

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **19575**

(13) **С1**

(46) **2015.10.30**

(51) МПК

A 61B 10/00 (2006.01)

G 01N 33/48 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА К СТРЕСС-ИНДУЦИРУЮЩИМ ФАКТОРАМ**

(21) Номер заявки: а 20121081

(22) 2012.07.19

(43) 2014.02.28

(71) Заявители: Зинчук Виктор Владимирович; Жадько Дмитрий Дмитриевич (ВУ)

(72) Авторы: Зинчук Виктор Владимирович; Жадько Дмитрий Дмитриевич (ВУ)

(73) Патентообладатели: Зинчук Виктор Владимирович; Жадько Дмитрий Дмитриевич (ВУ)

(56) RU 2222258 C2, 2004.

RU 2322675 C1, 2008.

UA 5020 U, 2005.

RU 2226276 C2, 2004.

RU 2392848 C1, 2010.

RU 2147831 C1, 2000.

(57)

Способ оценки устойчивости организма к стресс-индуцирующим факторам, при котором до и после сеанса суховоздушной бани, включающего две экспозиции по 5 и 10 мин с интервалом между ними 5 мин, берут пробу венозной крови, определяют в ней содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах, содержание общих нитритов в плазме и содержание кислорода, рассчитывают индекс стрессоустойчивости (ИС) по формуле:

$$\text{ИС} = \left(\frac{\text{ДК}_{\text{кон}} - \text{ДК}_{\text{исх}}}{\text{ДК}_{\text{исх}}} + \frac{\text{ОН}_{\text{кон}} - \text{ОН}_{\text{исх}}}{\text{ОН}_{\text{исх}}} + \frac{\text{CvO}_{2\text{кон}} - \text{CvO}_{2\text{исх}}}{\text{CvO}_{2\text{исх}}} \right) \cdot 100 \%,$$

где $\text{ДК}_{\text{кон}}$ - содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах после сеанса суховоздушной бани, ед/мл,

$\text{ДК}_{\text{исх}}$ - содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах до сеанса суховоздушной бани, ед/мл,

$\text{ОН}_{\text{кон}}$ - содержание общих нитритов в плазме крови после сеанса суховоздушной бани, мкмоль/л,

$\text{ОН}_{\text{исх}}$ - содержание общих нитритов в плазме крови до сеанса суховоздушной бани, мкмоль/л,

$\text{CvO}_{2\text{кон}}$ - содержание кислорода в крови после сеанса суховоздушной бани, мл/л,

$\text{CvO}_{2\text{исх}}$ - содержание кислорода в крови до сеанса суховоздушной бани, мл/л,

и при значении ИС, равном 100 % или меньше, устойчивость организма к стресс-индуцирующим факторам оценивают как высокую, при значении ИС от 101 до 150 % - как повышенную, при значении ИС от 151 до 200 % - как среднюю, при значении ИС от 201 до 250 % - как сниженную и при значении ИС, равном или больше 251 %, - как низкую.

Изобретение относится к области медицины и может быть использовано в спортивной медицине для оценки уровня устойчивости человека к стрессорным воздействиям.

Понятие "стресс" ввел Ганс Селье как неспецифический ответ организма на любое предъявленное ему требование [1]. Действие стресса лежит в основе развития целого ряда

патологий [2], в этой связи имеет важное значение определение устойчивости к стрессу для объективной оценки функционального состояния организма, а также степени воздействия на него различных физиологических и патологических факторов.

Известен способ диагностики стресса у человека, включающий одновременную регистрацию кардиоритмограммы и пневмограммы, оцифровку аналоговых сигналов огибающих кривых с частотой дискриминации 100 мс, отличающийся тем, что рассчитывают корреляционное отношение (η_{xy}) по формуле:

$$\eta_{xy} = \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - M_x)^2 - \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - m_{xy})^2 \right)}{\sum_{i=1}^{i=n} (x_i - M_x)^2}},$$

где x_i - значения динамического ряда ранжированных по дыханию точек кривой, огибающей периоды последовательно огибающих кардиоциклов; M_x - среднее арифметическое динамического ряда ранжированных по дыханию точек кривой; m_{xy} - частное среднее арифметическое кардиоциклов динамического ряда ранжированных по дыханию точек кривой, и при значениях η_{xy} больше 0,7 диагностируют отсутствие стресса, при значениях η_{xy} 0,3-0,7 - стресс среднего уровня, при значениях η_{xy} меньше 0,3 - выраженный стресс [3].

Недостатком данного способа является сложность регистрации кардиоритмограммы, пневмограммы и последующего корреляционного расчета.

Известен способ определения уровня стресса, включающий измерение частоты сердечных сокращений и пульсового артериального давления, отличающийся тем, что дополнительно измеряют массу тела, после чего определяют уровень стресса по формуле $S = f \cdot \text{ПАД} \cdot M^{1/3} \cdot K$, где S - уровень испытываемого стресса, усл.ед.; f - частота сердечных сокращений, мин⁻¹; ПАД - пульсовое артериальное давление, мм рт. ст.; M - масса тела, кг; K - нормирующий коэффициент, составляющий для мужчин и женщин соответственно $0,8244 \cdot 10^{-4}$ и $0,9357 \cdot 10^{-4}$, причем значения $S < 1,12$ усл. ед. соответствуют нормальному уровню стресса в состоянии покоя, а значения $S > 1,12$ усл. ед. отражают соответствующее увеличение уровня стресса [4].

Недостатком данного способа является отсутствие критериев оценки резистентности организма к действию стрессора.

Наиболее близким к предлагаемому является способ интегральной оценки окислительного стресса при неотложных состояниях, заключающийся в определении показателей свободнорадикальных реакций (диеновых конъюгатов, малонового диальдегида, степени окисленности общих липидов) и уровня эндогенных антиоксидантов (α -токоферола, церулоплазмينا) с последующим вычислением интегрального показателя (К), при этом увеличение К более 1,12 свидетельствует об усилении окислительного стресса [5].

Недостатком описанного способа является оценка лишь усиления окислительного стресса, в то время как определение восприимчивости организма к стресс-реализующим воздействиям не представляется возможным.

Задача изобретения - разработать способ оценки устойчивости организма человека к стресс-индуцирующим факторам.

Поставленная задача решается путем определения уровня диеновых конъюгатов в эритроцитах, общих нитритов и содержания кислорода в венозной крови, при этом отличительным моментом является то, что исследование венозной крови осуществляют до и после действия стресс-индуцирующего фактора, в качестве которого используют сеанс суховоздушной бани, включающий две экспозиции по 5 и 10 мин с интервалом между ними 5 мин, и далее рассчитывают индекс стрессоустойчивости (ИС) по формуле:

$$\text{ИС} = \left(\frac{DK_{\text{кон}} - DK_{\text{исх}}}{DK_{\text{исх}}} + \frac{OH_{\text{кон}} - OH_{\text{исх}}}{OH_{\text{исх}}} + \frac{CvO_{2\text{кон}} - CvO_{2\text{исх}}}{CvO_{2\text{исх}}} \right) \cdot 100 \%,$$

где $ДК_{кон}$ - содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах после сеанса суховоздушной бани, ед/мл, $ДК_{исх}$ - содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах до сеанса суховоздушной бани, ед/мл, $ОН_{кон}$ - уровень общих нитритов в плазме крови после сеанса суховоздушной бани, мкМ/л, $ОН_{исх}$ - уровень общих нитритов в плазме крови до сеанса суховоздушной бани, мкМ/л, $СvO_{2кон}$ - содержание кислорода после сеанса суховоздушной бани, мл/л, $СvO_{2исх}$ - содержание кислорода до сеанса суховоздушной бани, мл/л. При этом при значении ИС, равном 100 % или меньше, устойчивость организма к стресс-индуцирующим факторам оценивают как высокую, при значении ИС от 101 до 150 % - как повышенную, при значении ИС от 151 до 200 % - как среднюю, при значении ИС от 201 до 250 % - как сниженную и при значении ИС, равном или больше 251 %, - как низкую.

Способ осуществляют следующим образом. У испытуемого до и после сеанса суховоздушной бани, включающего две экспозиции по 5 и 10 мин с интервалом между ними 5 мин, берут пробу венозной крови, определяют в ней содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах, содержание общих нитритов в плазме и содержание кислорода, рассчитывают индекс стрессоустойчивости (ИС) по формуле:

$$ИС = \left(\frac{ДК_{кон} - ДК_{исх}}{ДК_{исх}} + \frac{ОН_{кон} - ОН_{исх}}{ОН_{исх}} + \frac{СvO_{2кон} - СvO_{2исх}}{СvO_{2исх}} \right) \cdot 100 \%,$$

где $ДК_{кон}$ - содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах после сеанса суховоздушной бани, ед/мл,

$ДК_{исх}$ - содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах до сеанса суховоздушной бани, ед/мл,

$ОН_{кон}$ - уровень общих нитритов в плазме крови после сеанса суховоздушной бани, мкМ/л, $ОН_{исх}$ - уровень общих нитритов в плазме крови до сеанса суховоздушной бани, мкМ/л, $СvO_{2кон}$ - содержание кислорода после сеанса суховоздушной бани, мл/л,

$СvO_{2исх}$ - содержание кислорода до сеанса суховоздушной бани, мл/л, и при значении ИС, равном 100 % или меньше, устойчивость организма к стресс-индуцирующим факторам оценивают как высокую, при значении ИС от 101 до 150 % - как повышенную, при значении ИС от 151 до 200 % - как среднюю, при значении ИС от 201 до 250 % - как сниженную и при значении ИС, равном или больше 251 %, - как низкую.

Приводим доказательства возможности использования предлагаемого способа. Как известно, увеличение интенсивности протекания свободнорадикальных процессов, лежащее в основе развития окислительного стресса, во многом опосредовано изменением уровня молекулярного кислорода, что обуславливает необходимость оценки концентрации O_2 в крови при исследовании окислительных реакций организма на стресс-реализующее воздействие. Гипоксия, воспаление, физическая нагрузка, практически все патологические состояния, низкие и высокие температуры и ряд других факторов сопровождаются помимо специфического ответа повышением уровня активных форм кислорода. Таким образом, реакция организма на тепловой стресс в условиях бани будет характеризовать устойчивость и к другим стресс-индуцирующим факторам, а повторяющаяся повышенная генерация активных форм кислорода (например, при регулярной физической нагрузке) будет способствовать повышению резистентности к стрессу различного генеза [6].

Нами проведено исследование при участии здоровых добровольцев мужского пола 18-25 лет. Испытуемые были распределены в две группы: первая - нетренированные лица ($n = 13$), вторая - спортсмены высокой квалификации ($n = 12$).

До и после сеанса бани из кубитальной вены осуществляли забор образцов крови, в которых определяли содержание диеновых конъюгатов в эритроцитах по интенсивности поглощения липидным экстрактом монохроматического светового потока в области спектра 232-234 нм [7], уровень общих нитритов спектрофотометрически при длине волны 540 нм с реактивом Грисса [8], а также содержание кислорода при температуре 37 °C на

газоанализаторе "Synthesis-15" фирмы "Instrumentation Laboratory". Далее по предлагаемому нами способу определяли уровень устойчивости к стресс-индуцирующим факторам.

В таблице представлено сопоставление средних значений индекса стрессоустойчивости (ИС) у нетренированных лиц и спортсменов после теплового стресса. Как видно, в группе спортсменов значения ИС существенно ниже в сравнении с нетренированными лицами, что, очевидно, опосредовано более высокой резистентностью их организма к стресс-реализующим воздействиям в результате получения систематической физической нагрузки в процессе тренировочной деятельности.

Сравнительный анализ индекса стрессоустойчивости нетренированных лиц и спортсменов после сеанса суховоздушной бани

Показатель	Нетренированные лица	Спортсмены	Критерий Вилкоксона
ИС	170 (141-222)	83 (62-145)*	0,049

Примечание: данные представлены в виде: медиана (25 перцентиль - 75 перцентиль). ИС - индекс стрессоустойчивости. * - различия статистически значимы.

Пример 1.

Испытуемый 4 - здоровый нетренированный юноша 19 лет, до процедуры бани уровень диеновых конъюгатов в эритроцитах составлял 14,44 ед/мл, концентрация общих нитритов - 11,36 мкМ/л, содержание кислорода - 11,1 мл на 1 л крови. После сеанса сауны концентрация диеновых конъюгатов возросла до 19,68, уровень общих нитритов - до 13,91 мкМ/л, содержание кислорода - до 20,2 мл на 1 л крови. По формуле находим индекс стрессоустойчивости, равный 170 усл. ед. Таким образом, уровень устойчивости к стресс-индуцирующим факторам у данного испытуемого оценивается как средний.

Преимуществом предлагаемого способа является возможность оценки степени устойчивости организма к стрессу, а также точность, информативность и надежность получаемых данных.

Предлагаемый способ относительно прост и позволяет оценить устойчивость организма человека к стрессорным воздействиям.

Источники информации:

1. Селье Г. Стресс без дистресса. - М.: Прогресс, 1982. - 124 с.
2. Radley J.J., Kabbaj M., Jacobson L., Heydendaal W., Yehuda R., Herman J.P. Stress risk factors and stress-related pathology: neuroplasticity, epigenetics and endophenotypes. Stress. - 2011. - Vol. 14. - No. 5. P. 481-497.
3. Патент RU 2392848, 2010.
4. Патент RU 2147831, 2000.
5. Патент RU 2226276, 2004.
6. Сазонтова Т.Г., Архипенко Ю.В. Роль свободнорадикальных процессов и редокс-сигнализации в адаптации организма к изменению уровня кислорода // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. - 2005. - Т. 91. - № 6. - С. 636.
7. Гаврилов В.Б., Мишкорудная М.И. Спектрофотометрическое определение содержания гидроперекисей липидов в плазме крови // Лаб. дело. - 1983. - № 3. - С. 33-36.
8. Bryan N.S., Grisham M.B. Methods to detect nitric oxide and its metabolites in biological samples // Free Radic. Biol. Med. - 2007. - Vol. 43. - No. 5. - P. 645-657.