Дата публикации: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_15
УДК 612.64

Publication date: 01.06.2023
DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_15
UDC 612.64

ХРОНОФИЗИОЛОГИЯ СУТОЧНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ РОДОВ С УЧЕТОМ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА ПЛОДА

А.Е. Мальцева, М.В. Горячева, Ю.А. Бондарчук, О.М. Улитина
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Барнаул, Россия

Аннотация. Хронофизиологическая организация функциональной системы «мать – плацента – плод» лежит в основе реализации гестационных задач, минимизируя риски возникновения различных отклонений. Однако, помимо основных звеньев системы – матери и плаценты, целесообразно учитывать и пол плода, который вносит существенные адаптационные сдвиги в физиологию материнского организма как во время беременности, так и в последующие периоды ее онтогенеза. Цель исследования – объединить имеющиеся литературные данные и результаты собственного исследования о хронофизиологических механизмах функционирования системы «мать – плацента – плод» с учетом полового диморфизма плода и определить возможные влияния пола плода на суточную периодичность родов. Проанализирована 2041 история родов. В работе использованы методы анализа информации, описательной статистики, статистическую значимость рассчитывали, исходя из доверительной вероятности 95% и точности расчета статистических данных 0,05. Большая часть детей рождается в светлое время суток и не имеет значимых различий во времени окончания родов в зависимости от пола новорожденных. Данный феномен связан с медико-социальными особенностями процесса родоразрешения, снижением концентрации мелатонина, определяющего циркадные биоритмы и играющего одну из ключевых ролей в запуске родов. Для темного времени суток в большинстве случаев закономерностей выявлено не было, но в летние месяцы года девочки рождались значимо чаще в 24.00-6.00, что можно объяснить более низкими концентрациями мелатонина ввиду более длинного светового дня. Суточные ритмы матери (в т.ч. и плацентарного комплекса) и их роль в зачатии и сроках родов – это область, необходимая для дальнейшего изучения и обладающая огромным потенциалом для внедрения в клиническую практику при нормальном течении беременности.

Ключевые слова: хронофизиология, суточные биоритмы, половой диморфизм, беременность, роды, мелатониновый обмен.

CHRONOPHYSIOLOGY OF THE CHILDBIRTH'S DAILY PERIODICITY, TAKING INTO ACCOUNT FETAL SEXUAL DIMORPHISM

A.E. Mal'tseva, M.V. Goryacheva, Yu.A. Bondarchuk, O.M. Ulitina
Altai State Medical University, Barnaul, Russia

Annotation. Chronophysiological arrangement of the "mother-placenta-fetus" system is fundamental in solving gestational tasks minimizing the risk of various disorders. However, aside from the main parts of the system (mother and placenta), it is important to consider sex of the fetus, which causes significant adaptation shifts in the physiology of the mother's body both during pregnancy and the following periods of its ontogeny. The aim of the study is to combine the available data and the results of our own research on the chronophysiological mechanisms of the "mother-placenta-fetus" system, taking into account fetal sexual dimorphism, and to determine the possible effects of fetal sex on the daily periodicity of childbirth. We have used methods of information analysis, descriptive statistics, statistical significance was calculated considering a confidence probability of 95% and computational accuracy of 0.05. It was revealed that most of the children are born in the daytime and have no significant differences in the time of the labor's end, depending on the sex of the newborns. Apparently, this phenomenon is associated with the medical and social features of the delivery, as well as a decrease in the melatonin concentration,

which determines the circadian biorhythms of many body systems and plays one of the key roles in starting the labor process. For nighttime, there were no patterns in most cases. However, in the summer season of the year girls were born significantly more often at 24.00-6.00, which can be explained by lower concentrations of melatonin due to longer daylight hours. Circadian rhythms in the mother (including the placenta complex) and their role in conception and birth's terms is a field requiring further study, which has great potential for implementation in clinical practice during normal pregnancy.
Keywords: chronophysiology, circadian biorhythms, sexual dimorphism, pregnancy, childbirth, melatonin metabolism.

Введение. Исследования, объединяющие результаты по влиянию пола плода на материнский организм и исходы беременности, достаточно популярны среди ученых всего мира [1-2]. Основой для всей репродуктивной физиологии служат положения концепции Н.Л. Гармашевой и Н.И. Константиновой (1971-1978) о формировании функциональной системы «мать – плацента – плод» (ФСМПП), которая, в свою очередь, не учитывает пол плода, имеющий важное значение в определении исходов беременности [3]. Без хронофизиологической подстройки функциональных процессов в организме плода к биоритмам аналогичных процессов в материнском организме вынашивание беременности было бы невозможно.

На сегодняшний день биоритмологические механизмы влияния половой дифференциации плода на функциональные процессы в ФСМПП являются не до конца изученными, что и послужило основанием для выбора цели нашего исследования.

Цель работы: объединить имеющиеся литературные данные и результаты собственного исследования о хронофизиологических механизмах функционирования системы «мать – плацента – плод» (ФСМПП) с учетом полового диморфизма плода и определить возможные влияния пола плода на суточную периодичность родов. Для реализации цели исследования необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить особенности хронофизиологии функциональной системы «мать – плацента – плод» в т.ч. во время родовой деятельности;

2. Определить закономерности суточной периодичности родов в зависимости от пола плода, в т.ч. и в разные сезоны года.

Методы и организация исследования. Для изучения хронофизиологических механизмов функционирования системы «мать – плацента – плод» и циркадных биоритмов времени родов в зависимости от половой принадлежности плода были проанализированы 2041 история родов.

Исследования проводились на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Протокол исследования одобрен, получено заключение локального этического комитета (ЛЭК) при ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет» (протокол № 4, от 27.11.2019 г.). Все женщины, показатели которых учитывались в исследовании, проживали во время беременности в городе Барнауле, Алтайский край, имели физиологическое течение гестации и родов. Все участники исследования были родоразрешены в срок через естественные родовые пути. Случаи кесарева сечения и многоплодная беременность были исключены из выборки.

Статистическая обработка данных предусматривала использование методов описательной статистики с применением программного обеспечения OpenOffice Calc и Microsoft Excel. Проверку гипотезы о принадлежности анализируемых выборок нормальному закону распределения проводили по критерию Колмогорова-Смирнова. Статистическую значимость рассчитывали, исходя из доверительной вероятности 95% и

точности расчета статистических данных 0,05. Сравнение «средних» по Стьюденту представлено в виде среднего и его ошибки M±m. Значимыми считались различия средних при $p \leq 0,05$. Суточная периодичность времени окончания родов проводилась при помощи временных рядов Фурье [4].

Результаты исследования и их обсуждение. Исходя из имеющихся литературных источников, одним из значимых факторов, определяющих модель взаимоотношений всех единиц в ФСМПП, является половая принадлежность плода [4]. Посредством биохимических и гормональных сигналов, контролируемых нервной и гуморальной регуляторными системами и транспортируемых через фето-плацентарный барьер, происходит формирование различных функциональных систем в зависимости от пола вынашиваемого плода, а именно функциональной системы «мать – плацента – плод женского пола» (ФСМПЖП) и функциональной системы «мать – плацента – плод мужского пола» (ФСМПМП), с характерными для каждой из них вариантами поддержания гомеостатического равновесия и адаптационной динамики [4].

Становится очевидным, что беременность требует серьезной адаптационной нагрузки на все звенья материнской физиологии, многие из которых определены циркадными закономерностями с целью поддержания метаболических потребностей плода, в то время как материнские циркадные ритмы не только обеспечивают нормальное развитие плода в соответствии с его генетической программой, но и способствуют формированию его собственных биоритмов, необходимых для его дальнейшего развития в постнатальном онтогенезе. Нарушения хронофизиологических закономерностей во время беременности (например, работа во время ночной смены и пр.) может привести к осложнениям, включая повышенный риск выкидыша, преждевременных родов и низкой массы тела при рождении [5].

Связующим звеном между матерью и плодом выступает плацента, а именно оптимальное функционирование ее сосудов. Немаловажным в этой системе являются сосудисто-эндотелиальные факторы роста и интерлейкины, продукция которых отличается в зависимости от пола вынашиваемого плода и может привести к неблагоприятным последствиям [3].

В исследовании было выделено две группы: 799 новорожденных женского пола и 1242 мужского пола. Характеристики исследуемых показателей продемонстрированы в таблицах 1 и 2. За исключением размеров выборок, которые значительно отличались между мужской и женской группами, другие переменные были сопоставимы.

Как показано в таблице 1, анализ возрастного распределения беременных обследуемых выборок не имеет значимых различий, в обеих группах средний возраст женщин находится в пределах 25-28 лет. Средний возраст менархе в обеих выборках одинаковый, процент нерожавших женщин и женщин, имеющих аборты в анамнезе, также сопоставимы в группах с женским и мужским плодом. В обеих группах с одинаковой периодичностью встречается беременность крупным плодом (более 4000 г), средняя продолжительность длительности родов составляет 6,4 часа.

В отличие от ряда работ по схожей тематике [6-7], в процессе анализа суточной периодичности времени окончания родовой деятельности статистически значимой связи с полом плода выявлено не было, в то время как в исследовании Боташевой Т.Л. время окончания родов было значимо связано с фактором «половая принадлежность плода». Так, в суммарной выборке Боташевой Т.Л. мальчики рождались чаще, чем девочки ($p=0,041$) на фоне уменьшения суточной освещённости (во временной период с 18 до 24 часов), а девочки рождались преимущественно при снижении освещенности (во временной период с 24 до 6 утра) ($p=0,026$).

Таблица 1

Характеристики исследуемых показателей в группах плода разного пола

Показатели		Женский (n=695)	Мужской (n=1102)
Возраст матери, лет		28	25
Индекс массы тела матери, кг/м^2		22,9±3,8	23,2±3,8
Средний возраст менархе, лет		13	13
Нерожавшие, число, %		305 (43,8%)	465 (42,1%)
История предыдущих абортов, число, %		270 (38,8%)	403 (36,5%)
Масса плода при рождении, г		3425,3±466,7	3467,4±457,9
Масса плода при рождении, >4000 г		83 (11,9%)	135 (12,2%)
Продолжительность родов, ч		6,45±1,9	6,4±1,8
Время родов, в сутках	6.00-18.00	393 (56,5%)	630 (57,0%)
	18.00-24.00	164 (23,5%)	227 (20,9%)
	24.00-6.00	138 (19,8%)	245 (22,1%)

Примечание: * – различия достоверны (p≤0,05)

Период биоритма в случае обоих вариантов полового диморфизма составлял 6 часов.

Более низкие значения мелатонина у матерей мальчиков обусловлены функционированием защитного механизма, сохраняющего мужские гонады, так как высокие уровни мелатонина способны оказывать агрессивное влияние на теку яичек, вплоть до возникновения мужского бесплодия на последующих этапах внеутробной жизни [7].

Ввиду возникших противоречивых результатов было принято решение посмотреть на этот параметр в динамике по месяцам года (табл. 2). Данная необходимость обусловлена наличием функциональной взаимосвязи между регуляторными структурами, отвечающими за инициацию продолжительности родов в материнском организме, вынашивающим плод, и хронорегуляторными структурами, в частности эпифизом, продуцирующим мелатонин [6], в то время как концентрация последнего в организме напрямую связана с фотопериодом [8], длительность которого в разные сезоны года варьирует и носит региональный характер [9-10]. Известно также, что интенсивность и длина волны дневного света влияют на ночную выработку мелатонина [11].

Мелатонин представляет собой многогранную молекулу, способствующую удалению свободных радикалов и обладающую косвенной антиоксидантной активностью. Мелатонин, помимо эпифиза, вырабатывается в яичниках и в плаценте, где защищает стенку органа от клеточной дисфункции, возникающей в результате окислительного стресса. Плацента, в частности, часто является местом избыточного образования свободных радикалов из-за неоптимальной адгезии к стенке матки, что приводит либо к стойкой гипоксии, либо к прерывистой гипоксии и реоксигенации, процессам, вызывающим массовое образование свободных радикалов и органную дисфункцию [12]. Таким образом, наличие мелатонина – это защитный механизм, необходимый для нормального течения беременности и родов.

Таблица 2

Характеристика суточного времени родов в группах плода разного пола в разные месяцы года

Показатели		Женский (n=799)	Мужской (n=1242)
Время родов, в сутках Январь (n=116/121)	6.00-18.00	69 (59,4%)	71 (58,6%)
	18.00-24.00	31 (26,7%)	32 (26,4%)
	24.00-6.00	16 (13,9%)	18 (15,0%)
Время родов, в сутках Февраль (n=77/96)	6.00-18.00	45 (58,4%)	52 (54,1%)
	18.00-24.00	15 (19,4%)	23 (23,9%)
	24.00-6.00	17 (22,2%)	21 (22,0%)
Время родов, в сутках Март (n=63/103)	6.00-18.00	35 (55,5%)	56 (54,3%)
	18.00-24.00	12 (19,0%)	21 (20,5%)
	24.00-6.00	15 (25,5%)	26 (25,2%)
Время родов, в сутках Апрель (n=63/99)	6.00-18.00	39 (61,9%)	66 (66,6%)
	18.00-24.00	13 (20,6%)	15 (15,3%)
	24.00-6.00	11 (17,5%)	18 (18,1%)
Время родов, в сутках Май (n=68/109)	6.00-18.00	41 (60,2%)	71 (65,1%)
	18.00-24.00	11 (16,3%)	13 (12,0%)
	24.00-6.00	16 (23,5%)	25 (22,9%)
Время родов, в сутках Июнь (n=69/113)	6.00-18.00	38 (55,0%)	61 (53,9%)
	18.00-24.00	14 (20,4%)	27 (23,8%)
	24.00-6.00	17 (24,6%)	25 (22,3%)
Время родов, в сутках Июль (n=69/126)	6.00-18.00	47 (68,1%)	76 (60,3%)
	18.00-24.00	11 (15,95%)	24 (19,1%)
	24.00-6.00	11 (15,95%)	26 (20,6%)
Время родов, в сутках Август (n=69/114)	6.00-18.00	39 (56,5%)	76 (66,6%)
	18.00-24.00	11 (16,0%)	18 (15,9%)
	24.00-6.00	**19 (27,5%)***	20 (17,5%)
Время родов, в сутках Сентябрь (n=27/48)	6.00-18.00	17 (63,0%)*	22 (47,8%)
	18.00-24.00	5 (18,5%)	13 (26,1%)
	24.00-6.00	5 (18,5%)	13 (26,1%)
Время родов, в сутках Октябрь (n=44/81)	6.00-18.00	23 (52,2%)	40 (49,3%)
	18.00-24.00	13 (29,5%)	17 (21,1%)
	24.00-6.00	8 (18,3%)	24 (29,6%)
Время родов, в сутках Ноябрь (n=65/111)	6.00-18.00	31 (47,6%)	61 (54,9%)
	18.00-24.00	19 (29,2%)	21 (19,0%)
	24.00-6.00	15 (23,2%)	29 (26,1%)
Время родов, в сутках Декабрь (n=58/120)	6.00-18.00	27 (46,5%)	63 (52,5%)
	18.00-24.00	16 (27,7%)	25 (20,9%)
	24.00-6.00	15 (25,8%)	32 (26,6%)

Примечание: * – различия достоверны ($p \leq 0,05$)

В III триместре беременности на фоне возрастания концентрации пролактина, прогестерона, эстриола, эстрадиола, кортизола и при сохранении их суточной ритмичности отмечены инфрадианные ритмы гормонов, участвующих в инициации родов с периодом от 1,1 до 1,5 суток [9]. Следовательно, индивидуальные паттерны сроков наступления родов могут определяться не только циркадными, но и инфрадианными ритмами внутренних факторов, к числу которых относятся ритмы

гормонов, обеспечивающих деторождение (мелатонин, окситоцин). Эти данные косвенно свидетельствуют о существовании эндогенной ритмической основы, на которой формируются инфрадианные и циркадные ритмы физиологических показателей по механизму синхронизации [13].

По мере приближения срока родов в функциональной системе «мать-плацента-плод» (ФСМПП) имеются четыре источника мелатонина (эпифиз и внутренние органы материнского организма, а также плацента и плод), позволяющие достигнуть максимальной его продукции и обеспечить максимальную адаптацию к родам матери и плода. Главным циркадным водителем ритма, контролирующим концентрацию репродуктивных гормонов и находящимся в тесном функциональном взаимодействии с эпифизом, является супрахиазматическое ядро гипоталамуса (СХЯ), состоящее примерно из 20 000 нейронов [14-15], получающих сигналы в т.ч. и от фоторецепторных клеток сетчатки глаза, улавливая длину светового дня.

При анализе месячной динамики времени окончания родов было выявлено следующее (табл. 2): независимо от пола плода и сезона года (месяца), большая часть детей рождалась во временном промежутке 6.00-18.00, что соответствует светлому периоду суток. Согласно данным литературных источников, на плазмалемме миоцитов миометрия имеются рецепторы к мелатонину. Таким образом, очевидна роль мелатонина в сократительной способности матки (снижается) путем понижения выработки простагландина Е (ПГ-Е) и окситоцина. При нормальной физиологической беременности с 32 недели его концентрация находится в отрицательной динамике, и минимальное значение регистрируется приблизительно за сутки до начала родовой деятельности. Результатом падения концентрации мелатонина является возрастание концентраций простагландина Е и окситоцина. ПГ-Е увеличивает чувствительность мембран клеток миометрия к окситоцину и инициирует родовую деятельность [16].

Наблюдаемая зависимость по преимущественному рождению женского плода в промежуток 24.00-6.00 для нашего региона наблюдалась только в августе, а преобладающее число рождений мальчиков с 18-24 часов в нашем исследовании выявлено не было. Этот феномен объясняется снижением концентрации мелатонина в крови беременных в летние месяцы, обусловленным большей продолжительностью светлого периода суток, а также отсроченным действием мелатонина.

Заключение. В заключении нужно отметить, что внутриутробная среда ритмична [17], подчинена хронофизиологическим закономерностям и направлена на поддержание нормального функционирования ФСМПП. Пол плода определяет функционирование системы в одном из направлений: ФСМПЖП или ФСМПМП. Факторы внешней среды, а именно фотопериод, через эпифизарно-гипоталамические петли регуляции влияют на функциональные процессы в различных звеньях системы и способствуют инициации маточной активности, ускоряя или замедляя процессы созревания плода, влияют на период подготовки организма к родам и характер самих родов [18-20].

Таким образом, очевидно, что суточные ритмы матери (в т.ч. и плацентарного комплекса) и их роль в зачатии и сроках родов – это область, необходимая для дальнейшего изучения и обладающая огромным потенциалом для внедрения в клиническую практику при нормальном течении беременности.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: концепция и дизайн исследования – Мальцева А.Е., Бондарчук Ю.А.; литературный поиск, участие в исследовании, обработка материала – Мальцева А.Е., Улитина О.М.; статистическая обработка данных – Мальцева А.Е.; анализ и интерпретация

данных – Мальцева А.Е., Горячева М.В., Бондарчук Ю.А.; написание и редактирование текста – Мальцева А.Е., Улитина О.М.

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

Contribution of the authors: concept and design of the study – Mal'tseva A.E., Bondarchuk Yu.A.; reference search, participation in research, material processing – Mal'tseva A.E., Ulitina O.M.; statistical data processing – Maltseva A.E.; data analysis and interpretation – Mal'tseva A.E., Goryacheva M.V., Bondarchuk Yu.A.; writing and editing – Mal'tseva A.E., Ulitina O.M.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Normal labor curve is affected by fetus gender: A cohort study / M R. Meibodi, E. Mossayebi, Z. Najmi, Y. Moradi // Med J Islam Repub Iran. – 2017. – Vol. 31. – pp. 543-547. DOI: 10.14196/mjiri.31.93.

2. DiPietro, J. A. The gestational foundation of sex differences in development and vulnerability / J. A. DiPietro, K. M. Voegtline // Neuroscience. – 2017. – Vol. 342. – pp. 4-20. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2015.07.068.

3. Хлопонина, А. В. Хронофизиологические закономерности влияния половой дифференциации плода на функциональные процессы в системе «мать-плацента-плод» при физиологической и осложненной беременности: автореф. дис. … канд.мед.наук / Анна Валерьевна Хлопонина. – Волгоград, 2019. – С. 46.

4. Суточная периодичность родов при физиологической и осложнённой беременности в зависимости от пола плода / Боташева Т. Л., Андреева В. О., Лебеденко Е. Ю. [и др.] // Медицинский вестник Юга России. – 2021. – Т. 12(1). – С. 46-53.

5. Rhythmic Three-Part Harmony: The Complex Interaction of Maternal, Placental and Fetal Circadian Systems / P. J. Mark, R. C. Crew, M. D. Wharfe, B. J. Waddell // J Biol Rhythms. – 2017. – Vol. 32(6). – pp. 534-549. DOI: 10.1177/0748730417728671.

6. Суточная периодичность родов в зависимости от пола плода / Хлопонина А. В., Боташева Т. Л., Радзинский В. Е. [и др.] // Вестник АГУ. – 2018. – Т. 3 (226). – С. 76-83.

7. Сезонная периодичность мелатонинового обмена и гормонального статуса беременных в зависимости от пола плода / Боташева Т. Л., Хлопонина А. В., Васильева В. В. [и др.] // Медицинский вестник Юга России. – 2018. – Т. 9(3). – С. 70-76. DOI: 10.21886/2219-8075-2018-9-3-70-76.

8. Bates, K. Maternal-Fetal Circadian Communication During Pregnancy / K. Bates, E. D. Herzog // Front Endocrinol (Lausanne). – 2020. – Vol. 11. – 198. DOI: 10.3389/fendo.2020.00198.

9. Мальцева, А. Е. Инфрадианные ритмы частоты родов в условиях г. Барнаула в ходе гигиенического анализа проблемы репродуктивного здоровья человека / А. Е. Мальцева, О. А. Жукова // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2021. – № 2. – С. 185-200.

10.Maternal pineal melatonin in gestation and lactation physiology, and in fetal development and programming / Gomes P. R. L., Motta-Teixeira L. C., Gallo C. C. [et al] // Gen Comp Endocrinol. – 2021. – Vol. 300. – Art. № 113633. DOI: 10.1016/j.ygcen.2020.113633.

11.Biodynamic lighting conditions preserve nocturnal melatonin production in pregnant women during hospitalization: A randomized prospective pilot study / Bagci S., Wieduwilt A., Alsat E. A. [et al] // Front Endocrinol (Lausanne). – 2022. – Vol. 13. – Art. № 1043366. DOI: 10.3389/fendo.2022.1043366.

12.Melatonin and stable circadian rhythms optimize maternal, placental and fetal physiology / R. Reiter, D. Tan, A. Korkmaz, S. Rosales-Corral // Hum Reprod Update. – 2014. – Vol. 20(2) – pp. 293-307. DOI: 10.1093/humupd/dmt054.

13.Endogenous Circadian Regulation of Female Reproductive Hormones / Rahman S. A., Grant L. K., Gooley J. J. [et al] // J Clin Endocrinol Metab. – 2019. – Vol. 104(12). – pp. 6049-6059. DOI: 10.1210/jc.2019-00803.

14.Ontogeny of Circadian Rhythms and Synchrony in the Suprachiasmatic Nucleus / Carmona-Alcocer V., Abel J. H., Sun T. C. [et al] // J Neurosci. – 2018. – Vol. 38(6). – pp. 1326-1334. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2006-17.2017.

15.Development and Entrainment of the Fetal Clock in the Suprachiasmatic Nuclei: The Role of Glucocorticoids / Cecmanova V., Houdek P., Suchmanova K. [et al] // J Biol Rhythms. – 2019. – Vol. 34(3). – pp. 307-322. DOI: 10.1177/0748730419835360.

16.Мелатонин и деторождение. Часть 2. Постимплантационный период / Молчанов А. Ю., Ивановская М. Г., Бурлакова О.В. [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. – 2014. – № 1. – С. 3-8.
17.Varcoe, T. J. Maternal circadian rhythms and the programming of adult health and disease / T. J. Varcoe, K. L. Gatford, D. J. Kennaway // Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. – 2018. – Vol. 314(2). – pp. R231-R241. DOI: 10.1152/ajpregu.00248.2017.
18.Особенности сезонных биоритмов различных звеньев системы «мать-плацента-плод» в зависимости от ее стереофункциональной организации при физиологической и осложненной беременности / Рогова Н. А., Боташева Т. Л., Черноситов А. В. [и др.] // Медицинский вестник Юга России. – 2013. – № 4. – С. 138-141.
19.Circadian rhythm and its association with birth and infant outcomes: research protocol of a prospective cohort study / Kaur S., Teoh A. N., Shukri N. H. M. [et al] // BMC Pregnancy Childbirth. – 2020. – Vol. 20(1). – Art. № 96. DOI: 10.1186/s12884-020-2797-2.
20.Hsu, C. N. Light and Circadian Signaling Pathway in Pregnancy: Programming of Adult Health and Disease / C. N. Hsu, Y. L. Tain // Int J Mol Sci. – 2020. – № 21(6). – pp. 22-32. DOI: 10.3390/ijms 21062232.

REFERENCES

1. Meibodi M.R., Mossayebi E., Najmi Z., Moradi Y. Normal labor curve is affected by fetus gender: A cohort study. *Med J Islam Repub Iran*, 2017, vol. 31, pp. 543-547. DOI: 10.14196/mjiri.31.93.
2. DiPietro J.A., Voegtline K.M. The gestational foundation of sex differences in development and vulnerability. *Neuroscience*, 2017, vol. 342: pp. 4-20. DOI: 10.1016/j.neuroscience.2015.07.068.
3. Khloponina A.V. Chronophysiological patterns of the fetal sexual differentiation's influence on functional processes in the "mother-placenta-fetus" system in case of physiological and abnormal pregnancy: an author's abstract. Volgograd, 2019. P. 46. (in Russ.)
4. Botasheva T.L., Andreeva V.O., Lebedenko E.Yu., Fabricant A.D., Khloponina A.V., Zheleznyakova E.V., Zavodnov O.P. Daily periodicity of labor in pregnant women in physiological and complicated pregnancy depending on the sex of the fetus. *Medical Herald of the South of Russia*, 2021, vol. 12(1), pp. 46-53. (in Russ.)
5. Mark P.J., Crew R.C., Wharfe M.D., Waddell B.J. Rhythmic Three-Part Harmony: The Complex Interaction of Maternal, Placental and Fetal Circadian Systems. *J Biol Rhythms*, 2017, vol. 32(6), pp. 534-549. DOI: 10.1177/0748730417728671.
6. Khloponina A.V., Botasheva T.L., Radzinskij V.E. Zheleznyakova E.V., Zavodnov O.P., Babayan K.T. Daily periodicity of labor depending on fetus sex. *The Bulletin of the Adyghe State University*, 2018, vol. 3(226), pp. 76-83. (in Russ.)
7. Botasheva T.L., Khloponina A.V., Vasil'eva V.V. Zavodnov O.P., Kaushanskaya L.V., Zheleznyakova E.V. Seasonal periodicity of melatonin exchange and hormonal status of pregnant women in dependence on fetus sex. *Medical Herald of the South of Russia*, 2018, vol. 9(3), pp. 70-76. DOI: 10.21886/2219-8075-2018-9-3-70-76. (in Russ.)
8. Bates K., Herzog E. D. Maternal-Fetal Circadian Communication During Pregnancy. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2020, vol. 11, 198. DOI: 10.3389/fendo.2020.00198.
9. Mal'tseva A.E., Zhukova O.A Infradian rhythms of birth frequency in the conditions of Barnaul in the hygienic analysis of the problem of human reproductive health. *Current problems of health care and medical statistics*, 2021, no. 2, pp. 185-200. (in Russ.)
10.Gomes P.R.L, Motta-Teixeira L.C., Gallo C.C., Carmo Buonfiglio D.D., Camargo L.S., Quintela T., Reiter R.J., Amaral F.G.D., Cipolla-Neto J. Maternal pineal melatonin in gestation and lactation physiology, and in fetal development and programming. *Gen Comp Endocrinol*, 2021, vol. 300, art. no. 113633. DOI: 10.1016/j.ygcen.2020.113633.
11.Bagci S., Wieduwilt A., Alsat E.A., Blickwedel J., Strizek B., Di Battista C., Lachner A., Plischke H., Melaku T., Müller A. Biodynamic lighting conditions preserve nocturnal melatonin production in pregnant women during hospitalization: A randomized prospective pilot study. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, vol. 13, art. no. 1043366. DOI: 10.3389/fendo.2022.1043366.
12.Reiter R.J., Tan D.X., Korkmaz A., Rosales-Corral S.A. Melatonin and stable circadian rhythms optimize maternal, placental and fetal physiology. *Hum Reprod Update*, 2014, vol. 20(2), pp. 293-307. DOI: 10.1093/humupd/dmt054.
13.Rahman S.A, Grant L.K, Gooley J.J., Rajaratnam S.M.W., Czeisler C.A., Lockley S.W. Endogenous Circadian Regulation of Female Reproductive Hormones. *J Clin Endocrinol Metab*,

2019, vol. 104(12), pp. 6049-6059. DOI: 10.1210/jc.2019-00803.
14.Carmona-Alcocer V., Abel J.H., Sun T.C., Petzold L.R., Doyle F.J. 3rd, Simms C.L., Herzog E.D. Ontogeny of Circadian Rhythms and Synchrony in the Suprachiasmatic Nucleus. *J Neurosci*, 2018, vol. 38(6), pp. 1326-1334. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.2006-17.2017.
15.Cecmanova V., Houdek P., Suchmanova K., Sladek M., Sumova A. Development and Entrainment of the Fetal Clock in the Suprachiasmatic Nuclei: The Role of Glucocorticoids. *J Biol Rhythms,* 2019, vol. 34(3), pp. 307-322. DOI: 10.1177/0748730419835360.
16.Molchanov A.Ju., Ivanovskaja M.G., Burlakova O.V., Suprunenko E.S., Molchanova E.S. melatonin and child-bearing. P. 2. Postimplantation period. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16. Biologiya.* 2014, no. 1, pp. 3-8. (in Russ.)
17.Varcoe T.J., Gatford K.L., Kennaway D.J. Maternal circadian rhythms and the programming of adult health and disease. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2018, vol. 314(2), pp. R231-R241. DOI: 10.1152/ajpregu.00248.2017.
18.Rogova N.A., Botasheva T.L., Chernositov A.V., Kaushanskaya L.V., Aleksandrova E.M. Peculiarities of season biorhythms in different parts of functional system mother-placenta-fetus in dependence on its stereofunctional organization in physiological and complicated pregnancy. *Medical Herald of the South of Russia*, 2013, no. 4, pp. 138-141. (in Russ.)
19.Kaur S., Teoh A.N., Shukri N.H.M., Shafie S.R., Bustami N.A., Takahashi M., Lim P.J., Shibata S. Circadian rhythm and its association with birth and infant outcomes: research protocol of a prospective cohort study. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2020, vol. 20(1), art. no. 96. DOI: 10.1186/s12884-020-2797-2.
20.Hsu C.N., Tain Y.L. Light and Circadian Signaling Pathway in Pregnancy: Programming of Adult Health and Disease. *Int J Mol Sci*, 2020, vol. 21(6), pp. 22-32. DOI: 10.3390/ijms21062232.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Анастасия Евгеньевна Мальцева – старший преподаватель кафедры биологии, гистологии, эмбриологии и цитологии, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Барнаул, e-mail: mungus10@mail.ru, ORCID ID: http://orcid.org/0000-0001-8768-6081.
Марина Владимировна Горячева – доктор медицинских наук, кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедры биологии, гистологии, эмбриологии и цитологии, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Барнаул, e-mail: goryachevamarina@mail.ru, ORCID ID: http://orcid.org/ 0000-0002-7139-5332.
Юлия Алексеевна Бондарчук – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Барнаул, e-mail: bondarchuk2606@yandex.ru, ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-2661-5965.
Оксана Михайловна Улитина – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Алтайский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, Барнаул, e-mail: oulitina@mail.ru, ORCID ID: http://orcid.org/0000-0001-6812-0445.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Anastasia Evgen'evna Mal'tseva – Senior Lecturer of the Department of Biology, Histology, Embryology and Cytology, Altai State Medical University, Barnaul, e-mail: mungus10@mail.ru, ORCID ID: http://orcid.org/0000-0001-8768-6081.
Marina Vladimirovna Goryacheva – Doctor of Medical Sciences, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Biology, Histology, Embryology and Cytology, Altai State Medical University, Barnaul, e-mail: goryachevamarina@mail.ru, ORCID ID: http://orcid.org / 0000-0002-7139-5332.
Yulia Alekseevna Bondarchuk – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Altai State Medical University, Barnaul, e-mail: bondarchuk2606@yandex.ru, ORCID ID: http://orcid.org/0000-0002-2661-5965.

Oksana Mikhajlovna Ulitina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Normal Physiology, Altai State Medical University, Barnaul, e-mail: oulitina@mail.ru, ORCID ID: http://orcid.org/0000-0001-6812-0445.

Для цитирования: Хронофизиология суточной периодичности родов с учетом полового диморфизма плода / А. Е. Мальцева, М. В. Горячева, Ю. А. Бондарчук, О. М. Улитина // Современные вопросы биомедицины. – 2023. – Т. 7. – № 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_15

For citation: Mal'tseva A.E., Goryacheva M.V., Bondarchuk Yu.A., Ulitina O.M. Chronophysiology of the childbirth's daily periodicity, taking into account the fetal sexual dimorphism. *Modern Issues of Biomedicine*, 2023, vol. 7, no. 2. DOI: 10.24412/2588-0500-2023_07_02_15