



УДК 616-092.11
<https://doi.org/10.17816/MAJ81192>

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПОСЛЕДСТВИЯХ НЕДОСТАТКА СНА

Ю.В. Гаврилов

Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург, Россия

Для цитирования: Гаврилов Ю.В. Современные представления о последствиях недостатка сна // Медицинский академический журнал. 2022. Т. 22. № 1. С. 61–72. DOI: <https://doi.org/10.17816/MAJ81192>

Рукопись получена: 27.09.2021

Рукопись одобрена: 07.03.2022

Опубликована: 30.03.2022

Недостаток сна, который в современном мире приобретает «эпидемический» характер, нарушает нормальную функцию систем и органов человека. Знания в области физиологии сна и влияния его недостатка на организм за последние годы расширились, что позволяет по-новому оценить масштаб и глубину проблемы. В обзоре обобщены современные представления о влиянии недостатка сна на хронические заболевания и патологические процессы с учетом различных систем организма. Проанализированы исследования последнего времени, раскрывающие негативное влияние недостатка сна на течение различных заболеваний. Использование новых знаний о влиянии сна на здоровье человека и последствиях при его недостатке открывает дополнительные возможности в экспериментальной и клинической работе. Представленные в настоящем обзоре современные данные могут активно применяться в диагностике и терапии в рамках интегративной медицины.

Ключевые слова: недостаток сна; цикл «сон – бодрствование»; хронические заболевания; циркадный ритм.

MODERN UNDERSTANDING OF THE CONSEQUENCES OF LACK OF SLEEP

Yury V. Gavrilov

Institute of Experimental Medicine, Saint Petersburg, Russia

For citation: Gavrilov YuV. Modern understanding of the consequences of lack of sleep. *Medical Academic Journal*. 2022;22(1):61–72. DOI: <https://doi.org/10.17816/MAJ81192>

Received: 27.09.2021

Accepted: 07.03.2022

Published: 30.03.2022

Sleep deficit disrupts the normal function of systems and organs in humans and becomes “epidemic” in nature. Knowledge of the physiology of sleep and the impact of sleep deprivation on the body has expanded in recent years and allows a new assessment of the scale and depth of the problem. In the review summarizes current ideas about the effect of lack of sleep on chronic diseases and pathological processes, taking into account various body systems. Different reviews and studies over the past years have been analyzed, related to lack of sleep which contributes to the development of various diseases, have been analyzed. The use of new information about the impact of sleep on human health and the consequences of its lack opens up additional perspectives in understanding experimental and clinical work. This information can be actively used in diagnostics and therapy within the framework of integrative medicine.

Keywords: sleep deficit; sleep-wake cycle; chronic diseases; circadian rhythm.

Введение

Последние 30 лет в мире активно развивается перспективное направление «медицина сна» (англ. sleep medicine), которое изучает физиологию и патологию цикла «сон – бодрствование» и его взаимосвязь с хроническими заболеваниями. В данном обзоре термин «недостаток сна» будет использоваться как обобщенное понятие, включающее количественные изменения в виде уменьшения продолжительности сна, а также изменения качественные, проявляющиеся в нарушении числа и/или длительности фаз сна.

В работе представлены результаты исследований последних лет, посвященные недостатку сна и его последствиям.

Несмотря на то что сон — неотъемлемая часть существования (человек спит треть своей жизни [1]), до середины XX в. многие ученые считали, что сон не имеет смысла с точки зрения биологического феномена. Один из известных исследователей сна А. Rechtschaffen (1998) писал: «Сон сохранился в эволюции, хотя он явно неадекватен по отношению к другим функциям.

Во сне мы не производим потомство, не защищаем и не воспитываем детей, не собираем еду, не зарабатываем деньги, не работаем и т. д. Жертвование такими важными делами противоречит логике естественного отбора, если сон не выполняет равные или более важные функции» [2]. Позднее, благодаря новым фундаментальным и клиническим исследованиям в сомнологии, отношение ко сну стало меняться. Так, выявлено, что цикл «сон — бодрствование» регулируется некоторыми нейромедиаторными системами и отдельными структурами головного мозга [3].

Сон для всех живых организмов — важнейшая составляющая часть существования [4]. Он необходим для восстановления функций центральной нервной системы [5], уравнивания катаболической активности, формирующейся во время бодрствования, и для переключения на анаболическую активность во время сна и т. д. [6].

Сон влияет на две основные эффекторные системы: гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось и симпатическую нервную систему, которые в свою очередь регулируют адаптивные и врожденные иммунные реакции. Так, во время сна уровень кортизола, адреналина и норадреналина в крови падает, а гормонов, которые поддерживают рост клеток, таких как гормон роста, пролактин и мелатонин, — резко повышается [7]. Помимо гормональных реакций, метаболические процессы коррелируют с физиологическими изменениями сна [8] и его нарушениями [9].

Сон играет большую роль в психофизиологических процессах: компенсирует состояния, вызванные эмоциональным или социальным стрессом, активизирует творческое мышление, аналитическую функцию, существенно влияет на способность к концентрации внимания. Сон занимает большое место в формировании краткосрочной и долгосрочной памяти. Предполагается, что 3-я и 4-я стадии NREM-сна (англ. non-rapid eye movement — фаза медленного сна), собственно медленный сон (англ. slow-wave sleep — SWS), значительно влияют на консолидацию приобретенных воспоминаний, в то время как REM-сон (англ. rapid eye movement — фаза быстрого сна) стабилизирует сформированные воспоминания [10].

Человек — единственное живое существо, которое намеренно, без витальной угрозы отказывается от сна или сокращает его, хотя от сна зависит его здоровье и качество жизни. Недостаток сна у человека может быть связан с особенностями образа жизни, режимом работы, сомнологическими нарушениями или острыми и хроническими заболеваниями.

Авторы метаанализа исследований, которые проводили на добровольцах в течение всей их

жизни, выявили, что каждый четвертый человек спал меньше, чем необходимо (в среднем 8 ч) [11]. По данным Всемирной организации здравоохранения, 2/3 взрослого населения индустриальных стран спят менее рекомендованных 8 ч (в среднем) в сутки [12]; около 30 % взрослого населения — менее 6 ч [13]; 40 % населения Западной Европы [14] и около 25 % населения США страдают бессонницей [15]. И это неполные данные, так как в ряде случаев субъективные жалобы на нарушение сна со стороны обследуемого, при реальных сомнологических изменениях, отсутствуют [16].

Последствия недостатка сна могут быть разрушительны для организма. Впервые экспериментально русский ученый М.М. Манасеина (1890) обнаружила серьезные патологические изменения в головном мозге при недостатке сна. Так, у собак при депривации сна более 3 сут в головном мозге возникают множественные кровоизлияния [17]. Подобные исследования показывают важность сна и негативные последствия при его недостатке. Крысы умирают примерно через две-три недели после полного лишения сна [18] или примерно через пять недель избирательного лишения REM-сна [18], который обычно составляет 7–10 % жизни взрослой крысы. Позднее появились как экспериментальные, так и клинические доказательства развития дисфункций и заболеваний различных систем и органов при недостатке сна. На некоторых из них остановимся подробнее. В данном обзоре мы попытаемся представить и систематизировать полученные за последние годы исследования, посвященные влиянию недостатка сна на хронические заболевания и на развитие патологических процессов.

Заболевания психики при недостатке сна

Негативное влияние недостатка сна на возникновение, рецидивы и клиническое течение психических расстройств хорошо известны, однако на практике клиницисты не всегда уделяют достаточно внимания этим проблемам. Ведущие исследователи цикла «сон — бодрствование» отмечают фундаментальное влияние сна на психику [19, 20]. Сон — одна из шести ключевых областей человеческого функционирования, которые могут повлиять на психическое здоровье [21]. Недостаток сна не только изменяет эмоциональное состояние [22], он — важный фактор развития психических нарушений (депрессия, тревожно-фобические расстройства, склонность к суициду и т. д.) [23–28]. Авторы метаанализа полисомнографических исследований показали, что сон нарушен у пациентов с различными психическими

заболеваниями [29]. Известно, что лишение сна у здоровых людей может вызывать паранойяльные синдромы и галлюцинации [30]. Так, результаты исследования с участием 3755 студентов показали, что бессонница является одним из факторов возникновения бреда и галлюцинаций [31]. Бредовые идеи уменьшаются по мере улучшения проблем со сном [32]. Нарушения сна и циркадных ритмов наблюдаются во всех фазах биполярных расстройств и напрямую связаны с суицидальными попытками [33]. Почти у 80 % пациентов перед первым эпизодом психоза присутствовали нарушения сна [34]. У большинства пациентов с шизофренией проблемы со сном возникали до появления бреда [35]. Молекулярно-генетическое исследование продемонстрировало, что полигенный риск шизофрении связан с короткой продолжительностью сна [36]. По данным метаанализа 34 когортных исследований с участием более 150 000 чел., бессонница удваивает относительный риск развития депрессии [37]. В то же время коррекция недостатка сна на ранней стадии развития психических нарушений может быть превентивной стратегией возникновения клинических расстройств [38, 39].

Заболевания центральной нервной системы при недостатке сна

Недостаток сна в развитии и поддержании заболеваний центральной нервной системы также является важным фактором. Нейродегенеративные заболевания — наиболее изучаемые в отношении влияния дефицита сна на их развитие [40, 41]. Так, более 60 % пациентов с болезнью Альцгеймера страдают различными видами нарушения сна. В свою очередь недостаток сна у пожилых людей может провоцировать развитие болезни Альцгеймера [42–44], а также других нейродегенеративных нарушений центральной нервной системы — вероятно, из-за недостатка активности лимфатической системы головного мозга [45, 46]. Предполагается, что снижение уровня мелатонина вследствие дегенерации нейронов супрахиазматического ядра [47] может быть одной из причин развития болезни Альцгеймера [48]. Зона повреждения головного мозга при болезни Альцгеймера совпадает со структурами центральной нервной системы, участвующими в поддержании REM-сна [49, 50]. Существует гипотеза, что тау-белок в этих структурах может вызывать нарушения сна за годы до начала нейродегенеративного заболевания, и если такое нарушение специфическое, оно может служить ранним диагностическим биомаркером [51]. Эти данные указывают на то, что недостаток сна может быть не только

фактором риска развития болезни Альцгеймера, но представлять собой новую мишень для лечения и, возможно, для профилактики данного заболевания [52].

Влияние недостатка сна на развитие сердечно-сосудистых заболеваний

Короткая продолжительность сна оказывает выраженное влияние на риск сердечно-сосудистых заболеваний [53–57]. Данные метаанализа проспективных исследований показывают, что короткая продолжительность сна повышает риск возникновения гипертонической болезни [58, 59], увеличения смертности от ишемической болезни сердца и инсульта, которые не были связаны с течением сердечно-сосудистых заболеваний [60]. Это положение подтверждается приведенными в работах [61, 62] данными: сон менее 7 ч в сутки вызывает повышенный, а менее 5 ч — наибольший риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [63].

Изменение функций иммунной системы при недостатке сна

Нарушение сна или недосыпание влияют на врожденный и приобретенный иммунитет [7, 64], изменяя функцию иммунной системы, включая цитокиновые и транскрипционные пути [65–68]. Однократное сокращение ночного сна до 3 ч вызывает снижение на 72 % литической активности NK-клеток крови у человека [69], а 40-часовая депривация сна — существенное повышение уровня провоспалительных цитокинов [70]. В результате ограничения сна увеличивается риск развития острых и поддержания хронических инфекционных заболеваний [71], пневмонии [72], острой респираторной вирусной инфекции [73], усугубления течения ВИЧ [74] и др. Нарушается формирование антител после вакцинации от гепатита А [75], гепатита В [76], гриппа А [77]. В то же время после медикаментозного сна появляется возможность восстановления выработки антител на вакцину против опоясывающего лишая у пожилых людей [78]. Последние данные о взаимном влиянии сна и иммунной системы наиболее полно представлены в обзорах M.R. Irwin (2015) [65], L. Besedovsky и соавт. (2019) [79] и S. Garbarino и соавт. (2021) [80].

Недостаток сна вызывает не только снижение иммунологической реактивности организма и, как следствие, инфекционные и аутоиммунные заболевания, но, в частности, подавляет противоопухолевый иммунитет, стимулируя рост онкологических заболеваний, проявляющихся в различных системах и органах.

Влияние недостатка сна на развитие онкологических заболеваний

Короткая продолжительность сна или его отсутствие, нарушение циркадного ритма повышают риск развития рака [70, 81]. У работающих в течение длительного времени в ночную смену умеренно повышен риск злокачественных новообразований эпителия молочной железы, толстой кишки и эндометрия, а также неходжкинской лимфомы [82–84], значительно увеличивается вероятность развития рака простаты [85, 86]. Международное агентство по изучению рака констатирует: существует достаточно экспериментальных и клинических данных, которые подтверждают, что нарушение циркадного ритма является канцерогенным фактором [81]. Посменная работа и сопутствующие ей нарушения циркадного ритма способствуют эпигенетической модификации циркадных генов, которые служат регуляторами транскрипции и влияют на экспрессию многих генов, связанных с развитием рака, участвуют в регуляции деления клеток и репарации ДНК. Всемирная организация здравоохранения, подтвердив эти исследования, включила посменную ночную работу в список вероятных канцерогенов [87]. В исследовании European Prospective Investigation of Cancer and Nutrition ($n = 23\ 620$) выявлено следующее: у участников эксперимента с продолжительностью сна менее 6 ч был значительно повышен риск рака по сравнению с теми, кто сообщил о 7-часовом сне, что адекватно повышению риска инсульта из-за общих хронических заболеваний [88].

Эндокринные заболевания и недостаток сна

Недостаток сна может провоцировать и поддерживать течение таких заболеваний, как сахарный диабет [89], ожирение [90], снижать уровень тестостерона [91], вызывать дисбаланс женских половых [92, 93] и тиреоидных гормонов [94], а также гормонов надпочечников [7] и т. д. Некоторые данные о влиянии недостатка сна на эндокринную систему рассмотрим более подробно.

Согласно современным исследованиям в области генетики и нейробиологии, существуют молекулярные пути взаимодействия циркадной системы и углеводного обмена, дисфункция которых при нарушении циркадного ритма у человека вызывает ожирение и сахарный диабет [8]. Ограничение сна существенно влияет на репродуктивную функцию как мужчин, так и женщин [93]. Выявлена выраженная корреляция между здоровым сном и секрецией гонадотропин-рилизинг-гормона [95], который играет основную роль в репродуктивной функ-

ции. При недосыпании увеличение продолжительности ночного сна только на час повышает сексуальную активность на 14 % [96]. В то же время через неделю после ограничения ночного сна у мужчин до 30 лет наблюдалось снижение дневного уровня тестостерона на 10–15 % [92]. С возрастом уменьшение содержания тестостерона при недостатке сна существенно возрастает [97, 98]. Помимо снижения уровня тестостерона, у мужчин при недостатке сна уменьшаются в размерах яички [99], снижается численность сперматозоидов на 29 %, ухудшается качество спермы [100], что происходит отчасти из-за увеличения выработки семенных антиспермальных антител [101]. Недостаток сна у женщин приводит к дисбалансу уровня женских половых гормонов, нарушению функции менструального цикла и снижению репродуктивной активности [92, 102, 103]. В результате недостатка сна как у животных, так и у человека снижается сексуальность и фертильность [104]. При недосыпании родителей у потомства снижается сексуальная мотивация [105], что вероятно, происходит вследствие генетических изменений.

Генетические изменения, связанные с недостатком сна

Недостаток сна вызывает существенные изменения в геноме и эпигеноме человека, что, вероятно, является основной причиной развития хронических заболеваний. У мышей ограничение сна приводит к 80 % сокращению циркадного транскриптома в головном мозге и существенному нарушению транскриптома печени. Ограничение сна в течение 2 нед. у мышей нарушает суточную ритмичность транскриптома печени в гораздо большей степени, чем в супрахиазматическом ядре гипоталамуса, месте главного циркадного регулятора [106]. Это подтверждено в работе [107]: потеря сна влияет на транскриптом печени в большей степени, чем на транскриптом головного мозга. У людей ограничение сна приводит к снижению циркадного транскриптома в цельной крови на 1,9 %. Когда сон смещается с ночного на дневное время, 97 % ритмических генов становятся аритмичными, а у одной трети всех генов обнаруживают изменения во временных профилях экспрессии [108].

Анализ исследования транскриптома у 26 участников с недостатком сна в течение недели показал, что 711 генов были активированы или подавлены. Среди активированных генов оказались те, которые связаны с хроническим воспалением, клеточным стрессом — факторами, вовлеченными в возникновение сердечно-сосудистых заболеваний. Снижение активации отме-

чалось в тех генах, которые участвуют в стабилизации метаболизма. Недостаток сна снижал количество генов с циркадным профилем экспрессии, участвующих в гомеостазе сна, оксидативном стрессе и метаболизме. Эти изменения влияли на модификацию хроматина, регуляцию экспрессии генов, метаболизм макромолекул, а также воспалительные, иммунные и стрессовые реакции [109].

Поведенческие характеристики после недосыпания в значительной степени передаются по наследству, что выявлено при изучении сна у близнецов [110]. Лишение сна приводило к существенным изменениям экспрессии генов [111–113], а определенный паттерн экспрессии генов может быть связан с различными уровнями чувствительности к депривации сна [114]. Лица с нарушенным циркадным ритмом [115], страдающие ожирением, восприимчивые к стрессу и нарушению сна [116], женщины с нарушением сна [117] имеют длину теломер лейкоцитов значительно меньше по сравнению с теми, у которых этих нарушений нет. У детей с более кратковременным сном, чем у сверстников, также были обнаружены более короткие теломеры [118].

Заключение

Таким образом, недостаток сна влияет на геном, эпигеном и транскриптом человека, нарушая его циркадную регуляцию, приводит к развитию различных хронических заболеваний и влияет на здоровье последующего поколения.

Для изучения патогенеза различных заболеваний или оценки состояния больного и подбора терапии необходимо учитывать факторы, влияющие на цикл «сон – бодрствование», а также наличие нарушения или недостатка сна. Фундаментальный подход к изучению человека, опирающийся на витальные потребности организма, позволяет по-новому оценивать пути исследования и лечения заболеваний. Знания, полученные учеными в области медицины сна, позволят глубже понять физиологию и патологию центральной регуляции цикла «сон – бодрствование» и открыть новые возможности в развитии интегративной медицины.

Дополнительная информация

Финансирование. Исследование не было поддержано какими-либо внешними источниками финансирования.

Соблюдение этических норм. В статье отсутствовал объект исследований, требующий разрешения для соблюдения этических норм.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Вклад автора. Ю.В. Гаврилов разработал концепцию, провел подбор литературы и написал текст статьи.

Additional information

Funding. This study was not supported by any external sources of funding.

Ethical approval. The article did not contain an object of study requiring permission to comply with ethical standards.

Conflict of interest. The author declare no conflict of interest.

Author contribution. Yu.V. Gavrilov developed the concept, selected literature and wrote the text of the article.

Список литературы

1. Aminoff M.J., Boller F., Swaab D.F. We spend about one-third of our life either sleeping or attempting to do so // *Handb. Clin. Neurol.* 2011. Vol. 98. P. vii. DOI: 10.1016/B978-0-444-52006-7.00047-2
2. Rechtschaffen A. Current perspectives on the function of sleep // *Perspect. Biol. Med.* Spring. 1998. Vol. 41, No. 3. P. 360. DOI: 10.1353/pbm.1998.0051
3. McGinty D., Szymusiak R. Neural control of sleep in mammals // *Principles and practice of sleep medicine*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier, 2017. P. 62–77
4. Kushida C. *Encyclopedia of Sleep*. Amsterdam: Elsevier, 2013.
5. Bellesi M., Bushey D., Chini M. et al. Contribution of sleep to the repair of neuronal DNA double-strand breaks: evidence from flies and mice // *Sci. Rep.* 2016. Vol. 6. P. 36804. DOI: 10.1038/srep36804
6. Datta S. Cellular and chemical neuroscience of mammalian sleep // *Sleep Med.* 2010. Vol. 11, No. 5. P. 431–440. DOI: 10.1016/j.sleep.2010.02.002
7. Besedovsky L., Lange T., Born J. Sleep and immune function // *Pflugers Arch.* 2012. Vol. 463, No. 1. P. 121–137. DOI: 10.1007/s00424-011-1044-0
8. Huang W., Ramsey K.M., Marcheva B., Bass J. Circadian rhythms, sleep, and metabolism // *J. Clin. Invest.* 2011. Vol. 121, No. 6. P. 2133–2141. DOI: 10.1172/JCI46043
9. Humer E., Pieh C., Brandmayr G. Metabolomics in sleep, insomnia and sleep apnea // *Int. J. Mol. Sci.* 2020. Vol. 21, No. 19. P. 7244. DOI: 10.3390/ijms21197244
10. Rasch B., Born J. About sleep's role in memory // *Physiol. Rev.* 2013. Vol. 93, No. 2. P. 681–766. DOI: 10.1152/physrev.00032.2012
11. Kocovska D., Lysen T.S., Dotinga A. et al. Sleep characteristics across the lifespan in 1.1 million people from the Netherlands, United Kingdom and United States: a systematic review and meta-analysis // *Nat. Hum. Behav.* 2021. Vol. 5, No. 1. P. 113–122. DOI: 10.1038/s41562-020-00965-x
12. Walker M. *Why we sleep: The new science of sleep and dreams*. New York, Scribner, 2017.
13. National Center for Health Statistics. Quick Stats: Percentage of adults who reported an average of 66h of sleep per 24-h period, by sex and age group—United States, 1985 and 2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2005.

14. Ohayon M.M., Lemoine P. Sommeil et principaux indicateurs d'insomnie dans la population générale française [Sleep and insomnia markers in the general population] // *Encephale*. 2004. Vol. 30, No. 2. P. 135–140. DOI: 10.1016/s0013-7006(04)95423-1
15. LeBlanc M., Merette C., Savard J. et al. Incidence and risk factors of insomnia in a population-based sample // *Sleep*. 2009. Vol. 32, No. 8. P. 1027–1037. DOI: 10.1093/sleep/32.8.1027
16. Imbach L.L., Valko P.O., Li T. et al. Increased sleep need and daytime sleepiness 6 months after traumatic brain injury: a prospective controlled clinical trial // *Brain*. 2015. Vol. 138, No. Pt 3. P. 726–735. DOI: 10.1093/brain/awu391
17. De Manacéine M. Le surmenage mentale dans la civilisation modern. Effects causesremudes. Paris, 1890.
18. Everson C.A., Bergmann B.M., Rechtschaffen A. Sleep deprivation in the rat: III. Total sleep deprivation // *Sleep*. 1989. Vol. 12, No. 1. P. 13–21. DOI: 10.1093/sleep/12.1.13
19. Riemann D., Berger M., Voderholzer U. Sleep and depression—results from psychobiological studies: an overview // *Biol. Psychol.* 2001. Vol. 57, No. 1. P. 67–103. DOI: 10.1016/s0301-0511(01)00090-4
20. Wulff K., Gatti S., Wettstein J.G., Foster R.G. Sleep and circadian rhythm disruption in psychiatric and neurodegenerative disease // *Nat. Rev. Neurosci.* 2010. Vol. 11, No. 8. P. 589–599. DOI: 10.1038/nrn2868
21. Kozak M.J., Cuthbert B.N. The NIMH Research Domain Criteria initiative: background, issues, and pragmatics // *Psychophysiology*. 2016. Vol. 53, No. 3. P. 286–297. DOI: 10.1111/psyp.12518
22. Cote K.A., McCormick C.M., Geniole S.N. et al. Sleep deprivation lowers reactive aggression and testosterone in men // *Biol. Psychol.* 2013. Vol. 92, No. 2. P. 249–256. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2012.09.011
23. Hertenstein E., Feige B., Gmeiner T. et al. Insomnia as a predictor of mental disorders: a systematic review and meta-analysis // *Sleep Med. Rev.* 2019. Vol. 43. P. 96–105. DOI: 10.1016/j.smrv.2018.10.006
24. Bishop T., Walsh P., Ashrafioun L. et al. Sleep, suicide behaviors, and the protective role of sleep medicine // *Sleep Med.* 2020. Vol. 66. P. 264–270. DOI: 10.1016/j.sleep.2019.07.01
25. Hombali A., Seow E., Yuan Q. et al. Prevalence and correlates of sleep disorder symptoms in psychiatric disorders // *Psychiatry Res.* 2019. Vol. 279. P. 116–122. DOI: 10.1016/j.psychres.2018.07.009
26. Emert S.E., Tutek J., Lichstein K.L. Associations between sleep disturbances, personality, and trait emotional intelligence // *Pers. Individ. Dif.* 2017. Vol. 107. P. 195–200. DOI: 10.1016/j.paid.2016.11.050
27. Wehr T.A., Sack D.A., Rosenthal N.E. Sleep reduction as a final common pathway in the genesis of mania // *Am. J. Psychiatry*. 1987. Vol. 144, No. 2. P. 201–204. DOI: 10.1176/ajp.144.2.201
28. Lewis K.S., Gordon-Smith K., Forty L. et al. Sleep loss as a trigger of mood episodes in bipolar disorder: individual differences based on diagnostic subtype and gender // *Br. J. Psychiatry*. 2017. Vol. 211, No. 3. P. 169–174. DOI: 10.1192/bjp.bp.117.202259
29. Baglioni C., Nanovska S., Regen W. et al. Sleep and mental disorders: a meta-analysis of polysomnographic research // *Psychol. Bull.* 2016. Vol. 142, No. 9. P. 969–990. DOI: 10.1037/bul0000053
30. Petrovsky N., Ettinger U., Hill A. et al. Sleep deprivation disrupts prepulse inhibition and induces psychosis-like symptoms in healthy humans // *J. Neurosci.* 2014. Vol. 34, No. 27. P. 9134–9140. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0904-14.2014
31. Freeman D., Sheaves B., Goodwin G.M. et al. The effects of improving sleep on mental health (OASIS): a randomised controlled trial with mediation analysis // *Lancet Psychiatry*. 2017. Vol. 4, No. 10. P. 749–758. DOI: 10.1016/S2215-0366(17)30328-0
32. Koyanagi A., Stickley A. The Association between sleep problems and psychotic symptoms in the general population: a global perspective // *Sleep*. 2015. Vol. 38, No. 12. P. 1875–1885. DOI: 10.5665/sleep.5232
33. Benard V., Etain B., Vaiva G. et al. Sleep and circadian rhythms as possible trait markers of suicide attempt in bipolar disorders: An actigraphy study // *J. Affect Disord.* 2019. Vol. 244. P. 1–8. DOI: 10.1016/j.jad.2018.09.054
34. Reeve S., Sheaves B., Freeman D. Sleep disorders in early psychosis: incidence, severity, and association with clinical symptoms // *Schizophr. Bull.* 2019. Vol. 45, No. 2. P. 287–295. DOI: 10.1093/schbul/sby129
35. Freeman D., Morrison A., Bird J.C. et al. The weeks before 100 persecutory delusions: the presence of many potential contributory causal factors // *BJPsych. Open.* 2019. Vol. 5, No. 5. P. e83. DOI: 10.1192/bjo.2019.67
36. Reed Z.E., Jones H.J., Hemani G. et al. Schizophrenia liability shares common molecular genetic risk factors with sleep duration and nightmares in childhood // *Wellcome Open Res.* 2019. Vol. 4. P. 15. DOI: 10.12688/wellcomeopenres.15060.2
37. Li L., Wu C., Gan Y. et al. Insomnia and the risk of depression: a meta-analysis of prospective cohort studies // *BMC Psychiatry*. 2016. Vol. 16, No. 1. P. 375. DOI: 10.1186/s12888-016-1075-3
38. Freeman D., Sheaves B., Waite F. et al. Sleep disturbance and psychiatric disorders // *Lancet Psychiatry*. 2020. Vol. 7, No. 7. P. 628–637. DOI: 10.1016/S2215-0366(20)30136-X
39. Gica Ş., Selvi Y. Sleep interventions in the treatment of schizophrenia and bipolar disorder // *Noro. Psikiyat. Ars.* 2021. Vol. 58, No. Suppl 1. P. S53–S60. DOI: 10.29399/npa.27467
40. Dong H., Wang J., Yang Y.F. et al. Dorsal striatum dopamine levels fluctuate across the sleep-wake cycle and respond to salient stimuli in mice // *Front. Neurosci.* 2019. Vol. 13. P. 242. DOI: 10.3389/fnins.2019.00242
41. Bishir M., Bhat A., Essa M.M. et al. Sleep deprivation and neurological disorders // *Biomed. Res. Int.* 2020. Vol. 2020. P. 5764017. DOI: 10.1155/2020/5764017
42. Lim A.S., Yu L., Kowgier M. et al. Modification of the relationship of the apolipoprotein E ϵ 4 allele to the risk of Alzheimer disease and neurofibrillary tangle density by sleep // *JAMA Neurol.* 2013. Vol. 70, No. 12. P. 1544–1551. DOI: 10.1001/jamaneurol.2013.4215
43. Osorio R.S., Pirraglia E., Agüera-Ortiz L.F. et al. Greater risk of Alzheimer's disease in older adults with insomnia // *J. Am. Geriatr. Soc.* 2011. Vol. 59, No. 3. P. 559–562. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2010.03288
44. Romanella S.M., Roe D., Tatti E. et al. The sleep side of aging and Alzheimer's disease // *Sleep Med.* 2021. Vol. 77. P. 209–225. DOI: 10.1016/j.sleep.2020.05.029
45. Xie L., Kang H., Xu Q. et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain // *Science*. 2013. Vol. 342, No. 6156. P. 373–377. DOI: 10.1126/science.1241224
46. Christensen J., Yamakawa G.R., Shultz S.R. et al. Is the glymphatic system the missing link between sleep impairments and neurological disorders? Examining the implications and

- uncertainties // *Prog. Neurobiol.* 2021. Vol. 198. P. 101917. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2020.101917
47. Mishima K., Tozawa T., Satoh K. et al. Melatonin secretion rhythm disorders in patients with senile dementia of Alzheimer's type with disturbed sleepwaking // *Biol. Psychiatry.* 1999. Vol. 45, No. 4. P. 417–421. DOI: 10.1016/s0006-3223(97)00510-6
 48. Bedrosian T.A., Nelson R.J. Pro: Alzheimer's disease and circadian dysfunction: chicken or egg? // *Alzheimers Res. Ther.* 2012. Vol. 4, No. 4. P. 25. DOI: 10.1186/alzrt128
 49. Kang J.E., Lim M.M., Bateman R.J. et al. Amyloid-beta dynamics are regulated by orexin and the sleep-wake cycle // *Science.* 2009. Vol. 326, No. 5955. P. 1005–1007. DOI: 10.1126/science.1180962
 50. Lim A.S., Ellison B.A., Wang J.L. et al. Sleep is related to neuron numbers in the ventrolateral preoptic/intermediate nucleus in older adults with and without Alzheimer's disease // *Brain.* 2014. Vol. 137, No. Pt 10. P. 2847–2861. DOI: 10.1093/brain/awu222
 51. Holth J., Patel T., Holtzman D.M. Sleep in Alzheimer's disease – beyond amyloid // *Neurobiol. Sleep Circadian. Rhythms.* 2017. Vol. 2. P. 4–14. DOI: 10.1016/j.nbscr.2016.08.002
 52. Mander B.A., Winer J.R., Jagust W.J. et al. Sleep: a novel mechanistic pathway, biomarker, and treatment target in the pathology of Alzheimer's disease? // *Trends Neurosci.* 2016. Vol. 39, No. 8. P. 552–566. DOI: 10.1016/j.tins.2016.05.002
 53. Mallon L., Broman J.E., Hetta J. Sleep complaints predict coronary artery disease mortality in males: a 12-year follow-up study of a middle-aged Swedish population // *J. Intern. Med.* 2002. Vol. 251, No. 3. P. 207–216. DOI: 10.1046/j.1365-2796.2002.00941.x
 54. Ayas N.T., White D.P., Manson J.E. et al. A prospective study of sleep duration and coronary heart disease in women // *Arch. Intern. Med.* 2003. Vol. 163, No. 2. P. 205–209. DOI: 10.1001/archinte.163.2.205
 55. Hoevenaer-Blom M.P., Spijkerman A.M., Kromhout D. et al. Sleep duration and sleep quality in relation to 12-year cardiovascular disease incidence: the MORGEN study // *Sleep.* 2011. Vol. 34, No. 11. P. 1487–1492. DOI: 10.5665/sleep.1382
 56. Cote K.A., McCormick C.M., Geniole S.N. et al. Sleep deprivation lowers reactive aggression and testosterone in men // *Biol. Psychol.* 2013. Vol. 92, No. 2. P. 249–256. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2012.09.011
 57. Hombali A., Seow E., Yuan Q. et al. Prevalence and correlates of sleep disorder symptoms in psychiatric disorders // *Psychiatry Res.* 2019. Vol. 279. P. 116–122. DOI: 10.1016/j.psychres.2018.07.009
 58. Wang Q., Xi B., Liu M. et al. Short sleep duration is associated with hypertension risk among adults: a systematic review and meta-analysis // *Hypertens Res.* 2012. Vol. 35, No. 10. P. 1012–1018. DOI: 10.1038/hr.2012.91
 59. Grandner M.A., Perlis M.L. Short sleep duration and insomnia associated with hypertension incidence // *Hypertens Res.* 2013. Vol. 36, No. 11. P. 932–933. DOI: 10.1038/hr.2013.83
 60. Cappuccio F.P., Cooper D., D'Elia L. et al. Sleep duration predicts cardiovascular outcomes: a systematic review and meta-analysis of prospective studies // *Eur. Heart J.* 2011. Vol. 32, No. 12. P. 1484–1492. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr007
 61. Heslop P., Smith G.D., Metcalfe C. et al. Sleep duration and mortality: the effect of short or long sleep duration on cardiovascular and all-cause mortality in working men and women // *Sleep Med.* 2002. Vol. 3, No. 3. P. 305–314. DOI: 10.1016/s1389-9457(02)00016-3
 62. Chien K.L., Chen P.C., Hsu H.C. et al. Habitual sleep duration and insomnia and the risk of cardiovascular events and all-cause death: report from a community-based cohort // *Sleep.* 2010. Vol. 33, No. 2. P. 177–184. DOI: 10.1093/sleep/33.2.177
 63. Sabanayagam C., Shankar A., Buchwald D., Goins R.T. Insomnia symptoms and cardiovascular disease among older American Indians: the Native Elder Care Study // *J. Environ. Public Health.* 2011. Vol. 2011. P. 964617. DOI: 10.1155/2011/964617
 64. Vgontzas A.N., Fernandez-Mendoza J., Liao D., Bixler E.O. Insomnia with objective short sleep duration: the most biologically severe phenotype of the disorder // *Sleep Med. Rev.* 2013. Vol. 17, No. 4. P. 241–254. DOI: 10.1016/j.smrv.2012.09.005
 65. Irwin M.R. Why sleep is important for health: a psychoneuro-immunology perspective // *Annu. Rev. Psychol.* 2015. Vol. 66. P. 143–172. DOI: 10.1146/annurev-psych-010213-115205
 66. Irwin M.R., Cole S.W. Reciprocal regulation of the neural and innate immune systems // *Nat. Rev. Immunol.* 2011. Vol. 11, No. 9. P. 625–632. DOI: 10.1038/nri3042
 67. Slavich G.M., Irwin M.R. From stress to inflammation and major depressive disorder: a social signal transduction theory of depression // *Psychol. Bull.* 2014. Vol. 140, No. 3. P. 774–815. DOI: 10.1037/a0035302
 68. Irwin M., Mascovich A., Gillin J.C. et al. Partial sleep deprivation reduces natural killer cell activity in humans // *Psychosom. Med.* 1994. Vol. 56, No. 6. P. 493–498. DOI: 10.1097/00006842-199411000-00004
 69. Frey D.J., Fleshner M., Wright K.P.Jr. The effects of 40 hours of total sleep deprivation on inflammatory markers in healthy young adults // *Brain Behav. Immun.* 2007. Vol. 21, No. 8. P. 1050–1057. DOI: 10.1016/j.bbi.2007.04.003
 70. Haus E.L., Smolensky M.H. Shift work and cancer risk: potential mechanistic roles of circadian disruption, light at night, and sleep deprivation // *Sleep Med. Rev.* 2013. Vol. 17, No. 4. P. 273–284. DOI: 10.1016/j.smrv.2012.08.003
 71. Toth L.A. Sleep, sleep deprivation and infectious disease: studies in animals // *Adv. Neuroimmunol.* 1995. Vol. 5, No. 1. P. 79–92. DOI: 10.1016/0960-5428(94)00045-p
 72. Patel S.R., Malhotra A., Gao X. et al. A prospective study of sleep duration and pneumonia risk in women // *Sleep.* 2012. Vol. 35, No. 1. P. 97–101. DOI: 10.5665/sleep.1594
 73. Cohen S., Doyle W.J., Alper C.M. et al. Sleep habits and susceptibility to the common cold // *Arch. Intern. Med.* 2009. Vol. 169, No. 1. P. 62–67. DOI: 10.1001/archinternmed.2008.505
 74. Reid S., Dwyer J. Insomnia in HIV infection: a systematic review of prevalence, correlates, and management // *Psychosom. Med.* 2005. Vol. 67, No. 2. P. 260–269. DOI: 10.1097/01.psy.0000151771.46127.df
 75. Lange T., Perras B., Fehm H.L., Born J. Sleep enhances the human antibody response to hepatitis A vaccination // *Psychosom. Med.* 2003. Vol. 65, No. 5. P. 831–835. DOI: 10.1097/01.psy.0000091382.61178.f1
 76. Prather A.A., Hall M., Fury J.M. et al. Sleep and antibody response to hepatitis B vaccination // *Sleep.* 2012. Vol. 35, No. 8. P. 1063–1069. DOI: 10.5665/sleep.1990
 77. Spiegel K., Sheridan J.F., Van Cauter E. Effect of sleep deprivation on response to immunization // *JAMA.* 2002. Vol. 288, No. 12. P. 1471–1472. DOI: 10.1001/jama.288.12.1471-a
 78. Irwin M.R., Levin M.J., Laudenslager M.L. et al. Varicella zoster virus-specific immune responses to a herpes zoster vaccine in

- elderly recipients with major depression and the impact of antidepressant medications // *Clin. Infect. Dis.* 2013. Vol. 56, No. 8. P. 1085–1093. DOI: 10.1093/cid/cis1208
79. Besedovsky L., Lange T., Haack M. The sleep-immune cross-talk in health and disease // *Physiol. Rev.* 2019. Vol. 99, No. 3. P. 1325–1380. DOI: 10.1152/physrev.00010.2018
 80. Garbarino S., Lanteri P., Bragazzi N.L. et al. Role of sleep deprivation in immune-related disease risk and outcomes // *Commun. Biol.* 2021. Vol. 4, No. 1. P. 1304. DOI: 10.1038/s42003-021-02825-4
 81. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans Volume 124 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://publications.iarc.fr/593>. Дата обращения: 24.05.2021.
 82. Kubo T., Ozasa K., Mikami K. et al. Prospective cohort study of the risk of prostate cancer among rotating-shift workers: findings from the Japan collaborative cohort study // *Am. J. Epidemiol.* 2006. Vol. 164, No. 6. P. 549–55. DOI: 10.1093/aje/kwj232
 83. Kubo T., Oyama I., Nakamura T. et al. Retrospective cohort study of the risk of obesity among shift workers: findings from the industry-based Shift Workers' Health study, Japan // *Occup. Environ. Med.* 2011. Vol. 68, No. 5. P. 327–331. DOI: 10.1136/oem.2009.054445
 84. Parent M.E., El-Zein M., Rousseau M.C. et al. Night work and the risk of cancer among men // *Am. J. Epidemiol.* 2012. Vol. 176, No. 9. P. 751–759. DOI: 10.1093/aje/kws318
 85. Conlon M., Lightfoot N., Kreiger N. Rotating shift work and risk of prostate cancer // *Epidemiology*. 2007. Vol. 18, No. 1. P. 182–183. DOI: 10.1097/01.ede.0000249519.33978.31
 86. Sigurdardottir L.G., Valdimarsdottir U.A., Mucci L.A. et al. Sleep disruption among older men and risk of prostate cancer // *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* 2013. Vol. 22, No. 5. P. 872–879. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-12-1227-T
 87. International Agency for Research on Cancer IARC Monographs Meeting 124: Night Shift Work (4–11 June 2019); [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2019/07/QA_Monographs_Volume124.pdf. Дата обращения: 24.05.2021.
 88. von Ruesten A., Weikert C., Fietze I., Boeing H. Association of sleep duration with chronic diseases in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Potsdam study // *PLoS One*. 2012. Vol. 7, No. 1. P. e30972. DOI: 10.1371/journal.pone.0030972
 89. Huang W., Ramsey K.M., Marcheva B., Bass J. Circadian rhythms, sleep, and metabolism // *J. Clin. Invest.* 2011. Vol. 121, No. 6. P. 2133–2141. DOI: 10.1172/JCI46043
 90. Ogilvie R.P., Patel S.R. The epidemiology of sleep and obesity // *Sleep Health*. 2017. Vol. 3, No. 5. P. 383–388. DOI: 10.1016/j.sleh.2017.07.013
 91. Leproult R., Van Cauter E. Effect of 1 week of sleep restriction on testosterone levels in young healthy men // *JAMA*. 2011. Vol. 305, No. 21. P. 2173–2174. DOI: 10.1001/jama.2011.710
 92. Lateef O.M., Akintubosun M.O. Sleep and Reproductive Health // *J. Circadian. Rhythms*. 2020. Vol. 18. P. 1. DOI: 10.5334/jcr.190
 93. Antunes I.B., Andersen M.L., Baracat E.C., Tufik S. The effects of paradoxical sleep deprivation on estrous cycles of the female rats // *Horm. Behav.* 2006. Vol. 49. P. 433–440. DOI: 10.1016/j.yhbeh.2005.09.005
 94. Pereira J.C.Jr., Andersen M.L. The role of thyroid hormone in sleep deprivation // *Med. Hypotheses*. 2014. Vol. 82, No. 3. P. 350–355. DOI: 10.1016/j.mehy.2014.01.003
 95. Tsutsumi R., Webster N.J. GnRH pulsatility, the pituitary response and reproductive dysfunction // *Endocr. J.* 2009. Vol. 56, No. 6. P. 729–737. DOI: 10.1507/endocrj.k09e-185
 96. Kalmbach D.A., Arnedt J.T., Pillai V., Ciesla J.A. The impact of sleep on female sexual response and behavior: a pilot study // *J. Sex. Med.* 2015. Vol. 12, No. 5. P. 1221–1232. DOI: 10.1111/jsm.12858
 97. Veldhuis J.D., Iranmanesh A., Godschalk M., Mulligan T. Older men manifest multifold synchrony disruption of reproductive neurohormone outflow // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2000. Vol. 85, No. 4. P. 1477–1486. DOI: 10.1210/jcem.85.4.6546
 98. Andersen M.L., Alvarenga T.A., Mazaro-Costa R. et al. The association of testosterone, sleep, and sexual function in men and women // *Brain Res.* 2011. Vol. 1416. P. 80–104. DOI: 10.1016/j.brainres.2011.07.060
 99. O'Byrne N.A., Yuen F., Niaz W., Liu P.Y. Sleep and the testis // *Curr. Opin. Endocr. Metab. Res.* 2021. Vol. 18. P. 83–93. DOI: 10.1016/j.coemr.2021.03.002
 100. Jensen T.K., Andersson A.M., Skakkebaek N.E. et al. Association of sleep disturbances with reduced semen quality: a cross-sectional study among 953 healthy young Danish men // *Am. J. Epidemiol.* 2013. Vol. 177, No. 10. P. 1027–1037. DOI: 10.1093/aje/kws420
 101. Liu M.M., Liu L., Chen L. et al. Sleep deprivation and late bedtime impair sperm health through increasing antisperm antibody production: a prospective study of 981 healthy men // *Med. Sci. Monit.* 2017. Vol. 23. P. 1842–1848. DOI: 10.12659/msm.900101
 102. Labyak S., Lava S., Turek F., Zee P. Effects of shiftwork on sleep and menstrual function in nurses // *Health Care Women Int.* 2002. Vol. 23, No. 6–7. P. 703–714. DOI: 10.1080/07399330290107449
 103. Baumgartner A., Dietzel M., Saletu B. et al. Influence of partial sleep deprivation on the secretion of thyrotropin, thyroid hormones, growth hormone, prolactin, luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, and estradiol in healthy young women // *Psychiatry Res.* 1993. Vol. 48, No. 2. P. 153–178. DOI: 10.1016/0165-1781(93)90039-J
 104. Ahn R.S., Choi J.H., Choi B.C. et al. Cortisol, estradiol-17 β , and progesterone secretion within the first hour after awakening in women with regular menstrual cycles // *J. Endocrinol.* 2011. Vol. 211, No. 3. P. 285–295. DOI: 10.1530/JOE-11-0247
 105. Alvarenga T.A., Hirotsu C., Mazaro-Costa R. et al. Impairment of male reproductive function after sleep deprivation // *Fertil. Steril.* 2015. Vol. 103, No. 5. P. 1355–1362.e. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2015.02.002
 106. Barclay J.L., Husse J., Bode B. et al. Circadian desynchrony promotes metabolic disruption in a mouse model of shiftwork // *PLoS One*. 2012. Vol. 7, No. 5. P. e37150. DOI: 10.1371/journal.pone.0037150
 107. Maret S., Dorsaz S., Gurcel L. et al. Homer1a is a core brain molecular correlate of sleep loss // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2007. Vol. 104, No. 50. P. 20090–20095. DOI: 10.1073/pnas.0710131104
 108. Archer S.N., Oster H. How sleep and wakefulness influence circadian rhythmicity: effects of insufficient and mistimed sleep on the animal and human transcriptome // *J. Sleep Res.* 2015. Vol. 24, No. 5. P. 476–493. DOI: 10.1111/jsr.12307
 109. Möller-Levet C.S., Archer S.N., Bucca G. et al. Effects of insufficient sleep on circadian rhythmicity and expression amplitude

- of the human blood transcriptome // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 2013. Vol. 110, No. 12. P. E1132–1141. DOI: 10.1073/pnas.1217154110
110. Kuna S.T., Maislin G., Pack F.M. et al. Heritability of performance deficit accumulation during acute sleep deprivation in twins // *Sleep*. 2012. Vol. 35, No. 9. P. 1223–1233. DOI: 10.5665/sleep.2074
 111. Cirelli C., Tononi G. Differences in brain gene expression between sleep and waking as revealed by mRNA differential display and cDNA microarray technology // *J. Sleep Res.* 1999. Vol. 8. Suppl 1. P. 44–52. DOI: 10.1046/j.1365-2869.1999.00008.x
 112. Cirelli C., Gutierrez C.M., Tononi G. Extensive and divergent effects of sleep and wakefulness on brain gene expression // *Neuron*. 2004. Vol. 41, No. 1. P. 35–43. DOI: 10.1016/s0896-6273(03)00814-6
 113. Vecsey C.G., Peixoto L., Choi H. et al. Genomic analysis of sleep deprivation reveals translational regulation in the hippocampus // *Physiol. Genomics*. 2012. Vol. 44, No. 20. P. 981–991. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00084.2012
 114. Amardottir E.S., Nikonova E.V., Shockley K.R. et al. Blood-gene expression reveals reduced circadian rhythmicity in individuals resistant to sleep deprivation // *Sleep*. 2014. Vol. 37, No. 10. P. 1589–1600. DOI: 10.5665/sleep.4064
 115. Wynchank D., Bijlenga D., Penninx B.W. et al. Delayed sleep-onset and biological age: late sleep-onset is associated with shorter telomere length // *Sleep*. 2019. Vol. 42, No. 10. P. zsz139. DOI: 10.1093/sleep/zsz139
 116. Prather A.A., Gurfein B., Moran P. et al. Tired telomeres: Poor global sleep quality, perceived stress, and telomere length in immune cell subsets in obese men and women // *Brain Behav. Immun*. 2015. Vol. 47. P. 155–162. DOI: 10.1016/j.bbi.2014.12.011
 117. Prather A.A., Puterman E., Lin J. et al. Shorter leukocyte telomere length in midlife women with poor sleep quality // *J. Aging Res*. 2011. Vol. 2011. P. 721390. DOI: 10.4061/2011/721390
 118. James S., McLanahan S., Brooks-Gunn J. et al. Sleep duration and telomere length in children // *J. Pediatr*. 2017. Vol. 187. P. 247–252.e1. DOI: 10.1016/j.jpeds.2017.05.014
 9. Humer E., Pieh C., Brandmayr G. Metabolomics in sleep, insomnia and sleep apnea. *Int J Mol Sci*. 2020;21(19):7244. DOI: 10.3390/ijms21197244
 10. Rasch B., Born J. About sleep's role in memory. *Physiol. Rev*. 2013;93(2):681–766. DOI: 10.1152/physrev.00032.2012
 11. Kocevska D., Lysen TS, Dotinga A, et al. Sleep characteristics across the lifespan in 1.1 million people from the Netherlands, United Kingdom and United States: a systematic review and meta-analysis. *Nat Hum Behav*. 2021;5(1):113–122. DOI: 10.1038/s41562-020-00965-x
 12. Walker M. *Why We Sleep: The New Science of Sleep and Dreams*. New York: Scribner; 2017.
 13. National Center for Health Statistics. Quick Stats: Percentage of adults who reported an average of 66h of sleep per 24-h period, by sex and age group—United States, 1985 and 2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2005.
 14. Ohayon MM, Lemoine P. Sommeil et principaux indicateurs d'insomnie dans la population générale française [Sleep and insomnia markers in the general population]. *Encephale*. 2004;30(2):135–140. DOI: 10.1016/s0013-7006(04)95423-1
 15. LeBlanc M, Merette C, Savard J, et al. Incidence and risk factors of insomnia in a population-based sample. *Sleep*. 2009;32(8):1027–1037. DOI: 10.1093/sleep/32.8.1027
 16. Imbach LL, Valko PO, Li T, et al. Increased sleep need and daytime sleepiness 6 months after traumatic brain injury: a prospective controlled clinical trial. *Brain*. 2015;138(Pt 3):726–735. DOI: 10.1093/brain/awu391
 17. De Manacéine M. *Le surmenade mentale dans la civilisation modern. Effects causesremudes*. Paris; 1890.
 18. Everson CA, Bergmann BM, Rechtschaffen A. Sleep deprivation in the rat: III. Total sleep deprivation. *Sleep*. 1989;12(1):13–21. DOI: 10.1093/sleep/12.1.13
 19. Riemann D, Berger M, Voderholzer U. Sleep and depression—results from psychobiological studies: an overview. *Biol Psychol*. 2001;57(1):67–103. DOI: 10.1016/s0301-0511(01)00090-4
 20. Wulff K, Gatti S, Wettstein JG, Foster RG. Sleep and circadian rhythm disruption in psychiatric and neurodegenerative disease. *Nat Rev Neurosci*. 2010;11(8):589–599. DOI: 10.1038/nrn2868
 21. Kozak MJ, Cuthbert BN. The NIMH Research Domain Criteria initiative: background, issues, and pragmatics. *Psychophysiology*. 2016;53(3):286–297. DOI: 10.1111/psyp.12518
 22. Cote KA, McCormick CM, Geniole SN, et al. Sleep deprivation lowers reactive aggression and testosterone in men. *Biol Psychol*. 2013;92(2):249–256. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2012.09.011
 23. Hertenstein E, Feige B, Gmeiner T, et al. Insomnia as a predictor of mental disorders: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev*. 2019;43:96–105. DOI: 10.1016/j.smrv.2018.10.006
 24. Bishop T, Walsh P, Ashrafioun L, et al. Sleep, suicide behaviors, and the protective role of sleep medicine. *Sleep Med*. 2020;66:264–270. DOI: 10.1016/j.sleep.2019.07.016
 25. Hombali A, Seow E, Yuan Q, et al. Prevalence and correlates of sleep disorder symptoms in psychiatric disorders. *Psychiatry Res*. 2019;279:116–122. DOI: 10.1016/j.psychres.2018.07.009
 26. Emert SE, Tutek J, Lichstein KL. Associations between sleep disturbances, personality, and trait emotional intelligence. *Pers Individ Dif*. 2017;107:195–200. DOI: 10.1016/j.paid.2016.11.050
 27. Wehr TA, Sack DA, Rosenthal NE. Sleep reduction as a final common pathway in the genesis of mania. *Am J Psychiatry*. 1987;144(2):201–204. DOI: 10.1176/ajp.144.2.201

References

1. Aminoff MJ, Boller F, Swaab DF. We spend about one-third of our life either sleeping or attempting to do so. *Handb Clin Neurol*. 2011;98:vii. DOI: 10.1016/B978-0-444-52006-7.00047-2
2. Rechtschaffen A. Current perspectives on the function of sleep. *Perspect Biol Med. Spring*. 1998;41(3):360. DOI: 10.1353/pbm.1998.0051
3. McGinty D, Szymusiak R. Neural control of sleep in mammals. In: *Principles and practice of sleep medicine*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017. P. 62–77.
4. Kushida C. *Encyclopedia of Sleep*. Amsterdam: Elsevier; 2013.
5. Bellesi M, Bushey D, Chini M, et al. Contribution of sleep to the repair of neuronal DNA double-strand breaks: evidence from flies and mice. *Sci Rep*. 2016;6:36804. DOI: 10.1038/srep36804
6. Datta S. Cellular and chemical neuroscience of mammalian sleep. *Sleep Med*. 2010;11(5):431–440. DOI: 10.1016/j.sleep.2010.02.002
7. Besedovsky L, Lange T, Born J. Sleep and immune function. *Pflugers Arch*. 2012;463(1):121–137. DOI: 10.1007/s00424-011-1044-0
8. Huang W, Ramsey KM, Marcheva B, Bass J. Circadian rhythms, sleep, and metabolism. *J Clin Invest*. 2011;121(6):2133–2141. DOI: 10.1172/JCI46043

28. Lewis KS, Gordon-Smith K, Forty L, et al. Sleep loss as a trigger of mood episodes in bipolar disorder: individual differences based on diagnostic subtype and gender. *Br J Psychiatry*. 2017;211(3):169–174. DOI: 10.1192/bjp.bp.117.202259
29. Baglioni C, Nanovska S, Regen W, et al. Sleep and mental disorders: a meta-analysis of polysomnographic research. *Psychol Bull*. 2016;142(9):969–990. DOI: 10.1037/bul0000053
30. Petrovsky N, Ettinger U, Hill A, et al. Sleep deprivation disrupts prepulse inhibition and induces psychosis-like symptoms in healthy humans. *J Neurosci*. 2014;34(27):9134–9140. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0904-14.2014
31. Freeman D, Sheaves B, Goodwin GM, et al. The effects of improving sleep on mental health (OASIS): a randomised controlled trial with mediation analysis. *Lancet Psychiatry*. 2017;4(10):749–758. DOI: 10.1016/S2215-0366(17)30328-0
32. Koyanagi A, Stickley A. The Association between sleep problems and psychotic symptoms in the general population: a global perspective. *Sleep*. 2015;38(12):1875–1885. DOI: 10.5665/sleep.5232
33. Benard V, Etain B, Vaiva G, et al. Sleep and circadian rhythms as possible trait markers of suicide attempt in bipolar disorders: An actigraphy study. *J Affect Disord*. 2019;244:1–8. DOI: 10.1016/j.jad.2018.09.054
34. Reeve S, Sheaves B, Freeman D. Sleep disorders in early psychosis: incidence, severity, and association with clinical symptoms. *Schizophr Bull*. 2019;45(2):287–295. DOI: 10.1093/schbul/sby129
35. Freeman D, Morrison A, Bird JC, et al. The weeks before 100 persecutory delusions: the presence of many potential contributory causal factors. *BJPsych Open*. 2019;5(5):e83. DOI: 10.1192/bjo.2019.67
36. Reed ZE, Jones HJ, Hemani G, et al. Schizophrenia liability shares common molecular genetic risk factors with sleep duration and nightmares in childhood. *Wellcome Open Res*. 2019;4:15. DOI: 10.12688/wellcomeopenres.15060.2
37. Li L, Wu C, Gan Y, et al. Insomnia and the risk of depression: a meta-analysis of prospective cohort studies. *BMC Psychiatry*. 2016;16(1):375. DOI: 10.1186/s12888-016-1075-3
38. Freeman D, Sheaves B, Waite F, et al. Sleep disturbance and psychiatric disorders. *Lancet Psychiatry*. 2020;7(7):628–637. DOI: 10.1016/S2215-0366(20)30136-X
39. Gica Ş, Selvi Y. Sleep interventions in the treatment of schizophrenia and bipolar disorder. *Noro Psikiyatr Ars*. 2021;58(Suppl 1):S53–S60. DOI: 10.29399/npa.27467
40. Dong H, Wang J, Yang YF, et al. Dorsal striatum dopamine levels fluctuate across the sleep-wake cycle and respond to salient stimuli in mice. *Front Neurosci*. 2019;13:242. DOI: 10.3389/fnins.2019.00242
41. Bishir M, Bhat A, Essa MM, et al. Sleep deprivation and neurological disorders. *Biomed Res Int*. 2020;2020:5764017. DOI: 10.1155/2020/5764017
42. Lim AS, Yu L, Kowgier M, et al. Modification of the relationship of the apolipoprotein E ϵ 4 allele to the risk of Alzheimer disease and neurofibrillary tangle density by sleep. *JAMA Neurol*. 2013;70(12):1544–1551. DOI: 10.1001/jamaneurol.2013.4215
43. Osorio RS, Pirraglia E, Agüera-Ortiz LF, et al. Greater risk of Alzheimer's disease in older adults with insomnia. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59(3):559–562. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2010.03288
44. Romanella SM, Roe D, Tatti E, et al. The sleep side of aging and Alzheimer's disease. *Sleep Med*. 2021;77:209–225. DOI: 10.1016/j.sleep.2020.05.029
45. Xie L, Kang H, Xu Q, et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain. *Science*. 2013;342(6156):373–377. DOI: 10.1126/science.1241224
46. Christensen J, Yamakawa GR, Shultz SR, et al. Is the glymphatic system the missing link between sleep impairments and neurological disorders? Examining the implications and uncertainties. *Prog Neurobiol*. 2021;198:101917. DOI: 10.1016/j.pneurobio.2020.101917
47. Mishima K, Tozawa T, Satoh K, et al. Melatonin secretion rhythm disorders in patients with senile dementia of Alzheimer's type with disturbed sleepwaking. *Biol Psychiatry*. 1999;45(4):417–421. DOI: 10.1016/S0006-3223(97)00510-6
48. Bedrosian TA, Nelson RJ. Pro: Alzheimer's disease and circadian dysfunction: chicken or egg? *Alzheimers Res Ther*. 2012;4(4):25. DOI: 10.1186/alzrt128
49. Kang JE, Lim MM, Bateman RJ, et al. Amyloid-beta dynamics are regulated by orexin and the sleep-wake cycle. *Science*. 2009;326(5955):1005–1007. DOI: 10.1126/science.1180962
50. Lim AS, Ellison BA, Wang JL, et al. Sleep is related to neuron numbers in the ventrolateral preoptic/intermediate nucleus in older adults with and without Alzheimer's disease. *Brain*. 2014;137(Pt 10):2847–2861. DOI: 10.1093/brain/awu222
51. Holth J, Patel, Holtzman DM. Sleep in Alzheimer's disease – beyond amyloid. *Neurobiol Sleep Circadian Rhythms*. 2017;2:4–14. DOI: 10.1016/j.nbscr.2016.08.002
52. Mander BA, Winer JR, Jagust WJ, et al. Sleep: a novel mechanistic pathway, biomarker, and treatment target in the pathology of Alzheimer's disease? *Trends Neurosci*. 2016;39(8):552–566. DOI: 10.1016/j.tins.2016.05.002
53. Mallon L, Broman JE, Hetta J. Sleep complaints predict coronary artery disease mortality in males: a 12-year follow-up study of a middle-aged Swedish population. *J Intern Med*. 2002;251(3):207–216. DOI: 10.1046/j.1365-2796.2002.00941.x
54. Ayas NT, White DP, Manson JE, et al. A prospective study of sleep duration and coronary heart disease in women. *Arch Intern Med*. 2003;163(2):205–209. DOI: 10.1001/archinte.163.2.205
55. Hoevenaer-Blom MP, Spijkerman AM, Kromhout D, et al. Sleep duration and sleep quality in relation to 12-year cardiovascular disease incidence: the MORGEN study. *Sleep*. 2011;34(11):1487–1492. DOI: 10.5665/sleep.1382
56. Cote KA, McCormick CM, Geniole SN, et al. Sleep deprivation lowers reactive aggression and testosterone in men. *Biol Psychol*. 2013;92(2):249–256. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2012.09.011
57. Hombali A, Seow E, Yuan Q, et al. Prevalence and correlates of sleep disorder symptoms in psychiatric disorders. *Psychiatry Res*. 2019;279:116–122. DOI: 10.1016/j.psychres.2018.07.009
58. Wang Q, Xi B, Liu M, et al. Short sleep duration is associated with hypertension risk among adults: a systematic review and meta-analysis. *Hypertens Res*. 2012;35(10):1012–1018. DOI: 10.1038/hr.2012.91
59. Grandner MA, Perlis ML. Short sleep duration and insomnia associated with hypertension incidence. *Hypertens Res*. 2013;36(11):932–933. DOI: 10.1038/hr.2013.83
60. Cappuccio FP, Cooper D, D'Elia L, et al. Sleep duration predicts cardiovascular outcomes: a systematic review and meta-analysis.

- lysis of prospective studies. *Eur Heart J*. 2011;32(12):1484–1492. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr007
61. Heslop P, Smith GD, Metcalfe C, et al. Sleep duration and mortality: the effect of short or long sleep duration on cardiovascular and all-cause mortality in working men and women. *Sleep Med*. 2002;3(3):305–314. DOI: 10.1016/s1389-9457(02)00016-3
 62. Chien KL, Chen PC, Hsu HC, et al. Habitual sleep duration and insomnia and the risk of cardiovascular events and all-cause death: report from a community-based cohort. *Sleep*. 2010;33(2):177–184. DOI: 10.1093/sleep/33.2.177
 63. Sabanayagam C, Shankar A, Buchwald D, Goins RT. Insomnia symptoms and cardiovascular disease among older American Indians: the Native Elder Care Study. *J Environ Public Health*. 2011;2011:964617. DOI: 10.1155/2011/964617
 64. Vgontzas AN, Fernandez-Mendoza J, Liao D, Bixler EO. Insomnia with objective short sleep duration: the most biologically severe phenotype of the disorder. *Sleep Med Rev*. 2013;17(4):241–254. DOI: 10.1016/j.smrv.2012.09.005
 65. Irwin MR. Why sleep is important for health: a psychoneuro-immunology perspective. *Annu Rev Psychol*. 2015;66:143–172. DOI: 10.1146/annurev-psych-010213-115205
 66. Irwin MR, Cole SW. Reciprocal regulation of the neural and innate immune systems. *Nat Rev Immunol*. 2011;11(9):625–632. DOI: 10.1038/nri3042
 67. Slavich GM, Irwin MR. From stress to inflammation and major depressive disorder: a social signal transduction theory of depression. *Psychol Bull*. 2014;140(3):774–815. DOI: 10.1037/a0035302
 68. Irwin M, Mascovich A, Gillin JC, et al. Partial sleep deprivation reduces natural killer cell activity in humans. *Psychosom Med*. 1994;56(6):493–498. DOI: 10.1097/00006842-199411000-00004
 69. Frey DJ, Fleshner M, Wright KJr. The effects of 40 hours of total sleep deprivation on inflammatory markers in healthy young adults. *Brain Behav Immun*. 2007;21(8):1050–1057. DOI: 10.1016/j.bbi.2007.04.003
 70. Haus EL, Smolensky MH. Shift work and cancer risk: potential mechanistic roles of circadian disruption, light at night, and sleep deprivation. *Sleep Med Rev*. 2013;17(4):273–284. DOI: 10.1016/j.smrv.2012.08.003
 71. Toth LA. Sleep, sleep deprivation and infectious disease: studies in animals. *Adv Neuroimmunol*. 1995;5(1):79–92. DOI: 10.1016/0960-5428(94)00045-p
 72. Patel SR, Malhotra A, Gao X, et al. A prospective study of sleep duration and pneumonia risk in women. *Sleep*. 2012;35(1):97–101. DOI: 10.5665/sleep.1594
 73. Cohen S, Doyle WJ, Alper CM, et al. Sleep habits and susceptibility to the common cold. *Arch Intern Med*. 2009;169(1):62–67. DOI: 10.1001/archinternmed.2008.505
 74. Reid S, Dwyer J. Insomnia in HIV infection: a systematic review of prevalence, correlates, and management. *Psychosom Med*. 2005;67(2):260–269. DOI: 10.1097/01.psy.0000151771.46127.df
 75. Lange T, Perras B, Fehm HL, Born J. Sleep enhances the human antibody response to hepatitis A vaccination. *Psychosom Med*. 2003;65(5):831–835. DOI: 10.1097/01.psy.0000091382.61178.f1
 76. Prather AA, Hall M, Fury JM, et al. Sleep and antibody response to hepatitis B vaccination. *Sleep*. 2012;35(8):1063–1069. DOI: 10.5665/sleep.1990
 77. Spiegel K, Sheridan JF, Van Cauter E. Effect of sleep deprivation on response to immunization. *JAMA*. 2002;288(12):1471–1472. DOI: 10.1001/jama.288.12.1471-a
 78. Irwin MR, Levin MJ, Laudenslager ML, et al. Varicella zoster virus-specific immune responses to a herpes zoster vaccine in elderly recipients with major depression and the impact of antidepressant medications. *Clin Infect Dis*. 2013;56(8):1085–1093. DOI: 10.1093/cid/cis1208
 79. Besedovsky L, Lange T, Haack M. The sleep-immune cross-talk in health and disease. *Physiol Rev*. 2019;99(3):1325–1380. DOI: 10.1152/physrev.00010.2018
 80. Garbarino S, Lanteri P, Bragazzi NL, et al. Role of sleep deprivation in immune-related disease risk and outcomes. *Commun Biol*. 2021;4(1):1304. DOI: 10.1038/s42003-021-02825-4
 81. IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans Volume 124 [Internet]. Available from: <https://publications.iarc.fr/593>. Accessed: May 24, 2021.
 82. Kubo T, Ozasa K, Mikami K, et al. Prospective cohort study of the risk of prostate cancer among rotating-shift workers: findings from the Japan collaborative cohort study. *Am J Epidemiol*. 2006;164(6):549–55. DOI: 10.1093/aje/kwj232
 83. Kubo T, Oyama I, Nakamura T, et al. Retrospective cohort study of the risk of obesity among shift workers: findings from the industry-based Shift Workers' Health study, Japan. *Occup Environ Med*. 2011;68(5):327–331. DOI: 10.1136/oem.2009.054445
 84. Parent ME, El-Zein M, Rousseau MC, et al. Night work and the risk of cancer among men. *Am J Epidemiol*. 2012;176(9):751–759. DOI: 10.1093/aje/kws318
 85. Conlon M, Lightfoot N, Kreiger N. Rotating shift work and risk of prostate cancer. *Epidemiology*. 2007;18(1):182–183. DOI: 10.1097/01.ede.0000249519.33978.31
 86. Sigurdardottir LG, Valdimarsdottir UA, Mucci LA, et al. Sleep disruption among older men and risk of prostate cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2013;22(5):872–879. DOI: 10.1158/1055-9965.EPI-12-1227-T
 87. International Agency for Research on Cancer IARC Monographs Meeting 124: Night Shift Work (4–11 June 2019); [Internet]. https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2019/07/QA_Monographs_Volume124.pdf. Accessed: May 24, 2021.
 88. von Ruesten A, Weikert C, Fietze I, Boeing H. Association of sleep duration with chronic diseases in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC)-Potsdam study. *PLoS One*. 2012;7(1):e30972. DOI: 10.1371/journal.pone.0030972
 89. Huang W, Ramsey KM, Marcheva B, Bass J. Circadian rhythms, sleep, and metabolism. *J Clin Invest*. 2011;121(6):2133–2141. DOI: 10.1172/JCI46043
 90. Ogilvie RP, Patel SR. The epidemiology of sleep and obesity. *Sleep Health*. 2017;3(5):383–388. DOI: 10.1016/j.sleh.2017.07.013
 91. Leproult R, Van Cauter E. Effect of 1 week of sleep restriction on testosterone levels in young healthy men. *JAMA*. 2011;305(21):2173–2174. DOI: 10.1001/jama.2011.710
 92. Lateef OM, Akintubosun MO. Sleep and Reproductive Health. *J Circadian Rhythms*. 2020;18:1. DOI: 10.5334/jcr.190
 93. Antunes IB, Andersen ML, Baracat EC, Tufik S. The effects of paradoxical sleep deprivation on estrous cycles of the female rats. *Horm Behav*. 2006;49:433–440. DOI: 10.1016/j.yhbeh.2005.09.005

94. Pereira JC Jr, Andersen ML. The role of thyroid hormone in sleep deprivation. *Med Hypotheses*. 2014;82(3):350–355. DOI: 10.1016/j.mehy.2014.01.003
95. Tsutsumi R, Webster NJ. GnRH pulsatility, the pituitary response and reproductive dysfunction. *Endocr J*. 2009;56(6):729–737. DOI: 10.1507/endocrj.k09e-185
96. Kalmbach DA, Arnedt JT, Pillai V, Ciesla JA. The impact of sleep on female sexual response and behavior: a pilot study. *J Sex Med*. 2015;12(5):1221–1232. DOI: 10.1111/jsm.12858
97. Veldhuis JD, Iranmanesh A, Godschalk M, Mulligan T. Older men manifest multifold synchrony disruption of reproductive neurohormone outflow. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000;85(4):1477–1486. DOI: 10.1210/jcem.85.4.6546
98. Andersen ML, Alvarenga TA, Mazaro-Costa R, et al. The association of testosterone, sleep, and sexual function in men and women. *Brain Res*. 2011;1416:80–104. DOI: 10.1016/j.brainres.2011.07.060
99. O'Byrne NA, Yuen F, Niaz W, Liu PY. Sleep and the testis. *Curr Opin Endocrinol Metab Res*. 2021;18:83–93. DOI: 10.1016/j.coemr.2021.03.002
100. Jensen TK, Andersson AM, Skakkebaek NE, et al. Association of sleep disturbances with reduced semen quality: a cross-sectional study among 953 healthy young Danish men. *Am J Epidemiol*. 2013;177(10):1027–1037. DOI: 10.1093/aje/kws420
101. Liu MM, Liu L, Chen L, et al. Sleep deprivation and late bedtime impair sperm health through increasing antisperm antibody production: a prospective study of 981 healthy men. *Med Sci Monit*. 2017;23:1842–1848. DOI: 10.12659/msm.900101
102. Labyak S, Lava S, Turek F, Zee P. Effects of shiftwork on sleep and menstrual function in nurses. *Health Care Women Int*. 2002;23(6–7):703–714. DOI: 10.1080/07399330290107449
103. Baumgartner A, Dietzel M, Saletu B, et al. Influence of partial sleep deprivation on the secretion of thyrotropin, thyroid hormones, growth hormone, prolactin, luteinizing hormone, follicle stimulating hormone, and estradiol in healthy young women. *Psychiatry Res*. 1993;48(2):153–178. DOI: 10.1016/0165-1781(93)90039-J
104. Ahn RS, Choi JH, Choi BC, et al. Cortisol, estradiol-17 β , and progesterone secretion within the first hour after awakening in women with regular menstrual cycles. *J Endocrinol*. 2011;211(3):285–295. DOI: 10.1530/JOE-11-0247
105. Alvarenga TA, Hirotsu C, Mazaro-Costa R, et al. Impairment of male reproductive function after sleep deprivation. *Fertil Steril*. 2015;103(5):1355–1362.e. DOI: 10.1016/j.fertnstert.2015.02.002
106. Barclay JL, Husse J, Bode B, et al. Circadian desynchrony promotes metabolic disruption in a mouse model of shiftwork. *PLoS One*. 2012;7(5):e37150. DOI: 10.1371/journal.pone.0037150
107. Maret S, Dorsaz S, Gurcel L, et al. Homer1a is a core brain molecular correlate of sleep loss. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2007;104(50):20090–20095. DOI: 10.1073/pnas.0710131104
108. Archer SN, Oster H. How sleep and wakefulness influence circadian rhythmicity: effects of insufficient and mistimed sleep on the animal and human transcriptome. *J Sleep Res*. 2015;24(5):476–493. DOI: 10.1111/jsr.12307
109. Möller-Levet CS, Archer SN, Bucca G, et al. Effects of insufficient sleep on circadian rhythmicity and expression amplitude of the human blood transcriptome. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2013;110(12):E1132–1141. DOI: 10.1073/pnas.1217154110
110. Kuna ST, Maislin G, Pack FM, et al. Heritability of performance deficit accumulation during acute sleep deprivation in twins. *Sleep*. 2012;35(9):1223–1233. DOI: 10.5665/sleep.2074
111. Cirelli C, Tononi G. Differences in brain gene expression between sleep and waking as revealed by mRNA differential display and cDNA microarray technology. *J Sleep Res*. 1999;8 Suppl 1:44–52. DOI: 10.1046/j.1365-2869.1999.00008.x
112. Cirelli C, Gutierrez CM, Tononi G. Extensive and divergent effects of sleep and wakefulness on brain gene expression. *Neuron*. 2004;41(1):35–43. DOI: 10.1016/s0896-6273(03)00814-6
113. Vecsey CG, Peixoto L, Choi H, et al. Genomic analysis of sleep deprivation reveals translational regulation in the hippocampus. *Physiol Genomics*. 2012;44(20):981–991. DOI: 10.1152/physiolgenomics.00084.2012
114. Amardotir ES, Nikonova EV, Shockley KR, et al. Blood-gene expression reveals reduced circadian rhythmicity in individuals resistant to sleep deprivation. *Sleep*. 2014;37(10):1589–1600. DOI: 10.5665/sleep.4064
115. Wynchank D, Bijlenga D, Penninx BW, et al. Delayed sleep-onset and biological age: late sleep-onset is associated with shorter telomere length. *Sleep*. 2019;42(10):zsz139. DOI: 10.1093/sleep/zsz139
116. Prather AA, Gurfein B, Moran P, et al. Tired telomeres: Poor global sleep quality, perceived stress, and telomere length in immune cell subsets in obese men and women. *Brain Behav Immun*. 2015;47:155–162. DOI: 10.1016/j.bbi.2014.12.011
117. Prather AA, Puterman E, Lin J, et al. Shorter leukocyte telomere length in midlife women with poor sleep quality. *J Aging Res*. 2011;2011:721390. DOI: 10.4061/2011/721390
118. James S, McLanahan S, Brooks-Gunn J, et al. Sleep duration and telomere length in children. *J Pediatr*. 2017;187:247–252.e1. DOI: 10.1016/j.jpeds.2017.05.014

Информация об авторе / Information about the author

Юрий Владимирович Гаврилов — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник. ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург, Россия. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1409-7686>; Scopus Author ID: 36870403200; eLibrary SPIN: 7358-2649; e-mail: yury-doctor@mail.ru. Адрес: Россия, 197022, Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д. 12.

Yuriy V. Gavrilov — MD, Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher. Institute of Experimental Medicine, Saint Petersburg, Russia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1409-7686>; eLibrary SPIN: 7358-2649; Scopus Author ID: 36870403200; e-mail: yury-doctor@mail.ru. Address: 12 Academician Pavlov St., Saint Petersburg, 197022, Russia.