

УДК 343.9:614+616.1-07

А. А. Половникова, кандидат медицинских наук,  
старший научный сотрудник Ижевского филиала НИИ ФСИН России;  
С. Б. Пономарев, доктор медицинских наук, профессор,  
руководитель Ижевского филиала НИИ ФСИН России;  
А. Л. Чубаров, кандидат медицинских наук,  
главный специалист Минздрава Удмуртской Республики,  
старший научный сотрудник Ижевского филиала НИИ ФСИН России;  
С. И. Тоцкий, начальник медицинской службы УФСИН России по УР,  
старший научный сотрудник Ижевского филиала НИИ ФСИН России

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНДРОМА ТЮРЕМНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ДЕПРИВАЦИИ

*Статья посвящена проблемам математического моделирования специфической формы адаптационного синдрома – синдрома тюремной социальной депривации. Рассмотрены применяемые подходы и методы обследования испытуемых. Приведены данные статистики, подтверждающие эффективность предлагаемого метода.*

Целью нашего исследования явилась оценка адаптации к пенитенциарному стрессу с помощью математического моделирования физиологических параметров интегральных систем организма. Под нашим наблюдением находилось 45 воспитанников Ижевской воспитательной колонии, средний возраст которых составил  $17,58 \pm 0,16$  лет. Всем, помимо общеклинического обследования, проведен анализ variability ритма сердца, позволяющий оценить уровень функционирования гомеостатических систем организма, с помощью диагностической системы «Валента» (г. Санкт-Петербург) в соответствии со стандартами совместного заседания Европейского общества кардиологов и Северо-американского общества электрофизиологии и электрофизиологии (1996 г.) [1]. Математическая обработка результатов проводилась с помощью элементов описательной статистики, пошагового регрессионного анализа и использования пакетов компьютерных программ Microsoft Excel и SPSS 11.5. Исследования проводились в соответствии с договором о сотрудничестве № 405 от 1 сентября 2006 г. между УрО РАН, УФСИН России по УР и Ижевским филиалом НИИ ФСИН России.

По результатам сравнительного анализа параметров variability ритма сердца осужденных подростков и аналогичной группы здоровых подростков ( $n = 58$ ), не находящихся в местах лишения свободы, можно установить явное увеличение временных параметров в первой исследуемой группе (табл. 1). Косвенно это свидетельствует о существовании относительно variability сердечного ритма, который обеспечивает достаточно автономный режим существования вегетативной регуляции [2; 3].

Анализируя спектральные характеристики сердечного ритма, мы пришли также к выводу об усилении влияния быстрых волн (HF) на вегетативную регуляцию. Однако особенностью данного варианта ритмограмм явилось резкое усиление влияния очень медленных волн (VLF) на общий вегетативный фон вопреки распространенному представлению о симпатизации этих влияний (табл. 2).

Важным результатом исследований, на наш взгляд, является то, что в условиях длительной социальной изоляции организм как биологическая система, способен переходить в режим оптимальной экономии энергетических ресурсов и поддержи-

вать его длительное время, в этом случае основные параметры жизнеобеспечения определяются в нижней границе нормы, а при анализе variability устанавливается тропотропный тип функционирования гомеостатических систем. Вместе с тем, результаты проведенного анализа, по итогам которого в основной группе исследуемых превалировали *l*-волны VLF частотного спектра, связанные с влиянием уровня метаболизма на формирование медленных потенциалов действия автоматически возбудимых пейсмейкерных клеток синоаурикулярного узла, также указывали на усиление метаболического компонента для поддержания оптимального уровня жизнеобеспечения организма как биологической системы. Так, превалирование *l*-волн VLF частотного спектра как вегетативного коррелята состояния тревоги, по нашему мнению, является свидетельством повышенной метаболической активности церебральных эрготропных структур.

Таблица 1. Сравнение временных показателей ритма сердца

Параметры ВСР	Группа осужденных подростков	Группа сравнения	Достоверность результатов
RRNN, мс	838,44±22,46	765,53±13,67	$P < 0,01$
RR min, мс	624,44±23,30	649,57±10,61	$P > 0,05$
RR max, мс	1014,67±26,74	928,14±20,84	$P < 0,05$
Размах, мс	390,44±26,60	278,57±16,95	$P < 0,01$
CV, %	9,18±0,41	6,72±0,33	$P < 0,001$
SDNN, мс	76,44±3,98	54,25±2,84	$P < 0,001$

Таблица 2. Структура компонентов спектрального анализа ритма сердца в сравнительном аспекте

Параметры ВСР	Группа осужденных подростков	Группа сравнения	Достоверность результатов
Мощность быстрых волн (HF), мс <sup>2</sup>	838,18±147,60	1712,12±515,92	$P > 0,05$
Мощность медленных волн (LF), мс <sup>2</sup>	241,13±44,88	861,84±165,12	$P < 0,001$
Мощность очень медленных волн (VLF), мс <sup>2</sup>	2126,98±484,12	907,15±173,85	$P < 0,05$

Данные особенности позволили сформулировать нам дальнейшую задачу по идентификации подростков, подверженных пенитенциарному стрессу. Для этого все наблюдения были разделены на две группы – обучения и проверки (*n* равно 72 и 31 соответственно). В первой были проанализированы шансы показателей variability на получение ключевой роли в математической модели. Функцией отклика в данном случае служили цифровые коды: 1 – для осужденных подростков, 2 – для группы сравнения. Методом пошаговой регрессии получено следующее уравнение, удовлетворяющее требованиям исследователя:

$$Y = 13,037 - RRNN - 0,12 HF\ norm - 0,116 LF\ norm,$$

где *Y* – код группы; RRNN – математическое ожидание, с; HF norm – нормированная мощность быстрых волн, у. е.; LF norm – нормированная мощность медленных волн, у. е.

Из уравнения видно, что наибольший вклад в идентификацию групповой принадлежности вносят показатели спектрального анализа, т. е. баланс симпатических

и парасимпатических влияний, а также средняя продолжительность кардиоциклов, что подтверждает результаты описательной статистики.

На группе проверки оценена эффективность данной модели. Критическая точка расчетным путем установлена на уровне 1,49, т. е. всем значениям  $Y$  меньше значения критической точки присваивается 1-й код группы, всем значениям, превышающим критическую точку, – 2-й код группы. Далее с помощью показателей точности специфичности и чувствительности оценена прогностическая ценность модели. Точность модели составила 90,32 %, чувствительность – 84,62 %, специфичность – 94,44 %. Из этого следует вывод, что способность модели определять наличие пенитенциарного стресса, как специфического донозологического проявления, лежащего в основе синдрома тюремной социальной депривации, достаточно велика (в 9 из 10 случаев). Причем специфичность модели, обеспечивающая способность модели не ошибаться в выборе при наличии пенитенциарного стресса, гораздо выше, чем способность модели принять здорового за «больного», т. е. чувствительности модели.

Таким образом, анализ вариабельность ритма сердца как важнейший индикатор адаптационных свойств организма позволил нам, не прибегая к инвазивным методам, установить наличие пенитенциарного стресса, основываясь на существенных физиологических параметрах деятельности вегетативной нервной системы, что в дальнейшем позволит отслеживать подростков с высоким риском дезадаптации к условиям тюремного заключения и проводить им необходимый комплекс медико-профилактических мероприятий.

#### Список литературы

1. Баевский, Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине. – Физиология человека. – 2002. – Т. 28. – № 2. – С. 70–82.
2. Половникова, А. А. Иммунологические аспекты синдрома социальной депривации у подростков, находящихся в условиях лишения свободы / А. А. Половникова, С. Б. Пономарев, А. Л. Чубаров, С. И. Тоцкий, Л. С. Исакова // Иммунология Урала : материалы VI конф. иммунологов Урала, Ижевск, 28–31 октября 2007 г. – № 1(6). – 2007. – 84–86.
3. Половникова, А. А. Адаптационный синдром у лиц молодого возраста в условиях социальной изоляции / А. А. Половникова, А. Л. Чубаров, С. Б. Пономарев, С. И. Тоцкий. – Вестник уральской медицинской академической науки. – 2006. – № 3(2). – С. 64–66.