

Т.В. Турти^{1, 2, 3}, И.А. Беляева^{1, 2}, Е.П. Бомбардинова², П.Е. Садчиков^{1, 2}, А.Ю. Нагонов^{1, 2}¹ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Российская Федерация² Центральная клиническая больница РАН, Москва, Российская Федерация³ НИИ организации здравоохранения и медицинского менеджмента, Москва, Российская Федерация

Роль факторов питания в организации сна детей раннего возраста

Контактная информация:

Турти Татьяна Владимировна, врач-педиатр высшей квалификационной категории, доктор медицинских наук, профессор кафедры факультетской педиатрии педиатрического факультета РНИМУ им. Н.И. Пирогова, главный научный сотрудник ЦКБ РАН

Адрес: 119333, Москва, ул. Фотиевой, д. 10, к. 1, тел.: +7 (499) 137-01-97, e-mail: turtit@mail.ru

Статья поступила: 14.07.2021, принята к печати: 26.08.2021

Организованный режим сна ребенка первого года жизни является важной составляющей нормального индивидуального развития. Напротив, беспокойный сон, частые пробуждения, длительное бодрствование способны приводить к отклонениям в физическом, психомоторном, когнитивном развитии. Для предупреждения и коррекции этих нарушений полезными могут быть режимы кормления, организованные с учетом времени суток и циркадианных ритмов (концепция хронопитания). Известно о влиянии на созревание и консолидацию сна младенцев таких факторов питания, как кормление перед ночным сном, использование в темное время суток продуктов питания, обогащенных триптофаном и нуклеотидами. Показана также связь микробиоты кишечника с факторами, влияющими на циркадианно-метаболическую активность организма: циклами дня/ночи, сна/бодрствования, диетой и режимом питания. Целенаправленная регуляция кишечной микробиоты с помощью продуктов, обогащенных функциональными компонентами — пребиотиками, может способствовать формированию здорового сна у детей раннего возраста через ось «мозг — кишечник — микробиота».

Ключевые слова: сон, диета, питание, хронопитание, режим сна, младенец, пищевые добавки, развитие, кишечная микробиота

Для цитирования: Турти Т.В., Беляева И.А., Бомбардинова Е.П., Садчиков П.Е., Нагонов А.Ю. Роль факторов питания в организации сна детей раннего возраста. *Вопросы современной педиатрии*. 2021;20(4):316–320. doi: 10.15690/vsp.v20i4.2289

ВВЕДЕНИЕ

Сон — одна из важнейших характеристик здоровья, влияющая на многие аспекты развития детей [1]. Формирование здорового сна является важной составляющей нейроонтогенеза ребенка. Согласно определению, «сон человека — функциональное состояние мозга и всего организма, имеющее отличные от бодрствования специфические качественные особенности деятельности центральной нервной системы (ЦНС) и соматической сферы, характеризующиеся торможе-

нием активного взаимодействия организма с окружающей средой и неполным прекращением сознаваемой психической деятельности» [2]. Сон младенца характеризуется состоянием покоя организма, включающим в себя специфическую интенсивную мозговую деятельность, во время которой происходят развитие и созревание мозга [3].

Недостаточная продолжительность ночного сна, снижение качества сна у детей первого года жизни могут приводить к различным отклонениям в состоянии здо-

Tatiana V. Turti^{1, 2, 3}, Irina A. Belyaeva^{1, 2}, Elena P. Bombardirova², Pavel E. Sadchikov^{1, 2}, Alexander Y. Nagonov^{1, 2}¹ Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation² Central Clinical Hospital of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation³ Research Institute for Healthcare Organization and Medical Management, Moscow, Russian Federation

Role of Nutritive Factors in Infants Sleep Management

The organized infant's sleep schedule is the crucial part of normal individual development. On the contrary, restless sleep, nocturnal awakening, long wakefulness can lead to deviations in physical, psychomotor, and cognitive development. Feeding schedule organized according to the time of a day and circadian rhythms (chrono-nutrition concept) can be useful for prevention and correction of such disorders. You are aware of the effect of such factors as feeding before night's sleep, nutrition at dark time of a day, diet enriched with triptophane and nucleotides, on the maturation and consolidation of infants sleep. The correlation between intestinal microbiota and factors affecting the circadian and metabolic activity of the body are presented: day-night cycles, sleep and wake, diet and nutrition. Targeted regulation of the intestinal microbiota through products enriched with functional components (prebiotics) can lead to the development of healthy sleep in infants via axis "brain – intestine – microbiota".

Keywords: sleep, diet, nutrition, chrono-nutrition, sleep schedule, infant, food supplements, development, intestinal microbiota

For citation: Turti Tatiana V., Belyaeva Irina A., Bombardirova Elena P., Sadchikov Pavel E., Nagonov Alexander Y. Role of Nutritive Factors in Infants Sleep Management. *Voprosy sovremennoi pediatrii — Current Pediatrics*. 2021;20(4):316–320. doi: 10.15690/vsp.v20i4.2289

ровья: обменным и эндокринным нарушениям, ожирению, снижению иммунитета, проблемам когнитивного развития, дефициту внимания, проблемам поведения [4]. Непродолжительный, беспокойный сон с частыми пробуждениями, сопровождающийся двигательным беспокойством, является существенной проблемой для родителей и причиной обращения за помощью к медицинским работникам. По некоторым данным, до 15–25% младенцев имеют беспокойный сон [5]. Таким образом, формирование организованного режима сна на протяжении первого года жизни является важным этапом индивидуального развития.

В настоящее время известны некоторые факторы, влияющие на сон младенца. Возбуждающие действия перед сном, наличие телевизора в спальне, непереносимость родителями детского плача относят к причинам, ухудшающим сон. Кормление, купание, массаж, пение колыбельных песен способны улучшить сон младенца. Медицинское просвещение родителей по вопросам организации сна может иметь долговременное позитивное значение для развития ребенка [6]. Оценка характеристик сна, факторов, влияющих на сон, в периоде младенчества дает возможность изучить процессы созревания ЦНС, прогнозировать последующее психомоторное и когнитивное развитие [3]. В связи с этим интерес вызывают вопросы роли питания в созревании и консолидации сна младенцев. Результаты единичных исследований указывают на связь между некоторыми компонентами питания и сном. Например, установлено, что определенные полиненасыщенные короткоцепочечные жирные кислоты положительно влияют на сон, способствуя процессам миелинизации и, таким образом, созреванию ЦНС [7].

СОН РЕБЕНКА ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ

Дети первого года жизни большую часть времени проводят во сне. Сон младенцев значительно отличается от сна в старшем детском возрасте. У новорожденных отсутствует циркадианный ритм, периоды сна короткие и зависят от частоты кормлений [8]. В периоде новорожденности ребенок в среднем спит до 17 ч в сутки, к 6 мес жизни общая продолжительность сна сокращается до 14 ч (ночного — до 6 ч), к 1 году продолжительность ночного сна нередко увеличивается до 8–9 ч. При этом возможны значительные индивидуальные колебания продолжительности ночного и дневного сна младенцев [7]. Исследование сна здоровых младенцев и детей раннего возраста ($n = 841$) показало, что режим сна обладал большой индивидуальной вариативностью и менялся на протяжении первых 36 мес жизни. Важной характеристикой качества сна детей раннего возраста является частота ночных пробуждений: для детей от 0 до 2 мес жизни нормой является 0–3,4 пробуждения за ночь, для детей 1–2 лет — 0–2,5 [9]. К 4–6 мес жизни отмечалась консолидация сна: организация его режима, более продолжительный ночной сон без пробуждений (таблица) [4].

В периоде новорожденности сон первоначально классифицируется как активный (в последующем трансформируется в фазу быстрого сна) и спокойный, который в период пробуждения расценивается как неопределенный сон [8]. В фазе неопределенного сна младенца видны некоторые элементы как быстрого, так и медленного сна [8]. Но уже после второго месяца жизни физиологический сон включает фазу медленного и быстрого сна [10]. Переход от неонатального сна к младенческому завершается к возрасту 10–12 нед [11]. Основными проблемами ночного сна младенца являются длительное засыпание, короткий ночной сон, частые ночные пробуждения [12].

Характеристики сна ребенка первого года жизни имеют прогностическое значение для последующего физического, психомоторного и когнитивного развития [13, 14]. Для оценки параметров сна младенцев используются современные валидизированные методы диагностики, включая ночную полисомнографию и актиграфию. Ночная полисомнография базируется на получении данных электроэнцефалографии (ЭЭГ), респираторного и кардиологического мониторинга. Метод позволяет определить причину нарушений сна и, в частности, выявить обструктивное апноэ, наличие инсомнии, парасомнии [15]. Метод актиграфии дает важную информацию о сне путем записывания движений конечностей младенца во время сна и бодрствования [16]. Мониторинг

Таблица. Характеристики сна здоровых детей раннего возраста
Table. Sleep characteristics in healthy infants

Показатели сна	Возраст, мес*					Источники
	1	3	6	12	17–18	
Общая продолжительность сна, ч	17	н/д	14	н/д	н/д	Schneider N. и соавт. [7]
	н/д	н/д	12	н/д	н/д	Mindell J.A. и соавт. [4]
	12,8 (9,7; 15,9)				11,9 (9,9; 13,8)	Galland B.C. и соавт. [9]
Продолжительность сеанса дневного сна, ч	1 (0,75; 2)	0,75 (0,5; 1,5)	0,8 (0,7; 1,5)	1,25 (0,8; 1,5)	1,5 (1,3; 1,8)	Mindell J.A. и соавт. [4]
Продолжительность сеанса ночного сна, ч	н/д	н/д	6	8–9	н/д	Schneider N. и соавт. [7]
	8 (7; 9)	9 (8; 11)	10 (9; 11)	10 (9; 11)	9,75 (9,5; 10,5)	Mindell J.A. и соавт. [4]
Частота пробуждений за ночь, абс.	0–3,4	н/д	н/д	0–2,5		Galland B.C. и соавт. [9]

Примечание. Указаны медианные значения, в некоторых случаях (в круглых скобках) вместе со значениями 1-го и 3-го квартилей; н/д — нет данных.

Note. Median values are presented, in some cases (in parentheses) along with the values of the 1st and 3rd quartiles; н/д — no data available.

состояния сна методом актиграфии хорошо согласуется с результатами полисомнографии [15].

СОН И КОГНИТИВНОЕ РАЗВИТИЕ

Сон является активным процессом, в котором участвуют синхронизирующие системы, располагающиеся в продолговатом мозге, мосте мозга, преоптической области гипоталамуса, ядрах зрительного бугра, таламокортикальной системе [17]. Такие нейромедиаторы, как серотонин, норадреналин, ацетилхолин, гамма-аминомасляная кислота (ГАМК), и некоторые нейропептиды активно участвуют в организации бодрствования и стадий сна [18]. Сон рассматривается как процесс, во время которого восстанавливаются энергетические запасы ЦНС, происходит синтез белка, РНК, соматотропного гормона [19]. Также считается, что во время сна происходит обработка поступившей в мозг информации, включение ее в механизмы памяти, осуществляется стабилизация эмоциональной сферы [20].

Основная система, которая контролирует цикл сна и бодрствования, — это система суточного ритма, расположенная в супрахиазматических ядрах переднего гипоталамуса и демонстрирующая ритмичность и колебания в течение почти 24 ч [21]. Созревание структур ЦНС, таких как гипоталамус или система нейротрансмиттеров, лежит в основе как когнитивного развития, так и регуляции циклов сна/бодрствования [3, 22]. Важную роль в когнитивном развитии и физическом росте играют индивидуальные особенности сна младенцев. Количественные и качественные его характеристики особенно важны для развития памяти, речи и исполнительных функций, а нормальное развитие сна может быть связано с более высокими показателями умственного развития [23–25]. Сообщается о негативных последствиях нарушений сна у младенцев для физического, когнитивного и эмоционального развития [26]. Вместе с тем показано, что улучшение младенческого сна, его структуры возможно при некоторых ранних вмешательствах, таких как диета, укачивание, режим дня, режим сна, отсутствие электронных устройств в спальне, позитивный настрой родителей, пение колыбельных песен, массаж перед сном [1, 6]. Таким образом, ранние вмешательства, обеспечивающие консолидацию сна младенцев, могут стать важным инструментом для поддержки созревания ЦНС и когнитивного развития [3].

РАСПОРЯДОК ОТХОДА КО СНУ

Проблемы со сном в раннем детском возрасте связаны с рядом неблагоприятных исходов: появление отклонений в нейрокогнитивной, эмоциональной, социальной сферах, в физическом развитии, семейно-родительских взаимоотношениях [1, 27, 28]. В связи с распространенностью таких проблем, как трудности засыпания и беспокойный ночной сон, Американская академия педиатрии (AAP) придает большое значение здоровому сну и рекомендует ранние научно обоснованные вмешательства: соблюдение режима сна и бодрствования, организацию распорядка отхода ко сну [29, 30].

Распорядок отхода ко сну определяется как предсказуемые действия, которые происходят примерно за час до того, как погаснет свет и ребенок заснет [31]. Результаты кросс-культурного исследования младенцев и детей раннего возраста (описательные данные), проведенного в 17 странах мира, показали, что наиболее частым рутинным действием перед сном является кормление (грудное или из бутылочки), распространенность которого в семьях достигает 73%; следующие по рас-

пространенности — купание (до 45%), пение колыбельных песен (в некоторых странах — до 36%) [32, 33]. Кормление перед сном может способствовать засыпанию, спокойному сну за счет появления чувства сытости, в то время как недостаточное питание, голод связаны с нарушением регуляции сна [34, 35]. Поэтому включение в распорядок действий перед сном кормления может способствовать формированию физического здоровья и профилактике заболеваний, обеспечению развития мозга и когнитивного развития [36, 37].

ПИТАНИЕ И СОН

Расстройства сна у детей первого года жизни нередко являются серьезной проблемой, создающей угрозу здоровью, снижающей качество жизни семьи. Напротив, хороший, спокойный сон рассматривается как один из показателей нормального физического, психомоторного, когнитивного развития ребенка. Дети, находящиеся на грудном вскармливании, чаще имеют здоровый сон, чем дети на искусственном [38]. В исследовании J. Cubero и соавт. оценивали циркадианный ритм триптофана, предшественника гормона мелатонина, в грудном молоке и его влияние на ритмы 6-сульфатоксимелатонина и сна у новорожденных. Содержание аминокислоты триптофана в грудном молоке демонстрировало суточный ритм с акрофазой примерно в 03:00, который был связан с циркадианным ритмом 6-сульфатоксимелатонина с акрофазой в 06:00 у младенцев, находящихся на грудном вскармливании. Исследователи пришли к выводу, что суточные ритмы содержания триптофана в грудном молоке и выработки мелатонина у новорожденных вносят существенный вклад в организацию и консолидацию их ночного сна [39].

Предполагается, что питание младенцев связано со сном, поэтому ребенку в попытке способствовать его засыпанию и спокойному продолжительному сну нередко предлагают дополнительное питание, включая грудное молоко, молочные смеси, продукты прикорма. Вместе с тем не обнаружено разницы в частоте ночных пробуждений или ночных кормлений между младенцами, которых матери кормили грудью, и теми, которым давали молочную смесь (около 80% младенцев регулярно просыпались по крайней мере один раз на протяжении ночного сна) [40]. Однако младенцы, получавшие больше молока или продуктов прикорма в течение дня, реже кормились ночью, но не реже просыпались. На основании этих результатов был сделан вывод, что увеличение калорийности детского питания в течение дня может снизить вероятность ночного кормления, но не уменьшит необходимость родительского ухода в ночное время [40].

В одном исследовании оценивалась возможность улучшения характеристик сна за счет введения злаковых продуктов прикорма, обогащенных триптофаном (225 мг на 100 г продукта), аденозин-5'-фосфатом (5,3 мг на 100 г) и уридин-5'-фосфатом (6,3 мг на 100 г), на ночь [37]. В исследовании приняли участие 30 младенцев в возрасте 8–16 мес с нарушениями сна (не менее 3 ночных эпизодов бодрствования). Дети получали «хлопья, облегчающие сон» в ходе двойной слепой фазы исследования, длившейся 5 нед, с приемом злаков между 18:00 и 06:00. Характеристики сна регистрировались посредством метода актиметрии. Младенцы, получавшие обогащенные хлопья в темное время суток, показали улучшение параметров сна. Полученные результаты подтвердили концепцию хронопитания, т.к. было доказано, что на ритм сна и бодрствования может влиять диета [41, 42].

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПИЩИ: ПРЕБИОТИКИ

Большим потенциалом для формирования здорового сна у детей раннего возраста, вероятно, обладают продукты, диетические ингредиенты которых оказывают благотворное влияние на физиологические функции организма, поддерживают и укрепляют здоровье, повышают качество жизни. К таким функциональным компонентам пищи относятся пребиотики (scGOS/lcFOS, неперевариваемые пищевые волокна клетчатки) [43]. Пребиотики избирательно используются кишечными микроорганизмами, стимулируют рост и активность кишечных бактерий, устанавливая благоприятные симбиотические взаимоотношения со своим хозяином [44]. Обогащение рациона неперевариваемыми олигосахаридами дает возможность улучшить микробную экосистему кишечника, включая популяции бактерий, профили метаболитов, физиологические эффекты [45].

В настоящее время известно, что микробиом кишечника человека способен оказывать влияние на психическое и физическое здоровье различными путями, в т.ч. через ось «мозг – кишечник – микробиота» [46, 47]. Влияние этой системы на сон недостаточно изучено. Вместе с тем показано, что через эту ось на сон могут влиять продуцируемые некоторыми кишечными бактериями метаболиты. Так, кишечные бактерии родов *Bacteroidetes* [48], *Actinobacteria* и *Firmicutes* [49] продуцируют ГАМК — нейромедиатор, который способствует здоровому сну, обеспечивая его достаточную продолжительность и малое количество пробуждений [50]. Имеются данные, что микроорганизмы рода *Corynebacterium* способны синтезировать серотонин, который является предшественником регулятора циркадианного ритма мелатонина [51]. Недавние исследования показали, что короткоцепочечные жирные кислоты кишечной микробиоты могут непосредственно влиять на мозг, улучшая защитную функцию гематоэнцефалического барьера, модулируя нейротрансмиссию, влияя на уровни нейротрофических факторов, способствуя консолидации памяти, улучшению сна [52–54].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Определение факторов питания, положительно влияющих на характеристики сна и способствующих его созреванию и консолидации у детей раннего возраста,

будет способствовать разработке научно обоснованных программ раннего вмешательства, предназначенных для обеспечения гармоничного развития ребенка. В числе таких вмешательств успешной представляется поддержка грудного вскармливания, включение кормления ребенка в распорядок действий перед сном, целенаправленная регуляция количественного и качественного состава кишечной микробиоты, профиля метаболитов кишечных бактерий посредством обогащения продуктов неперевариваемыми олигосахаридами.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Статья опубликована при финансовой поддержке компании АО «ПРОГРЕСС».

FINANCING SOURCE

The article has been funded by stock company “PROGRESS”.

РАСКРЫТИЕ ИНТЕРЕСОВ

Т.В. Турти — чтение лекций для компании АО «ПРОГРЕСС».

И.А. Беляева — чтение лекций для компании АО «ПРОГРЕСС».

Остальные авторы статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

DISCLOSURE OF INTEREST

Tatiana V. Turti — lecturing for stock company “PROGRESS”.

Irina A. Belyaeva — lecturing for stock company “PROGRESS”.

Other authors confirmed the absence of a reportable conflict of interests.

ORCID

Т.В. Турти

<http://orcid.org/0000-0002-4955-0121>

И.А. Беляева

<http://orcid.org/0000-0002-8717-2539>

Е.П. Бомбардинова

<https://orcid.org/0000-0002-6677-2914>

П.Е. Садчиков

<https://orcid.org/0000-0001-9225-8372>

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Mindell JA, Williamson AA. Benefits of a bedtime routine in young children: Sleep, development, and beyond. *Sleep Med Rev.* 2018; 40:93–108. doi: 10.1016/j.smrv.2017.10.007
- Яхно Н.Н., Вейн А.М., Тонкова-Ямпольская Р.В., Шумский Н.Г. Сон // *Большая медицинская энциклопедия (БМЭ)* / под ред. Б.В. Петровского. — 3-е изд., онлайн-версия. — 1974–1989. — Т. 23. [Yakhno NN, Vein AM, Tonkova-Yampol'skaya RV, Shumskii NG. Sleep. In: *Great medical encyclopedia*. Petrovskii BV, ed., online-version. 1974–1989. Vol. 23. (In Russ).] Доступно по: <https://бмэ.орг/index.php/COH>. Ссылка активна на 10.08.2021.
- Tham EK, Schneider N, Broekman BF. Infant sleep and its relation with cognition and growth: a narrative review. *Nat Sci Sleep.* 2017; 9:135–149. doi: 10.2147/NSS.S125992
- Mindell JA, Leichman ES, Composto J, et al. Development of infant and toddler sleep patterns: real-world data from a mobile application. *J Sleep Res.* 2016;25(5):508–516. doi: 10.1111/jsr.12414
- Byars KC, Yolton K, Rausch J, et al. Prevalence, patterns, and persistence of sleep problems in the first 3 years of life. *Pediatrics.* 2012; 129(2):e276–e284. doi: 10.1542/peds.2011-0372
- Field T. Infant sleep problems and interventions: A review. *Infant Behav Dev.* 2017;47:40–53. doi: 10.1016/j.infbeh.2017.02.002
- Schneider N, Mutungi G, Cubero J. Diet and nutrients in the modulation of infant sleep: A review of the literature. *Review Nutr Neurosci.* 2018;21(3):151–161. doi: 10.1080/1028415X.2016.1258446
- Davis KF, Parker KP, Montgomery GL. Sleep in infants and young children: part one: normal sleep. *J Pediatr Health Care.* 2004; 18(2):65–71. doi: 10.1016/s0891-5245(03)00149-4
- Galland BC, Taylor BJ, Elder DE, Herbison P. Normal sleep patterns in infants and children: a systematic review of observational studies. *Sleep Med Rev.* 2012;16(3):213–222. doi: 10.1016/j.smrv.2011.06.001
- Jenni OG, Carskadon MA. Normal human sleep at different ages: Infants to adolescents. In: *Sleep Research Society. SRS Basics of Sleep Guide*. Westchester, IL: Sleep Research Society; 2000. pp. 11–19.
- Mirmiran M, Baldwin RB, Ariagno RL. Circadian and sleep development in preterm infants occurs independently from the influences of environmental lighting. *Pediatr Res.* 2003;53(6):933–938. doi: 10.1203/01.PDR.0000061541.94620.12

12. Gibson R, Elder D, Gander P. Actigraphic sleep and developmental progress of one-year-old infants. *Sleep Biol Rhythms*. 2012; 10(2):77–83. doi: 10.1111 / j.1479-8425.2011.00525.x
13. Ednick M, Cohen AP, McPhail GL, et al. A review of the effects of sleep during the first year of life on cognitive, psychomotor, and temperament development. *Sleep*. 2009;32(11):1449–1458. doi:10.1093/sleep/32.11.1449
14. Xiao Q, Chaput JP, Olds T, et al. Sleep characteristics and health-related quality of life in 9- to 11-year-old children from 12 countries. *Sleep Health*. 2020;6(1):4–14. doi: 10.1016/j.sleh.2019.09.006
15. Markovich AN, Gendron MA, Corkum PV. Validating the Children's Sleep Habits Questionnaire against polysomnography and actigraphy in school-aged children. *Front Psychiatry*. 2015;5:188. doi: 10.3389/fpsy.2014.00188
16. Hyde M, O'Driscoll DM, Binette S, et al. Validation of actigraphy for determining sleep and wake in children with sleep disordered breathing. *J Sleep Res*. 2007;16(2):213–216. doi: 10.1111/ j.1365-2869.2007.00588.x
17. Gillette M, Abbott S. Fundamentals of the circadian system. In: *Basics of Sleep Guide*. Opp M, ed. Westchester, IL: Sleep Research Society; 2005. pp. 131–138.
18. Saper CB, Scammell TE, Lu J. Hypothalamic regulation of sleep and circadian rhythms. *Nature*. 2005;437(7063):1257–1263. doi: 10.1038/nature04284
19. Parker KP, Dunbar SB. Cardiac nursing. In: *Sleep*. Woods SL, Froelicher ESS, Motzer SU, Bridges E, eds. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005. pp. 197–219.
20. Tempesta D, Soccì V, De Gennaro L, Ferrara M. Sleep and emotional processing. *Sleep Med Rev*. 2018;40:183–195. doi: 10.1016/j.smrv.2017.12.005
21. Reddy S, Reddy V, Sharma S. Physiology, Circadian Rhythm. [Updated 2021 May 9]. In: *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. Available online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519507>. Accessed on 11.08.2021.
22. Franco-Pérez J, Ballesteros-Zebadua P, Custodio V, Pas C. Major neurotransmitters involved in the regulation of the sleep-wake cycle. *Rev Invest Clin*. 2012;64(2):182–191.
23. Gomez RL, Newman-Smith KC, Breslin JH, Bootzin RR. Learning, memory, and sleep in children. *Sleep Med Clin*. 2011;6(1):45–57. doi:10.1016/j.jsmc.2010.12.002
24. Sivertsen B, Harvey AG, Reichborn-Kjennerud T, et al. Later emotional and behavioral problems associated with sleep problems in toddlers: a longitudinal study. *JAMA Pediatr*. 2015;169(6): 575–582. doi: 10.1001/jamapediatrics.2015.0187
25. Paaavonen EJ, Porkka-Heiskanen T, Lahikainen AR. Sleep quality, duration and behavioral symptoms among 5–6-year-old children. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2009;18(12):747–754. doi: 10.1007/ s00787-009-0033-8
26. Sheridan A, Murray L, Cooper PJ, et al. A longitudinal study of child sleep in high and low risk families: relationship to early maternal settling strategies and child psychological functioning. *Sleep Med*. 2013;14(3):266–273. doi: 10.1016/j.sleep.2012.11.006
27. Turnbull K, Reid GJ, Morton JB. Behavioral sleep problems and their potential impact on developing executive function in children. *Sleep*. 2013;36(7):1077–84. doi: 10.5665/sleep.2814
28. Hysing M, Sivertsen B, Garthus-Niegel S, Eberhard-Gran M. Pediatric sleep problems and social-emotional problems. A population-based study. *Infant Behav Dev*. 2016;42:111–118. doi: 10.1016/j.infbeh.2015.12.005
29. *Bright futures: Guidelines for Health Supervision of Infants, Children, and Adolescents*. Hagan JF, Shaw JS, Duncan P, eds. 3rd ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics; 2008. 65 p.
30. Allen SL, Howlett MD, Coulombe JA, Corkum PV. ABCs of SLEEPING: a review of the evidence behind pediatric sleep practice recommendations. *Sleep Med Rev*. 2016;29:1–14. doi: 10.1016/ j.smrv.2015.08.006
31. Mindell JA, Li AM, Sadeh A, et al. Bedtime routines for young children: a dose-dependent association with sleep outcomes. *Sleep*. 2015;38(5):717–722. doi: 10.5665/sleep.4662
32. Mindell JA, Sadeh A, Wiegand B, et al. Cross-cultural differences in infant and toddler sleep. *Sleep Med*. 2010;11(3):274–280. doi: 10.1016/j.sleep.2009.04.012
33. Mindell JA, Sadeh A, Kohyama J, How TH. Parental behaviors and sleep outcomes in infants and toddlers: a cross-cultural comparison. *Sleep Med*. 2010;11(4):393–399. doi: 10.1016/ j.sleep.2009.11.011
34. Vanitallie TB. Sleep and energy balance: interactive homeostatic systems. *Metabolism*. 2006;55(10 Suppl 2):S30–S35. doi: 10.1016/j.metabol.2006.07.010
35. Nicolaidis S. Metabolic mechanism of wakefulness (and hunger) and sleep (and satiety): role of adenosine triphosphate and hypocretin and other peptides. *Metabolism*. 2006;55(10 Suppl 2): S24–S29. doi: 10.1016/j.metabol.2006.07.009
36. Black MM, Walker SP, Fernald LC, et al. Early childhood development coming of age: science through the life course. *Lancet*. 2017; 389(10064):77–90. doi: 10.1016/S0140-6736(16)31389-7
37. Tanner EM, Finn-Stevenson M. Nutrition and brain development: social policy implications. *Am J Orthopsychiatry*. 2002;72(2): 182–193. doi: 10.1037/0002-9432.72.2.182
38. Krol KM, Grossmann T. Psychological effects of breastfeeding on children and mothers. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*. 2018;61(8):977–985. doi: 10.1007/s00103-018-2769-0
39. Cubero J, Valero V, Sánchez J, et al. The circadian rhythm of tryptophan in breast milk affects the rhythms of 6-sulfatoxymelatonin and sleep in newborn. *Neuro Endocrinol Lett*. 2005;26(6):657–661.
40. Brown A, Harries V. Infant sleep and night feeding patterns during later infancy: association with breastfeeding frequency, daytime complementary food intake, and infant weight. *Breastfeed Med*. 2015;10(5):246–252. doi: 10.1089/bfm.2014.0153
41. Cubero J, Chanclón B, Sánchez S, et al. Improving the quality of infant sleep through the inclusion at supper of cereals enriched with tryptophan, adenosine-5'-phosphate, and uridine-5'-phosphate. *Nutr Neurosci*. 2009;12(6):272–280. doi: 10.1179/ 147683009X423490
42. Flanagan A, Bechtold DA, Pot GK, Johnston JD. Chrono-nutrition: From molecular and neuronal mechanisms to human epidemiology and timed feeding patterns. *J Neurochem*. 2021;157(1):53–72. doi: 10.1111/jnc.15246
43. Carlson JL, Erickson JM, Lloyd BB, Slavin JL. Health effects and sources of prebiotic dietary fiber. *Curr Dev Nutr*. 2018;2(3):nzy005. doi: 10.1093/cdn/nzy005
44. Gibson GR, Hutkins RW, Sanders ME, et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2017;14(8):491–502. doi: 10.1038/nrgastro.2017.75
45. Mussatto SI, Mancilha IM. Non-digestible oligosaccharides: A review. *Carbohydr Polym*. 2007;68(3):587–597. doi: 10.1016/ j.carbpol.2006.12.011
46. Cerdó T, Ruiz A, Suárez A, Campoy C. Probiotic, Prebiotic, and Brain Development. *Nutrients*. 2017;9(11):1247. doi: 10.3390/nu9111247
47. Rieder R, Wisniewski PJ, Alderman BL, Campbell SC. Microbes and mental health: A review. *Brain Behav Immun*. 2017;66:9–17. doi: 10.1016/j.bbi.2017.01.016
48. Strandwitz P, Kim KH, Terekhova D, et al. GABA-modulating bacteria of the human gut microbiota. *Nat Microbiol*. 2019;4(3): 396–403. doi: 10.1038/s41564-018-0307-3
49. Yunes R, Poluektova E, Dyachkova M, et al. GABA production and structure of gadB/gadC genes in *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains from human microbiota. *Anaerobe*. 2016;42:197–204. doi: 10.1016/j.anaerobe.2016.10.011
50. Gottesmann C. GABA mechanisms and sleep. *Neuroscience*. 2002;111(2):231–239. doi: 10.1016/s0306-4522(02)00034-9
51. Ursin R. Serotonin and sleep. *Sleep Med Rev*. 2002;6(1): 55–67. doi: 10.1053/smrv.2001.0174
52. Smith RP, Easson C, Lyle SM, et al. Gut microbiome diversity is associated with sleep physiology in humans. *PLoS One*. 2019; 14(10):e0222394. doi: 10.1371/journal.pone.0222394
53. SilvaYP, Bernardi A, Frozza RL. The Role of Short-Chain Fatty Acids From Gut Microbiota in Gut-Brain Communication. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020;11:25. doi: 10.3389/fendo.2020.00025
54. Szentirmai É, Millican NS, Massie AR, Kapás L. Butyrate, a metabolite of intestinal bacteria, enhances sleep. *Sci Rep*. 2019; 9(1):7035. doi: 10.1038/s41598-019-43502-1