Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова
2021, т. 121, №4, с. 57-62
https://doi.org/10.17116/jnevro202112104157

S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry
2021, vol. 121, no. 4, pp. 57-62
https://doi.org/10.17116/jnevro202112104157

Регулярность ритма «сон — бодрствование» и кардиометаболические показатели

© М.В. БОЧКАРЕВ[1], Л.С. КОРОСТОВЦЕВА[1], А.Б. ТАТАРАИДЗЕ[2], А.В. ОРЛОВ[1], О.П. РОТАРЬ[1], Р.О. РАГОЗИН[3], Ж.И. МОЛЧАНОВА[3], Ю.В. СВИРЯЕВ[1, 4]

[1]ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия;
[2]ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Москва, Россия;
[3]БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа — Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», Ханты-Мансийск, Россия;
[4]ФГБУН «Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН», Санкт-Петербург, Россия

Резюме

Цель исследования. Оценить связь параметров режима «сон — бодрствование» с кардиометаболическими показателями.
Материал и методы. У 103 пациентов 25—64 лет проведена актиграфия на приборе Actigraph Actilife GT3X+ (США) в течение 7 дней. Оценивались показатели актиграфии — данные двигательной активности и сна, антропометрические показатели, артериальное давление и лабораторные показатели. Для непараметрического анализа результаты актиграфии были обработаны с помощью пакета nparACT в программе R с расчетом следующих показателей: внутридневная вариабельность, междневная стабильность, средний уровень активности за 5 ч с наименьшей (L5) и за 10 ч с наибольшей (M10) активностью и относительная амплитуда — соотношение M10/L5.
Результаты. Данные непараметрического анализа показали связь повышения уровня активности в ночные часы с данными эффективности сна и времени бодрствования после засыпания, а высокого уровня активности — с показателями физической активности. Более стабильный режим сна ассоциирован с большим количеством шагов, меньшим весом и окружностью талии, меньшим уровнем диастолического артериального давления, креатинина и инсулина. Увеличение фрагментации режима сна ассоциировалось с повышением С-реактивного белка и увеличением времени в сидячем положении. Лица с большим контрастом двигательной активности между временем бодрствования и сна имели меньшую окружность талии, бедер и индекс массы тела, ниже уровень С-реактивного белка и инсулина.
Заключение. Режим и качество сна являются важными параметрами, ассоциирующимися с кардиометаболическими показателями. Стабильный режим сна, высокая активность днем и низкая активность ночью связаны с более благоприятным состоянием сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: *сон, режим «сон — бодрствование», непараметрический анализ, актиграфия, сердечно-сосудистая система, активность.*

Информация об авторах:
Бочкарев М.В. — https://orcid.org/0000-0002-7408-9613
Коростовцева Л.С. — https://orcid.org/0000-0001-7585-6012
Татараидзе А.Б. — https://orcid.org/0000-0001-6229-9448
Орлов А.В. — https://orcid.org/0000-0002-5982-8983
Ротарь О.П. — https://orcid.org/0000-0002-5530-9772
Рагозин Р.О. — https://orcid.org/0000-0002-5590-9391
Молчанова Ж.И. — https://orcid.org/0000-0002-3522-814X
Свиряев Ю.В. — https://orcid.org/0000-0002-3170-0451
Автор, ответственный за переписку: Бочкарев Михаил Викторович — e-mail: bochkarev_mv@almazovcentre.ru

Как цитировать:
Бочкарев М.В., Коростовцева Л.С., Татараидзе А.Б., Орлов А.В., Ротарь О.П., Рагозин Р.О., Молчанова Ж.И., Свиряев Ю.В. Регулярность ритма «сон — бодрствование» и кардиометаболические показатели. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2021;121(4):57–62. https://doi.org/10.17116/jnevro202112104157

Sleep-wake cycle regularity and cardiometabolic indicators

© M.V. BOCHKAREV[1], L.S. KOROSTOVTSEVA[1], A.B. TATARAIDZE[2], A.V. ORLOV[1], O.P. ROTAR[1], R.O. RAGOZIN[3], ZH.I. MOLCHANOVA[3], YU.V. SVIRYAEV[1, 4]

[1]Almazov National Medical Research Center, St. Petersburg, Russia;
[2]Bauman Moscow State Technical University (National Research University), Moscow, Russia;
[3]Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia;
[4]Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Abstract
Objective. To evaluate the association between sleep-wake rhythm and cardiometabolic parameters.
Material and methods. 103 participants, aged 25—64 years, underwent actigraphy study with Actigraph Actilife GT3X + device (USA) for 7 days. We assessed actigraphy indicators (physical activity and sleep data), anthropometric indicators, blood pressure and laboratory parameters. Actigraphy data was processed using the nparACT package in the R program with the calculation of nonparametric indicators: intraday variability, interday stability, the average level of lowest activity for five hours (L5) and ten hours with the highest activity (M10), relative amplitude is the ratio of M10/L5.
Results. The nonparametric analysis showed an association of the higher night activity with sleep effectiveness, wake after sleep onset, indicators of physical activity. A more stable sleep pattern is associated with more steps, less weight and waist circumference, lower levels of diastolic blood pressure, creatinine and insulin. Increased fragmentation of sleep patterns is associated with increased CRP and increased sedentary time. Participants with higher activity contrast have less waist circumference, hips and body mass index, lower levels of CRP and insulin.
Conclusions. Rhythm and quality of sleep are important parameters associated with cardiometabolic indicators. Stable sleep patterns, higher activity during the day and lower night activity are associated with a more favorable condition of cardiovascular system.

Keywords: *sleep, sleep-wakefulness rhythm, nonparametric analysis, actigraphy, cardiovascular system, activity.*

Information about the authors:
Bochkarev M.V. — https://orcid.org/0000-0002-7408-9613
Korostovtseva L.S. — https://orcid.org/0000-0001-7585-6012
Tataraidze A.B. — https://orcid.org/0000-0001-6229-9448
Orlov A.V. — https://orcid.org/0000-0002-5982-8983
Rotar O.P. — https://orcid.org/0000-0002-5530-9772
Ragozin R.O. — https://orcid.org/0000-0002-5590-9391
Molchanova Zh.I. — https://orcid.org/0000-0002-3522-814X
Sviryaev Yu.V. — https://orcid.org/0000-0002-3170-0451
Corresponding author: Bochkarev M.V. — e-mail: bochkarev_mv@almazovcentre.ru

To cite this article:
Bochkarev MV, Korostovtseva LS, Tataraidze AB, Orlov AV, Rotar OP, Ragozin RO, Molchanova ZhI, Sviryaev YuV. Sleep-wake cycle regularity and cardiometabolic indicators. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry = Zhurnal nevrologii i psikhiatrii imeni S.S. Korsakova*. 2021;121(4):57–62. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/jnevro202112104157

Время и регулярность физической активности и сна влияют на обмен веществ и риск развития ожирения, сахарного диабета 2-го типа и некоторых других заболеваний [1, 2]. Одним из способов неинвазивной объективной оценки ритмичности активности и привычного ритма «сон — бодрствование» в течение нескольких дней является использование актиграфии. Методы оценки периодичности ритма «сон — бодрствование» являются параметрическими [3] или непараметрическими [4, 5] для количественного определения стабильности ритма «сон — бодрствование». Так как циркадианные ритмы «сон — бодрствование» не полностью соответствуют синусоидальной форме волны, важно оценивать ритмичность сна по непараметрическим показателям активности.

Цель исследования — оценка связи параметров ритма «сон—бодрствование» и кардиометаболических показателей.

Материал и методы

В исследование включены 103 человека из 1600 участников исследования ЭССЕ-РФ в Санкт-Петербурге 25—64 лет, согласившиеся на дополнительное инструментальное исследование: актиграфию на приборе Actigraph Actilife GT3X+ (США) в течение 7 дней. Оценивались показатели актиграфии, антропометрические показатели (рост, вес, индекс массы тела (ИМТ), окружность талии (ОТ) и бедер (ОБ)), проводилось измерение офисного артериального давления систолического (САД) и диастолического (ДАД) и забор крови натощак с определением лабораторных показателей (липопротеины низкой плотности (ЛПНП), липопротеины высокой плотности (ЛПВП), триглицериды (ТГ), альфа-липопротеин (α-ЛП), бета-липопротеин (β-ЛП), липопротеин (а) (ЛП(а)), глюкоза натощак, креатинин, скорость клубочковой фильтрации (СКФ), мочевая кислота, мочевина, микроальбуминурия, С-реактивный белок (СРБ), тиреотропный гормон (ТТГ), лептин, инсулин, адипонектин, кортизол, мозговой натрийуретический пептид).

Актиграф — компактный прибор размером с наручные часы, который оценивает двигательную активность по данным 3-осевого акселерометра, используются алгоритмы обработки полученных данных, классифицирующих состояние как сон или бодрствование, что позволяет оценить время нахождения в кровати, длительность засыпания и ночных пробуждений, продолжительность сна, его эффективность, и стабильность цикла «сон — бодрствование» [6]. Сравнение результатов изучения ритма «сон — бодрствование» по результатам актиграфии со временем начала секреции мелатонина показало высокую точность этого метода даже в группе лиц со свободным ритмом «сон — бодрствование» [7]. Длительность мониторирования актиграммы — 7 дней с обязательным включением выходных дней. Прибор размещался на поясе в дневное время (для оценки уровня физической активности) и на запястье недоминантной руки в ночное время (для более точной оценки движения во время сна). Все участники также заполнили 7-дневный дневник физической активности и дневник сна — бодрствования. После скачивания данных они обрабатывались в программе Actilife 6, оценка показателей сна проводилась по алгоритму Cole—Kripke (1992) [8] для взрослых людей. Данные актиграфии считались валидными в случае, если исследование проводилось 5 дней и более. Объем выполненной физической нагрузки

с акселерометра актиграфа оценивался по количеству шагов и длительности физической активности средней или высокой интенсивности с расчетом MET. Один MET — это количество энергии, затрачиваемое человеком в состоянии покоя и эквивалентное сжиганию 1 ккал/кг/ч. Отдельно оценивалась длительность физической нагрузки средней или высокой интенсивности, проведенной в непрерывных 10-минутных эпизодах. Адекватность физической нагрузки определялась по трем показателям: согласно количеству шагов в 1 нед — достаточным считался результат 70 000 шагов (около 10 000 шагов в день); согласно суммарной длительности физической активности умеренной и выраженной интенсивности — достаточным считался результат 300 мин/нед; согласно длительности физических нагрузок средней и высокой интенсивности, проведенной в непрерывных 10-минутных эпизодах, — достаточным считался результат 150 мин/нед [9].

Для непараметрического анализа двигательной активности результаты были импортированы из программы обработки данных актиграфии ActiLife v.6 и проанализированы с помощью пакета nparACT в программе R [4], позволяющего оценить показатели внутридневной вариабельности (ВВ) — показатель фрагментации ритма (от 0 до 2; чем выше, тем больше фрагментация), междудневной стабильности (МС) — показатель вариабельности ритма «сон — бодрствование» (от 0 до 1; чем выше, тем сильнее ритм синхронизирован с 24-часовым периодом), средний уровень активности за 5 ч с наименьшей (L5) и за 10 ч с наибольшей (M10) активностью, а также относительную амплитуду (ОА): соотношение M10/L5 (показатель контраста активности).

Результаты

С целью оценки ассоциации вариабельности и стабильности ритма «сон — бодрствование» и времени отхода ко сну с факторами риска сердечно-сосудистых заболеваний у 103 участников исследования «Эпидемиология сердечно-сосудистых заболеваний и их факторов риска в регионах РФ» (ЭССЕ-РФ) из Санкт-Петербурга проведен корреляционный анализ непараметрических показателей двигательной активности с показателями физической активности, сна, антропометрическими данными, уровнем офисного АД, данными по образу жизни и некоторыми лабораторными показателями. Средний возраст обследованных — 48,2 (25; 67) года, среди них 38 (36,9%) мужчин и 65 (63,1%) женщин, ИМТ — 27,1 (15,5; 43) кг/м^2, ОБ — 103,8 (62; 130) см, ОТ — 89,9 (44; 128) см. Средний уровень САД — 133,9 (102; 205) мм рт.ст., ДАД — 81,2 (51,0—121,5) мм рт.ст., частота сердечных сокращений (ЧСС) — 69,4 (46; 97) уд. в 1 мин. По данным актиграфии время нахождения в кровати — 437,3 (255,1; 613,0) мин, продолжительность сна — 413,8 (243,1; 581,5) мин, латентность ко сну — 2 (0; 11,5) мин; количество пробуждений — 7,3 (1,3; 20,3), длительность бодрствования после засыпания — 21,0 (2,6; 56,5) мин, эффективность сна — 94 (85,1; 99,3)%. Данные лабораторных показателей: уровень α-ЛП — 1,6 (1,0; 2,3) ммоль/л, адипонектин — 9,8 (0,21; 41,8) мг/мл, глюкоза натощак — 5,5 (3,9; 13,1) ммоль/л, инсулин — 74,5 (13,3; 227,4) мкЕд/мл, ЛП(а) — 0,24 (0,08; 1,35) г/л, кортизол — 544,8 (31; 1274) нмоль/л, креатинин — 69,6 (48,0; 207) мкмоль/л, мочевина — 304,0 (135; 574) мкмоль/л, лептин — 18,3 (0,6; 100) нг/мл, микроальбуминурия — 20 (0; 516) мг/ммоль, мозговой натрийуретический пептид — 51,9 (5,5; 284,8) пг/мл, общий холестерин — 5,4 (3,5; 8,2) ммоль/л, СРБ — 1,8 (0,04; 41,7) г/л, ТГ — 1,3 (0,28; 7,5) ммоль/л, ТТГ — 2,4 (0,2; 8,6) мкМЕ/мл. Показатели активности: расход энергии — 4491 (455; 15042) кКал, METs — 1,1 (1,0; 1,4), количество шагов в неделю — 69 660 (4827; 224 338), время в сидячем положении — 406 (30; 1200) мин, длительность ходьбы — 69 (10; 180) мин.

Непараметрические показатели ритма «сон — бодрствование» у обследуемой группы следующие: внутридневная вариабельность — 0,85 (0,43; 1,91), междудневная стабильность — 0,30 (0,07; 0,75), средний уровень активности в течение наиболее активных 10 ч (M10) — 855 (179; 3209), средний уровень активности в течение наименее активных 5 ч (L5) — 34,27 (0,24; 2878), относительная амплитуда (соотношение M10/L5) — 0,92 (0,61; 1).

Результаты корреляционного анализа **(см. таблицу)** не выявили связи непараметрических показателей ритма «сон — бодрствование» и показателей сна по результатам актиграфии — латентности ко сну, продолжительности сна, времени нахождения в кровати. Для L5 выявлены очень слабая отрицательная корреляция с эффективностью сна (r= –0,293, p=0,03) и положительная — с длительностью времени бодрствования после засыпания (r=0,222, p=0,04). Ожидаемо выявлена корреляция с показателями физической активности: слабая положительная между средним уровнем активности за самые активные 10 ч (M10) с METs (r=0,422, p=0,001), расходом энергии (r=0,362, p=0,011) и количеством шагов (r=0,361, p=0,001). Количество шагов также очень слабо коррелировало с МС (r=0,244, p=0,031). Длительность времени пребывания в сидячем положении слабо отрицательно коррелировала с M10 (r= –0,430, p=0,0001) и очень слабо — с ОА (r= –0,233, p=0,04), очень слабо положительно — с ВВ (r= –0,247, p=0,03). Антропометрические показатели ассоциировались также с данными по регулярности активности: вес — слабоотрицательно с МС (r= –0,249, p=0,028) и слабоотрицательно с ОА (r= –0,301, p=0,005), ОТ — слабоположительно с L5 (r=0,241, p=0,03) и слабоотрицательно с МС (r= –0,226, p=0,04). ОТ, ОБ и ИМТ очень слабоотрицательно коррелировали с ОА(r= –0,292, p=0,008; r= –0,252, p=0,024; r= –0,265, p=0,015 соответственно). ИМТ коррелировал с L5 (r=0,223, p=0,042). Была выявлена очень слабая отрицательная корреляция между МС и ДАД (r= –0,234, p=0,036). Среди лабораторных показателей выявлена слабая отрицательная корреляция между уровнем креатинина и ОА (r= –0,333, p=0,002) и очень слабая положительная с L5 (r=0,251, p=0,024). СРБ очень слабо положительно коррелировал с L5 (r=0,264, p=0,017) и ВВ (r=0,233, p=0,03) и слабо отрицательно — с ОА (r= –0,309, p=0,005). Слабо отрицательная корреляция выявлена для инсулина с МС (r= –0,221, p=0,047) и ОА (r= –0,264, p=0,017), ТГ с ОА (r= –0,220, p=0,05). Не выявлено корреляции непараметрических показателей двигательной активности с возрастом, ЧСС, показателями освещения, уровнями адипонектина, мозгового натрийуретического пептида, лептина, кортизола, ТТГ, инсулина, СРБ, микроальбуминурии, мочевины, креатинина, ЛПНП, ЛПВП, α-ЛП, β-ЛП и ЛП(а).

Обсуждение

Наше исследование — одно из первых, оценивающих связь регулярности и фрагментации ритма «сон — бодр-

Коэффициент корреляции Спирмена для непараметрических показателей ритма «сон — бодрствование» и кардиометаболических показателей

Spearman correlation coefficient for nonparametric sleep-wake indicators and cardiometabolic indicators

Показатель		L5	M10	MC	BB	OA
L5	Коэффициент корреляции	1,000	0,327**	–0,197	0,026	–0,876**
	p		0,002	0,067	0,808	0,000
M10	Коэффициент корреляции	0,327**	1,000	0,194	–0,023	0,097
	p	0,002		0,072	0,832	0,371
MC	Коэффициент корреляции	–0,197	0,194	1,000	–0,166	0,296**
	p	0,067	0,072		0,125	0,005
BB	Коэффициент корреляции	0,026	–0,023	–0,166	1,000	–0,087
	p	0,808	0,832	0,125		0,423
OA	Коэффициент корреляции	–0,876*	0,097	0,296*	–0,087	1,000
	p	0,000	0,371	0,005	0,423	
Латентность ко сну, мин	Коэффициент корреляции	0,117	0,106	–0,036	–0,052	–0,044
	p	0,398	0,444	0,797	0,707	0,751
Эффективность сна,%	Коэффициент корреляции	–0,293*	–0,240	0,138	–0,076	0,240
	p	0,032	0,080	0,321	0,584	0,081
Время нахождения в кровати, мин	Коэффициент корреляции	–0,008	–0,017	0,186	0,144	0,009
	p	0,952	0,902	0,178	0,300	0,947
Продолжительность сна, мин	Коэффициент корреляции	–0,066	–0,053	0,204	0,124	0,067
	p	0,636	0,702	0,139	0,371	0,631
Длительность ночных пробуждений, мин	Коэффициент корреляции	0,282*	0,216	–0,026	0,139	–0,233
	Знч. (2-сторон)	0,039	0,117	0,851	0,317	0,090
Расход энергии, кКал	Коэффициент корреляции	0,099	0,362*	–0,008	–0,184	0,108
	p	0,388	0,001	0,942	0,107	0,347
METs	Коэффициент корреляции	0,182	0,422*	0,094	0,021	0,028
	p	0,111	0,000	0,411	0,858	0,805
Время в сидячем положении, мин	Коэффициент корреляции	0,006	–0,430*	–0,140	0,247*	–0,233*
	p	0,956	0,000	0,220	0,029	0,040
Количество шагов	Коэффициент корреляции	0,060	0,361*	0,244*	–0,049	0,148
	p	0,604	0,001	0,031	0,668	0,197
Возраст, годы	Коэффициент корреляции	0,116	0,172	0,093	–0,050	–0,029
	p	0,290	0,115	0,397	0,648	0,793
ОБ, см	Коэффициент корреляции	0,176	–0,208	–0,181	0,104	–0,252*
	p	0,118	0,064	0,108	0,359	0,024
ОТ, см	Коэффициент корреляции	0,241*	–0,096	–0,226*	0,002	–0,292*
	p	0,030	0,394	0,042	0,987	0,008
САД, мм рт.ст.	Коэффициент корреляции	0,041	–0,180	–0,188	0,118	–0,091
	p	0,720	0,107	0,093	0,294	0,417
ДАД, мм рт.ст.	Коэффициент корреляции	0,032	–0,133	–0,234*	0,133	–0,084
	p	0,778	0,237	0,036	0,235	0,456
ЧСС, уд. в 1 мин	Коэффициент корреляции	0,153	0,135	–0,077	–0,049	–0,068
	p	0,172	0,228	0,495	0,661	0,547
ИМТ, кг/м^2	Коэффициент корреляции	0,223*	–0,053	–0,165	–0,040	–0,265*
	p	0,042	0,634	0,133	0,715	0,015
Длительность ходьбы, мин	Коэффициент корреляции	–0,160	0,051	0,104	–0,005	0,192
	p	0,181	0,672	0,388	0,969	0,108
Общий холестерин, ммоль/л	Коэффициент корреляции	0,007	0,032	–0,034	0,065	0,005
	p	0,948	0,777	0,765	0,566	0,962
ЛПНП, ммоль/л	Коэффициент корреляции	–0,002	0,044	–0,026	0,033	0,024
	p	0,986	0,698	0,816	0,771	0,834
ЛПВП, ммоль/л	Коэффициент корреляции	–0,096	0,099	–0,094	0,046	0,139
	p	0,399	0,381	0,409	0,683	0,220
ТГ, ммоль/л	Коэффициент корреляции	0,176	–0,120	–0,014	–0,056	–0,220*
	p	0,118	0,288	0,901	0,622	0,050
ЛП(а), ммоль/л	Коэффициент корреляции	–0,069	–0,182	–0,001	–0,039	–0,035
	p	0,540	0,103	0,996	0,727	0,755

Окончание таблицы см. на след. странице

Коэффициент корреляции Спирмена для непараметрических показателей ритма «сон — бодрствование» и кардиометаболических показателей. *(Окончание)*

Spearman correlation coefficient for nonparametric sleep-wake indicators and cardiometabolic indicators

Показатель		L5	M10	MC	BB	OA
α-ЛП, ммоль/л	Коэффициент корреляции	–0,159	0,105	–0,039	0,081	0,209
	p	0,160	0,356	0,728	0,475	0,062
β-ЛП, ммоль/л	Коэффициент корреляции	0,022	–0,002	–0,081	0,106	–0,032
	p	0,845	0,988	0,476	0,351	0,778
Глюкоза, ммоль/л	Коэффициент корреляции	0,057	–0,204	–0,201	–0,053	–0,143
	p	0,610	0,068	0,072	0,637	0,204
Креатинин, мкмоль/л	Коэффициент корреляции	0,089	–0,108	–0,096	0,004	–0,116
	p	0,428	0,335	0,394	0,969	0,301
Мочевина, ммоль/л	Коэффициент корреляции	0,251*	–0,104	–0,190	0,101	–0,333*
	p	0,024	0,353	0,090	0,368	0,002
Микроальбуминурия, мг/л	Коэффициент корреляции	0,175	–0,017	0,088	–0,052	–0,145
	p	0,119	0,880	0,436	0,646	0,199
СРБ, г/л	Коэффициент корреляции	0,264*	–0,042	–0,144	0,233*	–0,309*
	p	0,017	0,710	0,200	0,036	0,005
Инсулин, МкЕд/мл	Коэффициент корреляции	0,176	–0,177	–0,221*	0,006	–0,264*
	p	0,117	0,115	0,047	0,957	0,017
ТТГ, мкМЕ/мл	Коэффициент корреляции	0,040	–0,060	–0,014	0,076	–0,052
	p	0,720	0,596	0,901	0,502	0,645
Кортизол, нмоль/л	Коэффициент корреляции	0,031	–0,005	0,151	0,000	–0,070
	p	0,786	0,965	0,179	0,997	0,534
Мозговой натрийуретический пептид, Пг/мл	Коэффициент корреляции	–0,019	0,123	0,216	–0,148	0,114
	p	0,868	0,274	0,052	0,187	0,312
Лептин, Нг/мл	Коэффициент корреляции	0,153	0,049	–0,109	0,112	–0,130
	p	0,173	0,665	0,334	0,321	0,248
Адипонектин, мг/мл	Коэффициент корреляции	0,053	0,137	0,103	–0,011	0,007
	p	0,638	0,222	0,362	0,920	0,953

Примечание. * — $p<0,05$.
Note. * — $p<0.05$.

ствование» с кардиометаболическими показателями. Результаты анализа выявили в основном слабую корреляцию. Разные подходы в оценке регулярности сна ранее также показали негативный эффект нерегулярного режима сна на метаболизм. Предложенный T. Roenneberg и соавт. [10] термин «социальный джетлаг» описывает разницу между средненочным временем сна в рабочие и выходные дни. При этом хронотип человека оценивается по выходным дням, когда нет ограничений для времени пробуждения. При анкетировании более 65 тыс. респондентов выявлено, что социальный джетлаг является предиктором ожирения. Результаты эпидемиологического исследования среди латиноамериканцев [11] выявили, что каждые 10% снижения внутридневной стабильности сна ассоциировались с 3% повышением встречаемости артериальной гипертензии, повышением САД на 0,78 мм рт.ст., ДАД на 0,8 мм рт.ст. Выявленные корреляции не были значимыми после поправок на сменную работу. В нашем исследовании ДАД отрицательно коррелировало с МС. МС является индикатором высокой синхронизации с 24-часовым циклом освещения. Это означает, что более стабильный ритм «сон — бодрствование», один основных пунктов гигиены сна, может приводить к снижению ДАД. Увеличение МС также коррелировало с увеличением количества шагов, уменьшением веса, окружности талии и уровня инсулина. В отличие от данных J. Mitchell и соавт. [12] в нашем исследовании не выявлено связи показателей активности с возрастом, что может быть связано с небольшой выборкой и отсутствием лиц со значительными нарушениями ритма сна — детей и пожилых. Показатель системного воспаления — СРБ был связан с повышением активности во время сна, увеличением ВВ, снижением контраста дневной и ночной активности. Данные систематического обзора и метаанализа [13] подтверждают связь фрагментации сна с СРБ. Исследования также показывают снижение МС с возрастом, при неврологических заболеваниях и сидячем образе жизни. Хорошо синхронизированный циркадианный ритм ассоциирован с меньшей фрагментацией, менее выраженной ночной активностью и лучшими когнитивными, поведенческими и эмоциональными показателями [14]. Лица с бóльшим контрастом активности имели также меньшие ОТ, ОБ и ИМТ, ниже уровень инсулина. Высокий показатель ВВ говорит о наличии периодов дневного сна или повышении активности во время сна. Снижение ВВ ассоциировано с низким качеством сна [15]. В основе негативного влияния нерегулярного режима сна лежат механизмы десинхронизации циркадианных ритмов, что является результатом несоответствия между временем активности, освещения и физиологическими функциями, которые управляются внутренними биологическими часами [1]. Экспериментальные исследования на ночных животных с нарушением циркадианных генов и на людях показали, что изменение

24-часового ритма активности увеличивает потребление пищи в течение светового цикла, что приводит к увеличению жировой массы и нарушению метаболизма [2, 16].

Заключение

Режим и качество сна являются важными показателями, ассоциирующимися с кардиометаболическими показателями. Непараметрические данные активности ограниченны в практическом применении, так как в настоящее время еще нет нормативов по регулярности режима сна и фрагментации сна. Стабильный режим сна, высокая активность днем и низкая активность ночью ассоциированы с более благоприятным состоянием сердечно-сосудистой системы. Учитывая небольшую выборку, представляется актуальным дальнейшее продолжение исследований с увеличением выборки, включением лиц с подтвержденными нарушениями циркадианных ритмов «сон — бодрствование».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Bass J, Takahashi JS. Circadian integration of metabolism and energetics. *Science*. 2010;330(6009):1349-1354. https://doi.org/10.1126/science.1195027
2. Leproult R, Holmbäck U, Van Cauter E. Circadian misalignment augments markers of insulin resistance and inflammation, independently of sleep loss. *Diabetes*. 2014;63(6):1860-1869. https://doi.org/10.2337/db13-1546
3. Cornelissen G. Cosinor-based rhythmometry. *Theor Biol Med Model*. 2014;11:16. https://doi.org/10.1186/1742-4682-11-16
4. Blume C, Santhi N, Schabus M. 'nparACT'package for R: A free software tool for the non-parametric analysis of actigraphy data. *MethodsX*. 2016;3:430-435. https://doi.org/10.1016/j.mex.2016.05.006
5. Calogiuri G, Weydahl A, Carandente F. Methodological issues for studying the rest – activity cycle and sleep disturbances: a chronobiological approach using actigraphy data. *Biol Res Nurs*. 2013;15(1):5-12. https://doi.org/10.1177/1099800411416224
6. Бочкарев М.В., Коростовцева Л.С., Медведева Е.А., Свиряев Ю.В. Метод актиграфии для оценки характеристик сна и ритма сон—бодрствование. *Профилактическая медицина*. 2019;22(2):95-100. Bochkarev MV, Korostovtseva LS, Medvedeva EA, Sviryaev YuV. Actigraphy for estimation of the characteristics of sleep and sleep–wake rhythm. *The Russian Journal of Preventive Medicine*. 2019;22(2):95-100. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/profmed20192202195
7. Smith MT, McCrae CS, Cheung J, et al. Use of actigraphy for the evaluation of sleep disorders and circadian rhythm sleep-wake disorders: an American Academy of Sleep Medicine clinical practice guideline. *J Clin Sleep Med*. 2018;14(7):1231-1237. https://doi.org/10.5664/jcsm.7230
8. Cole RJ, Kripke DF, Gruen W, et al. Automatic sleep/wake identification from wrist activity. *Sleep*. 1992;15(5):461-469. https://doi.org/10.1093/sleep/15.5.461
9. World Health Organization. *Global Recommendations on Physical Activity for Health* [Internet]. Switzerland; 2010. Accessed Jan 19, 2021. https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979
10. Roenneberg T, Allebrandt KV, Merrow M, Vetter S. Social jetlag and obesity. *Current Biology*. 2012;22(10):939-943. https://doi.org/10.1016/j.cub.2012.03.038
11. Abbott SM, Weng J, Reid KJ, et al. Sleep timing, stability, and BP in the Sueño ancillary study of the Hispanic community health study/study of Latinos. *Chest*. 2019;155(1):60-68. https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.09.018
12. Mitchell JA, Quante M, Godbole S, et al. Variation in actigraphy-estimated rest-activity patterns by demographic factors. *Chronobiol Int*. 2017;34(8):1042-1056. https://doi.org/10.1080/07420528.2017.1337032
13. Irwin MR, Olmstead R, Carroll JE. Sleep disturbance, sleep duration, and inflammation: a systematic review and meta-analysis of cohort studies and experimental sleep deprivation. *Biol Psychiatry*. 2016;80(1):40-52. https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2015.05.014
14. Bromundt V, Köster M, Georgiev-Kill A, et al. Sleep-wake cycles and cognitive functioning in schizophrenia. *Br J Psychiatry*. 2011;198(4):269-276. https://doi.org/10.1192/bjp.bp.110.078022
15. Huang YL, Liu RY, Wang QS, et al. Age-associated difference in circadian sleep-wake and rest-activity rhythms. *Physiol Behav*. 2002;76(4-5):597-603. https://doi.org/10.1016/S0031-9384(02)00733-3
16. Baron KG, Reid KJ, Kern AS, Zee PC. Role of sleep timing in caloric intake and BMI. *Obesity*. 2011;19(7):1374-1381. https://doi.org/10.1038/oby.2011.100

Поступила 17.03.2020
Received 17.03.2020
Принята к печати 16.09.2020
Accepted 16.09.2020