной работы за компьютером в условиях дефицита времени. Работа соответствует максимальному классу напряженности труда «Вредный напряженный труд 2 степени». На основании анамнеза, жалоб и данных

психологического тестирования состояние соответствует хроническому стрессу, код МКФ (12408.3 «Тяжелые проблемы справляться со стрессом и другими психологическими нагрузками (высокие, интенсивные ...)»). Вредные привычки отсутствуют, регулярных физических нагрузок нет. В результате ежегодного диспансерного обследования наличие острых и хронических заболеваний не выявлено.

По данным обследования на АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» наблюдаются низкие показатели ССС: ниже нормы КР равный 3,46 у.е. и АР равный 316 у. е., близкий к нижней границе нормы ИБ равный -85%. По высокому показателю ИСА равному 94 у.е. выявлена симпатикотония. Вычислены ИСУ равный 6,0 у.е. и ЛИСУ равное -40%, значения которых находятся в зоне низкой стрессоустойчивости.

Проведено лечение профессионального стресса, включающее транскраниальную электростимуляцию (ТЭС) совместно с трансцеребральным электрофорезом серотонина курсом 5 процедур и приемом Аминолона 250 мг 1 раз в сутки в течение 14 дней [RU 2703328 C1 A61N 1/36. 2019.10.16].

На следующий день после начала лечения пациентка почувствовала прилив сил и повышение работоспособности. После курса лечения проведено повторное исследование на АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111». Наблюдалось улучшение показателей ССС: повышение КР равный 4,90 у.е., АР равный 567 у.е., ИБ равный +106%. ИСА снизился до 60 у.е., что свидетельствует о нормосимпатикотонии. Вычислены ИСУ равный 9,9 у. е. и ЛИСУ равное -1%, их значения находились в пределах нормальной стрессоустойчивости, и их положительная динамика свидетельствовала о значительном улучшении стрессоустойчивости. Изменения ИСУ и ЛИСУ соответствовали эффективности комплексного лечения стресса.

Данные изменения соответствуют переходу организма из дезадаптации, наблюдаемой при хроническом стрессе, в состояние адаптации, соответствующее легкому стрессу.

Таким образом, в данном примере продемонстрирована эффективность использования показателей ИСУ и ЛИСУ в диагностике стрессоустойчивости и контроле лечебно-реабилитационных мероприятий у инженерно-технического работника, что полностью согласуется с предложенной классификацией стрессоустойчивости.

#### Пример №2

Пациент К., мужчина, 56 лет, рост 175 см, вес 80 кг, ведущий инженер. Вредные привычки отсутствуют, регулярных физических нагрузок нет. Жалуется на повышенную утомляемость и снижение работоспособности. Испытывает высокие интеллектуальные нагрузки в условиях ограничения времени. Работа соответствует максимальному классу напряженности труда «Вредный напряженный труд 2 степени». На основании анамнеза, жалоб и данных психологического тестирования состояние соответствует хроническому стрессу, код МКФ d2408.2 «Умеренные проблемы справляться со стрессом и другими психологическими нагрузками (средние, значимые ...)». В результате ежегодного диспансерного обследования наличие острых и хронических заболеваний не выявлено.

По данным обследования на АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» показатели ССС находятся у нижней границы нормы: КР равен 4,62 у.е., АР равен 400 у.е., ИБ равен -101%. Выявлена симпатикотония, ИСА равен 95 у.е. Вычислены ИСУ равный 5,8 у.е. и ЛИСУ равное -42%, значения которых находятся в зоне низкой стрессоустойчивости.

После третьего сеанса лечения с помощью монотерапии ТЭС пациент почувствовал некоторое улучшение работоспособности. После окончания курса ТЭС проведено повторное исследование на АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111».

Наблюдалось улучшение показателей ССС: КР равен 5,72 у. е., АР равен 543 у. е., ИБ равен -51%». Сохраняется симпатикотония, ИСА равен 93 у.е. Вычислены ИСУ равный 6,3 у. е. и ΔИСУ равное -37%, значения которых остались в зоне низкой стрессоустойчивости, однако их слабая положительная динамика коррелировала с

5 улучшением показателей ССС. Такие слабые положительные изменения ИСУ и ΔИСУ объективно отражают известный факт, что монотерапия ТЭС малоэффективна.

Из данного примера следует, что у пациента испытывающего продолжительное воздействие стрессоров показатели ИСУ и ΔИСУ объективно отражают уровень и динамику стрессоустойчивости, полностью согласуясь с предложенной классификацией

10 стрессоустойчивости.

#### Пример №3

Мужчина Б., 25 лет, рост 179 см, вес 66 кг, новобранец национальной сборной команды Российской Федерации по биатлону. Обследован впервые на АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» в начале зимнего соревновательного сезона.

15 Обнаружены очень высокие показатели ССС, что характерно для элитного спортсмена: КР равен 10,14 у.е., АР равен 1238 у.е., ИБ равен +222%. ИСА равен 27 у.е., это свидетельствует о низкой симпатической активности. Вычислены ИСУ равный 16,9 у.е. и ΔИСУ равное +69%, значения которых находятся в зоне высокой стрессоустойчивости, соответствующей уровню профессионального спортсмена.

Второе обследование на АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» проведено во время учебно-тренировочного сбора, характеризующегося воздействием

20 сильных физических и психоэмоциональных нагрузок. Наблюдалось снижение интегральных показателей ССС: КР равен 8,67 у.е., АР равен 986 у.е., ИБ равен +136%. ИСА равен 41 у.е., что характеризует рост активности СНС. Вычислены ИСУ равный

25 12,7 у.е. и ΔИСУ равное +27%, значения которых остались в зоне высокой стрессоустойчивости, характерной для спортсмена высокой квалификации, их отрицательная динамика соответствует чувствительности этих показателей, которые отразили воздействие на организм спортсмена высоких и избыточных физических и психоэмоциональных нагрузок.

Спустя месяц проведено третье обследование на АПК «Система интегрального мониторинга «Симона 111» во время следующего учебно-тренировочного сбора на фоне продолжающихся каждодневных нагрузок. Показатели ССС вернулись на уровень

30 первого Обследования: КР равен 10,32 у.е., АР равен 1225 у.е., ИБ равен +187%. ИСА равен 42 у.е., что соответствует нормосимпатикотонии. Вычислены ИСУ равный 13,1

35 у. е. и ΔИСУ равное +31%, значения которых немного увеличились по сравнению со вторым обследованием и остались в зоне высокой стрессоустойчивости.

Из этого примера следует, что ИСУ и ΔИСУ объективно отражают уровень и динамику стрессоустойчивости у спортсмена, полностью согласуясь с предложенной классификацией стрессоустойчивости.

40

#### (57) Формула изобретения

Способ диагностики стрессоустойчивости, включающий вычисление интегрального баланса и индекса симпатической активности, отличающийся тем, что пациента

45 укладывают спиной на кушетку, на кожу грудной клетки накладывают датчики АПК «Симона 111» по методике тетраполярной реокардиографии по Кубичеку, на плечо одной руки надевают манжету измерителя артериального давления, на палец другой руки надевают датчик пульсоксиметра, измерения проводят в течение 5 минут, далее определяют индекс стрессоустойчивости по следующей формуле:

$ИСУ = (ИБ + 1000) / (1,2 \times ИСА + 40)$  у.е., где:

ИСУ - индекс стрессоустойчивости, у.е., ИБ - интегральный баланс, %, ИСА - индекс симпатической активности, у.е., затем определяют процентное отклонение от среднего значения нормы индекса стрессоустойчивости по следующей формуле:

- 5  $\Delta ИСУ = ((ИСУ - 10) / 10) \times 100\%$ , где:  $\Delta ИСУ$  - процентное отклонение от среднего значения нормы ИСУ, %, 10 - среднее значение нормы ИСУ, у.е., и при значениях ИСУ больше 12,0, а  $\Delta ИСУ$  больше 20% диагностируют высокую стрессоустойчивость, при значениях ИСУ от 8,0 до 12,0, а  $\Delta ИСУ$  от -20% до 20% диагностируют нормальную стрессоустойчивость и при ИСУ меньше 8,0, а  $\Delta ИСУ$  меньше -20% диагностируют
- 10 низкую стрессоустойчивость.

15

20

25

30

35

40

45