

УДК 613.79

## ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КАК ПРЕДИКТОРЫ РАЗВИТИЯ ДНЕВНОЙ СОНЛИВОСТИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ

© 2023 г. Г. В. Ковров<sup>1</sup>, О. Н. Исаева<sup>1</sup> \*, А. Г. Черникова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

\*E-mail: olga.isaeva33@yandex.ru

Поступила в редакцию 13.07.2022 г.

После доработки 28.12.2022 г.

Принята к публикации 31.01.2023 г.

В эксперименте со 120-дневной изоляцией (программа *SIRIUS-19*) в рамках проекта *SIRIUS* (<http://sirius.imbp.ru/>) участвовали 6 добровольцев в возрасте от 28 до 44 лет (трое мужчин и трое женщин). Методы исследования включали еженедельную регистрацию электрокардиограммы в утреннее время через 20 мин после пробуждения, измерение артериального давления и самооценку качества сна за прошедшую ночь с использованием визуально-аналоговой шкалы. В вечернее время того же дня (17.00–19.00) добровольцы заполняли шкалу клинической самооценки дневной сонливости, позволяющую оценивать уровень сонливости в течение дня. При проведении регрессионного анализа оценивалась возможность прогнозирования появления дневной сонливости по показателям сердечной деятельности. Было выявлено, что увеличение частоты сердечных сокращений, повышение *PNN50* и снижение индекса Робинсона в утреннее время предопределяют появление субъективной дневной сонливости. Можно предполагать, что усиление активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в утреннее время характеризует как предшествующий недостаток сна, так и риск развития инерции сна и дневной сонливости в целом.

**Ключевые слова:** вариабельность сердечного ритма, дневная сонливость.

**DOI:** 10.31857/S0131164623700285, **EDN:** XAXTHI

Дефицит сна и снижение его качества, как правило, приводит к увеличению дневной сонливости, снижению работоспособности и повышению риска развития аварийности. Для будущих космических межпланетных полетов является важным выявление и прогнозирование снижения работоспособности, связанных с возможным ухудшением сна и развитием дневной сонливости. Своевременное прогнозирование поведения и работоспособности в течение дня позволит снизить вероятность принятия неверных решений из-за сонливости, усталости и других психофизиологических состояний. В связи с этим, необходимо исследовать возможность применения простых неинвазивных методов оценки функционального состояния организма человека для раннего выявления признаков недостаточности сна и угрозы возникновения дневной сонливости, что, в свою очередь, позволит оперативно составлять прогноз поведения. В различных областях медицины и физиологии успешно применяется метод анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) [1, 2], с помощью которого можно оценивать состояние и активность отдельных

звеньев вегетативной регуляции, и по этим данным обнаруживать изменения функционального состояния человека.

Ранее было показано, что показатели ВСР, выявленные во время сна, позволяют оценивать его качество [3, 4], прежде всего, за счет оценки или выявления активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС). Также известно, что при ограничении сна низкочастотный спектр ВСР в диапазоне 0.01–0.08 Гц положительно связан с уровнем внимания и сонливости в дневное время [5]. Активность ВНС также может отражать и дневное состояние, когда парасимпатическая активность увеличивается при переходе из состояния тревоги в состояние покоя или сонливости [6, 7]. При оценке дневной сонливости предлагалось также анализировать соотношение низких и высоких частот спектра сердечного ритма, которое уменьшается при увеличении сонливости [8]. В целом важно отметить, что *RMSSD* и *LF/HF* увеличиваются, а частота сердечных сокращений (ЧСС) уменьшается [9, 10] по мере того, как человек становится более сонным, что используется для выявления бдительно-

сти [11]. Есть альтернативное мнение, что параметры ВСР не являются надежными индикаторами сонливости, но могут использоваться только для определения стадий сна [12]. Оценка ЧСС часто применяется при изучении сонливости совместно с показателями ВСР. Также следует отметить, что вместе с изменением ЧСС при развитии сонливости может отмечаться повышение систолического артериального давления (САД) [13].

В продолжение идеи использования ЧСС, ее вариабельности и артериального давления (АД) как для оценки качества сна и связанной с ним дневной сонливости, была предложена гипотеза, предполагающая, что определение этих показателей в утреннее время, сразу после пробуждения позволит не только оценить качество прошедшего сна, но и сформировать прогноз развития сонливости в дневное время. В связи с данной гипотезой, целью исследования стало изучение возможностей прогнозирования развития дневной сонливости с использованием показателей ВСР и АД в условиях длительной изоляции.

## МЕТОДИКА

В эксперименте со 120-дневной изоляцией (программа *SIRIUS-19*) в рамках проекта *SIRIUS* (<http://sirius.imbp.ru/>) участвовали 6 добровольцев в возрасте от 28 до 44 лет (трое мужчин и трое женщин).

Проект СИРИУС был организован Институтом медико-биологических проблем (ГНЦ РФ — ИМБП РАН, г. Москва) под эгидой Госкорпорации “Роскосмос” (г. Москва) совместно с Программой исследований человека Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (*NASA*) в тесном сотрудничестве с их партнерами и исследователями из России, Германии, Франции, Италии и других стран. Программа *SIRIUS* включает в себя серию экспериментов с целью исследования эффектов долговременной изоляции при моделировании космического полета (КП) на Луну. Он реализован на наземной экспериментальной установке, расположенной в ИМБП. Комплекс для имитации КП на Луну представлял собой среду обитания объемом 550 м<sup>3</sup> с четырьмя соединенными между собой модулями. Четырехмесячную (120-дневная) изоляцию проводили с 19 марта по 17 июля 2019 г.

Методы исследования включали ежедневную регистрацию электрокардиограммы (ЭКГ) с использованием электронного пульсометра МН-01 в течение 5 мин, после чего измеряли АД с помощью автоматического тонометра (*Medisana MTS*). ЭКГ и АД регистрировали через 10–20 мин после утреннего подъема в положении сидя во время ежедневного медицинского контроля, проводимого врачом. Самооценку качества сна за про-

шедшую ночь также проводили в утреннее время после регистрации ЭКГ и АД с использованием визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) [14]. В использованной ВАШ испыталы должны были оценивать качество прошедшего ночного сна, где наибольшее значение (100) означало высшую оценку качества сна, а нулевое значение отражало низшую оценку.

Также один раз в неделю в вечернее время (17.00–19.00) добровольцы заполняли шкалу клинической самооценки дневной сонливости, позволяющую оценивать субъективную сонливость за прошедший день [15]. Полученные результаты сопоставляли с показателями ВСР за утро этого дня.

Обработку полученного сигнала ЭКГ проводили с использованием программы, разработанной в ИМБП для анализа ВСР [16], вычисляющей стандартные временные и частотные показатели.

При статистическом анализе данных использовали параметры в соответствии с российскими рекомендациями по анализу ВСР [17] (*HR, SDNN, pNN50, HF, LF, VLF*). По результатам измерения АД рассматривали показатели ЧСС, систолическое (САД) и диастолическое (ДАД) артериальное давление, а также расчетные показатели — вегетативный индекс Кердо [18] и индекс Робинсона, как интегративные показатели гемодинамической нагрузки на сердечно-сосудистую систему и ее вегетативной регуляции. Включение двух индексов основано на том, что более известный индекс Кердо отражает соотношение ЧСС и ДАД, а индекс Робинсона ЧСС и САД.

В результате проведенной работы было получено у 6 добровольцев 75 самооценок качества сна и уровня сонливости в течение дня, совпадающих с данными анализа ВСР и АД, полученные в утренние часы того же дня.

При статистической обработке использовали метод пошаговой множественной регрессии (*Statistica 6.0*).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе обработки данных проанализировали распределение оценок качества ночного сна. Результаты представлены в табл. 1.

Учитывая, что в некоторые ночи добровольцы спали существенно хуже, чем обычно, было принято решение уменьшить выборку до ночей, показатели которых укладывались в одно стандартное отклонение, исключив тем самым ночи с плохим сном. В результате были оставлены 66 точек исследования, где качество ночного сна было оценено на 64% и выше. Распределение анализируемых ночей между испытуемыми было следующим: у 1-го испытуемого было отобрано 10 точек исследования, у 2-го — 14, у 3-го — 5, у 4-го — 14, у 5-го — 8, у 6-го — 15. Средние результаты анкет-

**Таблица 1.** Значения субъективной оценки качества сна

| Показатели   | Объем выборки | Среднее значение | Минимальное значение | Максимальное значение | Среднеквадратичное отклонение |
|--------------|---------------|------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Качество сна | 75            | 83.45            | 11.00                | 100.00                | 17.15                         |

**Таблица 2.** Анкетные и физиологические характеристики группы обследованных лиц

| Показатели                    | Количество | Среднее значение | Минимальное значение | Максимальное значение | Стандартное отклонение |
|-------------------------------|------------|------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Анкета сонливости, баллы      | 66         | 31.3             | 25.0                 | 43.0                  | 4.7                    |
| ВАШ качества сна, в %         | 66         | 88.4             | 69.0                 | 100.0                 | 9.1                    |
| САД, мм рт. ст.               | 66         | 114.5            | 97.0                 | 129.7                 | 8.2                    |
| ДАД, мм рт. ст.               | 66         | 75.3             | 65.0                 | 88.7                  | 5.1                    |
| ЧСС, уд. в мин                | 66         | 62.4             | 40.3                 | 87.9                  | 11.8                   |
| <i>SDNN</i> , мс              | 66         | 70.9             | 25.4                 | 172.9                 | 31.1                   |
| <i>PNN50</i> , %              | 66         | 33.4             | 0.0                  | 77.8                  | 23.7                   |
| <i>HF</i> , мс <sup>-2</sup>  | 66         | 1704.0           | 22.4                 | 7741.9                | 1897.8                 |
| <i>LF</i> , мс <sup>-2</sup>  | 66         | 1409.8           | 186.3                | 8426.5                | 1442.2                 |
| <i>VLF</i> , мс <sup>-2</sup> | 66         | 772.6            | 85.1                 | 3986.5                | 811.8                  |
| Индекс Кердо                  | 66         | -19.6            | -97.5                | 25.7                  | 23.6                   |
| Индекс Робинсона              | 66         | 48.8             | 30.0                 | 66.5                  | 8.0                    |

Примечание: обозначения см. в тексте статьи.

ных и физиологических обследований представлены в табл. 2.

После уменьшения выборки был проведен корреляционный анализ между оценкой качества сна и уровнем дневной сонливости, который показал наличие связи между ними. Высокое качество сна сочеталось в низкой сонливостью на следующий день ( $-0.28$  при  $p < 0.05$ ).

На следующем этапе обработки данных был проведен регрессионный анализ, где зависимой переменной была взята субъективная оценка качества сна, а независимыми переменными выступили параметры ВСР и АД, которые позволили достоверно оценить качество сна ( $R = 0.619$ ,  $F(3,62) = 12.88$ ,  $p < 0.0001$ ). Данные регрессионного анализа представлены в табл. 3.

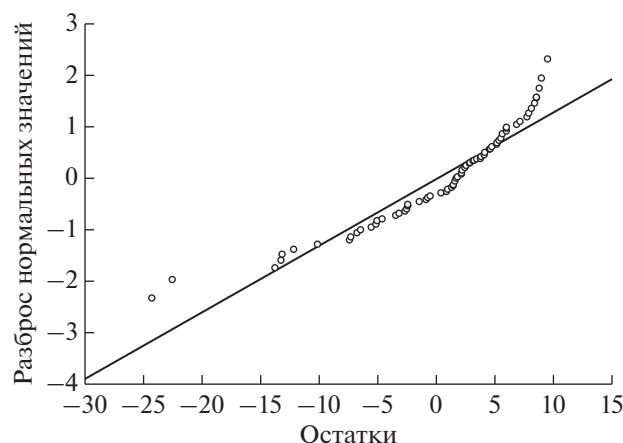
Из табл. 3 видно, что в регрессионном уравнении при определении субъективного качества сна с наибольшим весом приняли участие *HR* и с меньшим *SDNN* и индекс Кердо. Несмотря на то, что последние 2 параметра имеют низкий уровень статистической значимости при определении субъективного качества сна, суммарный эффект регрессионного уравнения имеет высокую достоверность именно с их участием. Также важно отметить, что в регрессионное уравнение не вошли *pNN50*, *HF*, *LF*, *VLF*, показатели ЧСС, САД, ДАД и индекс Робинсона.

Резидуальные эффекты регрессионного анализа представлены на рис. 1. Из рис. 1 видно, что реальные значения самооценки качества ночного сна, отмеченные точками, расположены близко к

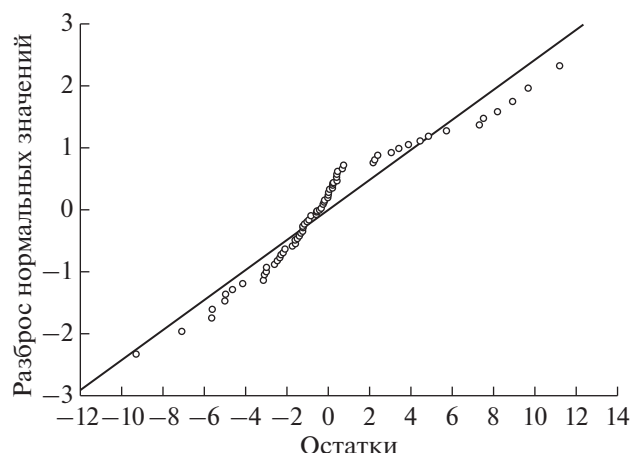
**Таблица 3.** Результаты регрессионного анализа при оценке субъективного качества сна с использованием показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) и артериального давления (АД)

| Показатели              | Значение постоянного коэффициента | Стандартная ошибка | Уровень значимости |
|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| Стандартный коэффициент | 100.8                             | 10.91              | 0.0001             |
| ЧСС, уд./мин            | -0.28                             | 0.14               | 0.05               |
| <i>SDNN</i> , мс        | 0.05                              | 0.04               | 0.2                |
| Индекс Кердо            | -0.06                             | 0.06               | 0.28               |

Примечание: обозначения см. в тексте статьи.



**Рис. 1.** Резидуальные эффекты при прогнозировании оценки субъективного качества сна с использованием параметров variability сердечного ритма (BCP) и артериального давления (АД).



**Рис. 2.** Резидуальные эффекты при прогнозировании оценки дневной сонливости с использованием параметров variability сердечного ритма (BCP) и артериального давления (АД).

вычисляемым значениям (отмеченные сплошной линией), что демонстрирует низкую погрешность самого регрессионного уравнения. Следует обратить внимание на тот факт, что крайние значения оценки качества сна как в хорошую, так и плохую сторону наиболее далеко отстоят от предсказанных величин, что не снижает значимости самой формулы, но предполагает увеличение вероятности ошибки при очень хорошем или плохом сне.

Оценка прогнозирования дневной сонливости по показателям работы сердечно-сосудистой системы в утреннее время была проведена с использованием пошагового регрессионного анализа, где зависимой переменной была взята оценка уровня сонливости в течение дня, а независимыми переменными выступили все использованные параметры BCP и АД, которые позволили достоверно оценить качество сна ( $R = 0.553$ ,  $F(3,62) = 9.14$   $p < 0.0001$ ). Данные регрессионного анализа представлены в табл. 4.

Таким образом, функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, оцененное с использованием  $HR$   $PNN50$  и индекса Робинсона после утреннего пробуждения предопределяет

уровень сонливости в течение дня. Наиболее значимыми параметрами оказались  $HR$  и  $PNN50$ , тогда как индекс Робинсона не достигал степени достоверности. САД, ДАД,  $HR$ ,  $SDNN$ ,  $PNN50$ ,  $HF$ ,  $LF$ ,  $VLF$ , индекс Кердо не вошли в конечную регрессионную модель. Резидуальные эффекты регрессионного уравнения представлены на рис. 2. Из рис. 2 видно, что реальные значения уровня дневной сонливости, отмеченные точками, расположены близко к вычисляемым значениям (отмеченные сплошной линией), что демонстрирует низкую погрешность самого регрессионного уравнения.

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В настоящей работе ограничение выборки за счет исключения суток, где качество сна было ниже 64%, позволило использовать в анализе наиболее типичные результаты по оценке качества сна, отмеченные в проведенном эксперименте. Возможно, выпадающие за стандартное отклонение оценки сна могли бы повлиять на конечные результаты изучения BCP, но с точки зрения ав-

**Таблица 4.** Результаты регрессионного анализа при оценке субъективной сонливости с использованием параметров variability сердечного ритма (BCP) и артериального давления (АД)

| Показатели              | Значение постоянного коэффициента | Стандартная ошибка | Уровень значимости |
|-------------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| Стандартный коэффициент | 12.78                             | 5.29               | 0.02               |
| ЧСС, уд./мин            | 0.38                              | 0.08               | 0.05               |
| $PNN50$ , %             | 0.09                              | 0.03               | 0.01               |
| Индекс Робинсона        | -0.17                             | 0.09               | 0.07               |

Примечание: обозначения см. в тексте статьи.

торов настоящей статьи нетипичные случаи снижения качества сна требуют отдельной оценки.

В результате проведенной работы было выявлено, что субъективное качество сна и уровень дневной сонливости имеют обратную зависимость (снижение качества сна приводит к увеличению уровня дневной сонливости), что соответствует данным других исследований [19, 20].

Оценка качества сна и дневной сонливости с использованием регрессионного анализа показала, что ЧСС является ключевым параметром, отражающим субъективное качество, как ночного сна, так и следующего за ним бодрствования (чем ниже пульс утром, тем лучше сон, и меньше будет дневная сонливость). Эта взаимосвязь полностью отражает корреляционную зависимость между субъективной оценкой как сна, так и бодрствования. При этом значение  $\beta$ -коэффициента в 3 раза больше при прогнозировании вероятности возникновения дневной сонливости, чем при оценке качества самого сна.

Важно отметить, что снижение вегетативного индекса Кердо и повышение ВСР (*SDNN*) в утренние часы после пробуждения отражает проявления активности ВНС, схожие с отмечаемой активацией парасимпатического звена регуляции во время ночного сна [21, 22].

Можно предполагать, что эти показатели вариабельности могут характеризовать развитие такого функционального состояния как инерция сна, по своей природе занимающего промежуточное место между сном и бодрствованием [23–25].

Что касается прогнозированной сонливости в течение дня, то преобладание парасимпатического звена регуляции над симпатическим отделом ВНС (*PNN50*) и отрицательная связь с индексом Робинсона также могут свидетельствовать о существовании инерции сна, продолжительность которой мы не измеряли.

Не совсем ясной остается положительная корреляция ЧСС в утренние часы и увеличение вероятности развития сонливости днем. Можно предполагать, что в данной ситуации при наличии симптомов неполного пробуждения в утренние часы повышенный пульс, как признак стрессового напряжения, отражает попытку организма быстро проснуться, тогда как остаточная после сна активность парасимпатического отдела вегетативной регуляции не обеспечивает полноценного пробуждения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная работа демонстрирует, что показатели ЧСС, АД, ВСР, зарегистрированные в утреннее время, представляются перспективными для прогнозирования поведения и работоспособности, обусловленных качеством ночного сна

и дневной сонливостью. Можно предполагать, что преобладание активности парасимпатического отдела ВНС в утреннее время характеризует как недостаток сна, так и риск развития инерции сна и дневной сонливости в целом.

**Этические нормы.** Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены комиссией по биомедицинской этике Института медико-биологических проблем РАН (Москва) (протокол № 501 от 18 февраля 2019 г.).

**Информированное согласие.** Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

**Финансирование работы.** Исследование осуществляли по программе фундаментальных исследований ГНЦ РФ – ИМБП РАН (Москва) (тема 64.1).

**Вклад авторов в публикацию.** О.Н. Исаева осуществляла планирование, подготовку исследования, проведение исследования, участие в анализе первичных экспериментальных данных. А.Г. Черникова выполняла общее руководство исследования, анализ полученных данных, написание статьи. Г.В. Ковров – статистическая обработка, участие в написании статьи.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology // *Circulation*. 1996. V. 93. № 5. P. 1043.
2. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем // *Вестник аритмологии*. 2001. Т. 24. С. 67.
3. Funtova I.I., Luchitskaya E.S., Slepchenkova I.N., Chernikova A.G. Noninvasive investigation of the body functional state during night sleep in microgravity // *Cardiometry*. 2014. № 5. P. 50.
4. Башмаков М.Ю., Вейн А.М., Посохов С.И. и др. Идентификация функционального состояния человека во время ночного сна по показателям сердечного ритма // *Физиол. журн. им. И.М. Сеченова*. 1996. Т. 82. № 5–6. С. 43.
5. Henelius A., Sallinen M., Huotilainen M. et al. Heart rate variability for evaluating vigilant attention in partial chronic sleep restriction // *Sleep*. 2014. V. 37. № 7. P. 1257.
6. Vicente J., Laguna P., Bartra A., Bailón R. Drowsiness detection using heart rate variability // *Med. Biol. Eng. Comput.* 2016. V. 54. № 6. P. 927.

7. *Awais M., Badruddin N., Drieberg M.* A Hybrid approach to detect driver drowsiness utilizing physiological signals to improve system performance and wearability // *Sensors (Basel)*. 2017. V. 17. № 9. P. 1991.
8. *Kim Y.S., Baek H.J., Kim J.S. et al.* Helmet-based physiological signal monitoring system // *Eur. J. Appl. Physiol.* 2009. V. 105. № 3. P. 365.
9. *Skurvydas Al., Kazlauskaitė D., Zlibinaite L. et al.* Effects of two nights of sleep deprivation on executive function and central and peripheral fatigue during maximal voluntary contraction lasting 60s // *Physiol. Behav.* 2021. V. 229. P. 113226.
10. *Buendia R., Forcolin F., Karlsson J. et al.* Deriving heart rate variability indices from cardiac monitoring-An indicator of driver sleepiness // *Traffic. Inj. Prev.* 2019. V. 20. № 3. P. 249.
11. *Abbood H., Al-Nuaimy W., Al-Ataby A. et al.* Prediction of driver fatigue: approaches and open challenges, in *Computational Intelligence (UKCI) / Bradford: 14th UK Workshop*, 08–10 September 2014. IEEE, 2014. P. 1.
12. *Berg J., Neely G., Wiklund U., Landström U.* Heart rate variability during sedentary work and sleep in normal and sleep-deprived states // *Clin. Physiol. Funct. Imaging*. 2005. V. 25. № 1. P. 51.
13. *Majeed F., Latif R., Latif A., Bibi R.* Sleep Patterns and Their Association with Blood Pressure and Heart Rate Variability Parameters in Young Saudi Females // *Sultan Qaboos Univ. Med. J.* 2021. V. 21. № 3. P. 394.
14. *Reips U., Funke F.* Interval-level measurement with visual analogue scales in Internet-based research: VAS Generator // *Behav. Res. Methods*. 2008. V. 40. № 3. P. 699.
15. *Ковров Г.В., Посохов С.И., Шадыжева Т.И. и др.* Шкала клинической оценки сонливости // *Российский неврологический журн.* 2020. № 25(1). С. 38.
16. *Баевский Р.М.* Анализ variabilityности сердечного ритма в космической медицине // *Физиология человека*. 2002. Т. 28. № 2. С. 32.  
*Baevskii R.M.* Analysis of heart rate variability in space medicine // *Human Physiology*. 2002. V. 28. № 2. P. 202.
17. *Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. и др.* Анализ variabilityности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем // *Вестник аритмологии*. 2001. № 24. С. 69.
18. *Kerdo I.* An index for the evaluation of vegetative tonus calculated from the data of blood circulation // *Acta Neuroveg (Wien)*. 1966. V. 29. № 2. P. 250.
19. *Zdanowicz T., Turowski K., Celej-Szuster J. et al.* Insomnia, Sleepiness, and Fatigue Among Polish Nurses // *Workplace Health Saf.* 2020. V. 68. № 6. P. 272.
20. *Raikes A., Athey A., Alfonso-Miller P. et al.* Insomnia and daytime sleepiness: risk factors for sports-related concussion // *Sleep Med.* 2019. V. 58. P. 66.
21. *Демин А.В., Суворов А.В., Fietze I. и др.* Количественная оценка восстановительных свойств сна у людей во время 2-недельной изоляции при моделировании полета к Луне // *Авиакосм. и экол. мед.* 2019. Т. 53. № 7. С. 55.
22. *Баевский Р.М., Фунтова И.И., Лучицкая Е.С. и др.* Исследования variabilityности сердечного ритма во время сна на борту международной космической станции // *Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле*. 2012. № 1. С. 30.
23. *Hilditch C.J., Dorrian J., Banks S.* Time to wake up: re-active countermeasures to sleep inertia // *Ind. Health*. 2016. V. 54. № 6. P. 528.
24. *Trotti LM.* Waking up is the hardest thing I do all day: Sleep inertia and sleep drunkenness // *Sleep Med. Rev.* 2017. V. 35. P. 76.
25. *Hilditch C.J., McHill A.W.* Sleep inertia: current insights // *Nat. Sci. Sleep*. 2019. V. 11. P. 155.

## Heart Rate Variability as a Predictor of Daytime Sleepiness During Prolonged Isolation

G. V. Kovrov<sup>a</sup>, O. N. Isaeva<sup>a, \*</sup>, A. G. Chernikova<sup>a</sup>

<sup>a</sup>*Institute of Biomedical Problems of the RAS, Moscow, Russia*

<sup>\*</sup>*E-mail: olga.isaeva33@yandex.ru*

The 120-day isolation experiment (SIRIUS-19 program) within the SIRIUS project (<http://sirius.imbp.ru/>) involved 6 volunteers aged 28 to 44 years (three men and three women). Research methods included daily ECG registration to assess heart rate variability, blood pressure measurement and self-assessment of sleep quality over the past night using a visual analogue scale. The studies were carried out in the morning after waking up. Once a week in the evening (17.00–19.00), volunteers filled out a scale of clinical daytime sleepiness self-assessment, which allows evaluate the subjective condition over the past day. During the regression analysis, the possibility of predicting the appearance of daytime sleepiness in terms of cardiac activity was assessed. It was found, that the heart rate, blood pressure and heart rate variability indicators recorded in the morning time make it possible to measure the quality of past sleep and predict the level of subsequent daytime sleepiness. We assume that the increased activity of the parasympathetic branch of the autonomic nervous system in the morning characterizes both the previous lack of sleep and the risk of developing sleep inertia and daytime sleepiness in general.

**Keywords:** heart rate variability, daytime sleepiness.