

**НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА
У КУРСАНТОВ СО СТРЕСС-ИНДУЦИРОВАННЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ**

Ивановский институт Государственной противопожарной службы МЧС России
(Россия, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33)

Установлена возможность использования метода анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) для оценки стрессоустойчивости и ранней диагностики риска развития стресс-индуцированных расстройств у курсантов образовательных учреждений МЧС России. В качестве модели стресс-индуцированного заболевания выбран мелкоточечный кератолит стоп (МКС). Способ включает выполнение ВСР дважды – до и после 15-минутной тепловой пробы на подошвенную поверхность стоп, и при отсутствии уменьшения показателя LF/HF (фоновой пробы) по сравнению с исходным диагностируют риск развития стресс-индуцированного МКС. Апробация предложенного способа осуществлена при наборе курсантов в 2013 г. в условиях, моделирующих экстремальную нагрузку. Объективные показатели диагностической ценности способа: чувствительность – 78,6 %, специфичность – 80,6 %, прогностическая ценность положительного результата – 61,1 %, прогностическая ценность отрицательного результата – 90 %, индекс точности – 80 %. Убедительно продемонстрировано, что с достаточной степенью повторяемости, чувствительности и специфичности применение предлагаемого способа повышает точность диагностики риска развития и рецидивирования стресс-индуцированного МКС в неблагоприятных с точки зрения гигиены условиях, что позволяет снизить заболеваемость путем превентивного лечения.

Ключевые слова: пожарные, чрезвычайные ситуации, стресс, вегетативная нервная система, стресс-индуцированные заболевания, мелкоточечный кератолит стоп, вариабельность сердечного ритма, прогноз заболевания.

Введение

Оценка степени тяжести стрессового воздействия и полноты восстановления после него, включая диагностику и реабилитацию стресс-индуцированных заболеваний, для профессий, в которых стресс является неустрашимым элементом профессиональной среды, является чрезвычайно актуальной. Профессия пожарного и спасателя отличается значительными физическими и нервно-психическими нагрузками, обуславливающими высокую стрессовую нагрузку. В свете этого совершенствование методов диагностики преморбидных стресс-индуцированных состояний является актуальной задачей медицины сопровождения.

К стресс-индуцированным заболеваниям можно отнести мелкоточечный кератолит (МК) стоп, или Pitted Keratolysis. Частота встречаемости данной нозологии у населения г. Сургута составила 7,5 %. В качестве патогенетического фактора указывается на необходимость длительное время года носить закрытую теплую обувь, что способствует повышенной потливости

сти стоп [2]. Распространенность этого недостаточно изученного заболевания в популяциях, находящихся в экстремальных условиях, превышает общие показатели в 3–4 раза.

Заболевание вызывается бактериями: микрококками (*Micrococcus sedentarius* или *Kytococcus sedentarius*), помимо микрококков, часто обнаруживаются коринобактерии (*Corynebacterium*) и иногда актино- и стрептомицеты (таксон L 08.8 по МКБ-10). Заболевание характеризуется возникновением мелкоточечных, округлых углублений от 1 до 8 мм на подошвах обеих стоп и межпальцевых складках, в основном на участках, которые тесно соприкасаются с обувью. Размножению бактерий способствует повышенная потливость стоп, несоблюдение гигиены. При увлажнении высыпания приобретают ярковыраженный белый цвет и сопровождаются неприятным запахом. Часто возникают жжение, зуд, и болезненность при надавливании на измененные участки кожи (рисунок).

Предварительно проведенные исследования у курсантов Ивановского института Государ-

Мкртычян Арсен Сергеевич – врач-дерматовенеролог поликлиники Ивановского ин-та Гос. противопожар. службы МЧС России (153040, Россия, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33); e-mail: arsen-68@mail.ru;

Королева Светлана Валерьевна – д-р мед. наук проф. Ивановского ин-та Гос. противопожар. службы МЧС России (153040, Россия, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33); e-mail: drqueen@mail.ru;

Петров Дмитрий Леонидович – канд. мед. наук, нач. поликлиники Ивановского ин-та Гос. противопожар. службы МЧС России (153040, Россия, г. Иваново, пр. Строителей, д. 33); e-mail: vrachdpr@mail.ru;

Копейкин Константин Владимирович – адъюнкт Акад. Гос. противопожар. службы МЧС России (129301, Россия, Москва, ул. Бориса Галушкина, д. 5/504); e-mail: 4empion@inbox.ru.



Мелкоточечный кератолитис стоп
(<http://www.venderm.ru/index.php/topic/>).

ственной противопожарной службы МЧС России в динамике обучения, включая тренировки по специальным профессиональным дисциплинам, продемонстрировали формирование определенных патогенетически обусловленных реакций вегетативной нервной системы, отражающих процесс профессиональной адаптации [3]. Определенным недостатком определения вегетативной «цены» стрессового воздействия и устойчивости к нему у курсантов является необходимость моделирования опасных факторов профессиональной среды (воссоздание условий пожара), что является материально затратным и не всегда возможным.

Патогенетической основой предлагаемого способа диагностики риска развития МК стоп является постулат о взаимосвязи вегетативного обеспечения деятельности сердца и неспецифическом характере реагирования организма на стресс, в том числе в виде кожных реакций: исследования J.F. Thayer и соавт. [4] подтверждают связь вариабельности сердечного ритма и активности высших центров, управляющих стресс-реакцией (миндалевидные тела и медиальная префронтальная кора).

Цель исследования – установить возможность использования метода анализа вариабельности сердечного ритма у курсантов с мелкоточечным кератолитом стоп для ранней ди-

агностики риска развития данного стресс-индуцированного заболевания.

Материал и методы

С целью усовершенствования методов обследования предложена модификация исследования вариабельности сердечного ритма (ВСР), при котором оно выполняется дважды – до и после 15-минутной тепловой пробы на стопы. Исследования провели в стандартных условиях научно-исследовательской лаборатории «Медицина катастроф» Ивановского института Государственной противопожарной службы МЧС России с соблюдением этических и правовых норм для декретированной группы пациентов. Использовали:

- сертифицированное стандартное оборудование и аппаратно-программное обеспечение «ВНС-Микро» (ОАО «Нейрософт») для исследования вариабельности сердечного ритма, в том числе в динамике выполнения стандартной активной ортостатической пробы (АОП);
- «НС-Психотест» для определения параметров психофизиологического реагирования на профессиональную нагрузку;
- шкалу «Жизненные события и стресс» Г.Е. Андерсона, предназначенную для измерения стрессовой нагрузки у лиц студенческого возраста как основы формирования психосоматических заболеваний.

Экспериментальная группа состояла из 35 курсантов, средний возраст – $(17,0 \pm 0,1)$ года, случайным образом набранных из двух групп I курса в процессе «пилотного» обследования для выявления стресс-индуцированных состояний. У курсантов отмечалось наличие всех факторов риска развития МКС: длительное ношение форменной обуви с высоким верхом «берцев», невозможность частой смены обуви (курсанты находились в загородном учебном центре), интенсивные тренировки в условиях, максимально приближенных к боевым (воссоздание техногенных катастроф на железнодорожном и авиационном транспорте, в жилых помещениях, на промышленных завалах и т. д., теплодымокамера в режимах максимальной физической нагрузки на встроенных тренажерах).

Все курсанты находились в одинаковых условиях проживания, быта и питания. Насыщенность тренировок, дежурств и нарядов также была одинаковой. Всем респондентам дважды с интервалом 4–6 мес исходно провели общеклиническое и лабораторное обследование, не выявившее патологических изменений, и они были отнесены к 1-й группе здоровья.

В обследование включили определение ВСР коротким периодом (5 мин лежа) с АОП с реги-

страцией стандартных показателей в соответствии с «Международным стандартом» [5] дважды – до и после тепловой пробы. Тепловая проба: в течение 15 мин на подошвенную поверхность стоп прикладывали электрическую грелку на максимальном режиме интенсивности (температура нагрева при 3-м режиме – 55–60 °С, поверхности – 40–45 °С). Использовали сертифицированную для домашнего применения электрическую грелку PW-210.

Полученные данные ($M \pm m$) обработали методами вариационной и корреляционной статистики. Для сравнения последовательных измерений использовали критерий Уилкоксона, метод знаков и парный критерий Стьюдента. Выявление наиболее информативных показателей произвели с применением факторного анализа в формах латинского квадрата с ограничением на рандомизацию (установили линейное влияние стрессовой нагрузки на показатель LF/HF).

Результаты и их анализ

Для уточнения эпидемиологии МК было проведено исследование распространенности данного заболевания у курсантов института. В 2012 г. к врачу-дерматологу было 408 первичных обращений по поводу заболеваний кожи и ее придатков, из них курсантов I курса – 143, или 35 % от всех первичных обращений. Жалобы на изменения кожи и ее придатков на стопах предъявили 100 курсантов I курса, или 70 % от числа первичных обращений в врачу-дерматологу. У 64 пациентов выявлен МК стоп. Они составили 44 % от всех обратившихся за дерматологической помощью курсантов I курса в 2012 г., или 64 % от числа всех курсантов, предъявивших жалобы на изменения кожи и ее придатков на стопах. Таким образом, доля пациентов с МК стоп в популяции курсантов I курса была 15,7 % от всех первичных обращений по болезни к дерматологу в 2012 г. (более чем в 2 раза выше, чем популяционная заболеваемость). Среди 74 курсантов II курса выявлены только 2 пациента с МК стоп, что составило 2,7 % от обратившихся к дерматовенерологу курсантов II курса, или 0,5 % от всех первичных обращений к дерматологу в 2012 г. У курсантов III–V курсов обращения по поводу МК стоп не зарегистрированы.

Дополнительным обследованием (100 курсантов всех курсов обучения, по 20 человек с каждого курса) было определено, что субъективно максимальную стрессовую нагрузку испытывают курсанты I курса: клинически значимая в развитии стресс-индуцированных заболеваний

стрессовая нагрузка – максимальная на I курсе, затем она снижается до клинически незначимой.

Ранее проведенными исследованиями было установлено, что профессионально «выгодным» типом реагирования на стресс для пожарных и спасателей является активация парасимпатических отделов вегетативной нервной системы, что расширяет «коридор» адаптационных возможностей организма к экстремальным условиям деятельности. Следовательно, состояние психофизиологического напряжения, проявляющееся в увеличении сегментарных симпатических влияний, у лиц с высокой индивидуальной стресс-устойчивостью склонно к адаптационному «переходу» в преобладание парасимпатических влияний. Соответственно торпидность в «подстройке» организма и ригидность в сохранении сегментарных (адренергических) влияний при стрессовом воздействии – проявление склонности к развитию стресс-индуцированных состояний и заболеваний.

По показателям ВСР до и после тепловой пробы все курсанты четко разделились на 2 группы:

1-я ($n = 14$) – показатель LF/HF после тепловой пробы уменьшился, в среднем, на 39 %;

2-я ($n = 21$) – показатель LF/HF после тепловой пробы не изменился либо увеличился.

Обучение в загородном учебном центре продолжалось 7 сут. В течение 1 мес после возвращения курсанты были осмотрены врачом-дерматологом. Критериями постановки диагноза МК стоп стали: характерные жалобы, анамнез, специфическая клиническая и дерматоскопическая картина, отрицательный результат микроскопического исследования чешуек с очагов на мицелии грибов, отсутствие кирпично-красного свечения на подошвах в лучах Вуда. Было установлено, что в 1-й группе признаки МК стоп отмечаются у 4 человек, а 10 курсантов признаны здоровыми. Во 2-й группе только 2 человека признаны здоровыми, у остальных курсантов выявлен разной степени тяжести течения МК стоп. Таким образом, для дальнейшего исследования сформированы еще 2 группы по признаку наличия заболевания:

А ($n = 23$) – курсанты с МК стоп;

Б ($n = 12$) – без клинических признаков МК (контроль).

В группе А дезадаптивные показатели ВСР [3] отмечаются уже в ходе выполнения АОП по показателю LF/HF (с 0,74 до 3,22, $p \leq 0,05$). В группе Б изменения в динамике АОП носили недостоверный характер, что свидетельствовало об отсутствии признаков дезадаптации по

предложенному алгоритму. В динамике тепловой пробы в группе Б уменьшение показателя LF/HF с $(0,92 \pm 0,28)$ до $(0,55 \pm 0,10)$ по критерию Уилкоксона и методу знаков имело достоверный характер при $p \leq 0,03$. Проведенный корреляционный анализ позволил установить, что существует обратной направленности средней силы взаимосвязь между степенью уменьшения адренергических влияний (по показателю LF/HF, до и после тепловой пробы) и реактивностью парасимпатической нервной системы (показатель 30/15 до тепловой пробы: ранговая корреляция Спирмена $r = -0,54$, τ Кендалла = $-0,38$, $\gamma = -0,38$, при $p \leq 0,05$; показатель 30/15 после тепловой пробы: ранговая корреляция Спирмена $r = -0,71$, τ Кендалла = $-0,54$, $\gamma = -0,55$, при $p \leq 0,05$), что не только подтверждает методологическую гипотезу эксперимента о целевой профессионально значимой парасимпатической реакции на стресс, но и доказывает ее патогенетический механизм в развитии МКС у курсантов.

После проведенного лечения [обработка пораженных участков кожи стоп эритромициновой мазью, 10 000 ЕД/г, производитель «ОАО Синтез» (г. Курган), 2 раза/сут в течение 7 сут] были проведены контрольные измерения ВСП предложенным способом в группе А. Установлено, что и после лечения у 10 из 23 курсантов показатель LF/HF продемонстрировал уменьшение в динамике тепловой пробы, а у 13 – изменения сохранились, что подтверждает недостаточную эффективность только местного лечения в профилактике рецидивирования МКС.

Была проведена оценка эффекта вмешательства (применение тепловой пробы) по стандартной схеме [1] в группе А по отношению шансов для определенного исхода: до лечения = 23,8, после лечения = 6,5. Таким образом, даже после проведенного стандартного лечения МКС применение тепловой пробы повышает шанс выявить риск развития рецидива данного заболевания в 6,5 раза, а до лечения – в 24 раза.

Апробация предложенного способа осуществлена при наборе курсантов в 2013/2014 учебном году, при нахождении их в загородном учебном центре в июле–августе 2013 г. Две группы курсантов по 25 человек каждая были обследованы предлагаемым способом и выделена группа риска в количестве 18 человек, у которых показатель LF/HF после тепловой пробы не уменьшился. 9 курсантов согласились провести превентивное лечение по представленной ранее схеме, 9 курсантов без субъективных жалоб – по разным причинам отказались. Контроль проведен через 1 мес (после возвращения из заго-

родного учебного центра, где они проходили курс молодого бойца). Установлено, что к врачу-дерматологу обратились с характерными жалобами 11 человек, у всех подтвержден диагноз МК стоп. При этом из 11 человек 9 курсантов были из группы, которые отказались пройти превентивное лечение, и только 2 – из группы с проведенным лечением.

Объективными показателями диагностической ценности предложенного способа оценки риска развития стресс-индуцированного МК стоп в сравнении со стандартным обследованием являются [1]: чувствительность – показатель истинной положительности, отношение числа курсантов с положительным термотестом к общему числу пациентов с МКС – 78,6 %; специфичность – показатель истинной отрицательности, отношение числа курсантов с отрицательным термотестом к общему числу здоровых – 80,6 %; прогностическая ценность положительного результата – посттестовая вероятность положительного результата, отношение числа больных с МКС курсантов с положительным термотестом к общему числу положительных результатов теста – 61,1 %; прогностическая ценность отрицательного результата – посттестовая вероятность отрицательного результата, отношение числа здоровых курсантов с отрицательным термотестом к общему числу курсантов с отрицательным термотестом – 90 %; индекс точности – истинный процент положительного термотеста, отношение числа курсантов с истинно положительными и истинно отрицательными термотестами ко всем результатам – 80 %.

Таким образом, убедительно продемонстрировано, что с достаточной степенью повторяемости, чувствительности и специфичности применение предлагаемого способа повышает точность диагностики риска развития и рецидивирования стресс-индуцированного МКС в неблагоприятных с точки зрения гигиены условиях, что позволяет снизить заболеваемость путем превентивного лечения.

Выводы

1. Риск развития мелкоточечного кератолиза стоп в неблагоприятных с точки зрения гигиены условиях повышается у лиц с дезадаптивным уровнем профессиональной адаптации.
2. Проведение тепловой пробы на подошвенную поверхность стоп позволяет с чувствительностью – 78,6 %, специфичностью – 80,6 %, прогностической ценностью положительного результата – 61,1 %, прогностической ценностью отрицательного результата – 90 % и индекс-

сом точности – 80 % эффективно выявлять риск развития стресс-индуцированных расстройств у лиц в экстремальных условиях деятельности.

Литература

1. Гринхальх Т. Основы доказательной медицины. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2006. – 237 с.
2. Ефанова Е.Н. Мелкоточечный кератолит: клинические проявления, оптимизация методов диагностики, терапии и профилактики : автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Новосибирск, 2012. – 22 с.
3. Королева С.В. Способ оценки профессиональной адаптации курсантов образовательных

учреждений МЧС России : пат. РФ № 2480151, МПК⁹ А61В 5/0402. – № 2012103772, заявл. 03.02.2012 ; опубли. 27.04.2013, Бюл.12.

4. Thayer J.F. [et al.]. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health // *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. – 2012. – Vol. 36. – P. 747–756.

5. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical use // *Circulation*. – 1996. – N 93. – P. 1043–1065.

Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh [Medical-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations]. 2014. N 2. P. 33–37.

Mkrtychyan A.S., Koroleva S.V., Petrov D.L., Kopeikin K.V. Novye vozmozhnosti metoda analiza variabel'nosti serdechnogo ritma u kursantov so stress-indutsirovannymi zabolevaniyami [New opportunities of analysis of heart rate variability method in cadets with stress-induced illnesses]

The Ivanovo Institute of State Firefighting Service, EMERCOM of Russia
(153040, Russia, Ivanovo, prospekt Stroiteley, 33)

Mkrtychyan Arsen Sergeevich – dermatovenerologist of Ivanovo State Firefighting Service Institute, EMERCOM of Russia (153040, Russia, Ivanovo, prospekt Stroiteley, 33); e-mail: arsen-68@mail.ru;

Koroleva Svetlana Valer'yevna – Dr. Med. Sci., Prof. of Ivanovo State Firefighting Service Institute, EMERCOM of Russia (153040, Russia, Ivanovo, prospekt Stroiteley, 33); e-mail: drqueen@mail.ru;

Petrov Dmitry Leonidovich – PhD on Med. Sci., Head of Polyclinic, Ivanovo State Firefighting Service Institute, EMERCOM of Russia (153040, Russia, Ivanovo, prospekt Stroiteley, 33); e-mail: vrachdp@mail.ru;

Kopeikin Konstantin Vladimirovich – adjunct of State Firefighting Service Academy, EMERCOM of Russia (129301, Moscow, Borisa Galushkina Str., 5/504); e-mail: 4empion@inbox.ru.

Abstract. Heart rate variability method was considered to be useful for estimating stress-resistance and early diagnostics of stress-induced disorders risk in cadets of Russia Emercom educational institutions. Pitted keratolysis (PK) has been chosen as a model of a stress-induced illness. This method includes analysis before and after a 15 min. thermal test on the sole. If the LF/HF indicator is not reduced in comparison with the initial (baseline) test, thus the risk of PK development is increased. The method was tested on the cadets enrolled into the Institute in 2013 under the experimental extreme conditions. The objective indicators of method diagnostic value are as follows: sensitivity – 78.6 %, specificity – 80.6 %, prognostic value of the positive outcome is 61.1 %; prognostic value of the negative outcome – 90 %; precision index – 80 %. It has been convincingly shown that, with a sufficient repeatability, sensitivity and specificity, this method increases accuracy of detecting the risk of development and reoccurrence of PK in unfavorable hygienic conditions, thus helping to reduce disease incidence via preventive treatment.

Keywords: firefighters, emergencies, stress, autonomic nervous system, stress-induced illness, pitted keratolysis, heart rate variability, disease prognosis.

References

1. Grinkhal'kh T. Osnovy dokazatel'noi meditsiny [Basics of evidence-based medicine]. Moskva. 2006. 237 p. (In Russ.)
2. Efanova E.N. Melkotochechnyi keratoliz: klinicheskie proyavleniya, optimizatsiya metodov diagnostiki, terapii i profilaktiki [Punctulata keratolysis: clinical manifestations, optimization of methods for diagnosis, therapy and prevention]. Novosibirsk, 2012. 22 p. (In Russ.)
3. Koroleva S.V. Sposob otsenki professional'noi adaptatsii kursantov obrazovatel'nykh uchrezhdenii MChS Rossii : patent Rossii na izobretenie N 2480151, MPC⁹ A61B 5/0402 [Way of assessing professional adaptation in cadets of educational institutions of EMERCOM of Russia : Russian patent for invention]. (In Russ.)
4. Thayer J.F. [et al.]. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: Implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. 2012. Vol. 36. P. 747–756.
5. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical use. *Circulation*. 1996. N 93. P. 1043–1065.