

УДК 599.323.1-092.2:612.014.44

<https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-1-09>



Значение световой хронодеструкции в развитии эмбриотоксического эффекта в эксперименте

Е. С. Пашинская, И. С. Соболевская, А. К. Пашинская, И. В. Игнатьева,
В. В. Поляржин, С. Л. Соболевский, К. А. Чичерова

Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, г. Витебск, Беларусь

Резюме

Цель исследования. Оценить значение световой хронодеструкции в развитии эмбриотоксического эффекта в эксперименте.

Материалы и методы. Эксперимент проведен на 60 крысах-самках линии Wistar. Для оценки значения хронодеструкции в развитии эмбриотоксического эффекта в эксперименте выделяли матку, в которой оценивали количество мест имплантации, общее количество эмбрионов, количество живых и погибших эмбрионов, количество резорбций. Оценивали количество желтых тел в собранных яичниках. Кроме того, регистрировали средний вес эмбриона (г) и средний краниокаудальный размер (мм).

Показатели эмбриотоксического действия световой депривации определяли по пред- и постимплантационной гибели, которую рассчитывали в соответствии с методическими рекомендациями.

Результаты. Воздействие световой депривации значительно уменьшает количество мест имплантации на 7, 14 и 21-е сутки в 1,5–1,8 раза, общее количество эмбрионов — в 1,6–1,8 раза, количество живых эмбрионов — в 2,2–9 раз и увеличивает количество погибших эмбрионов на 14-е и 21-е сутки в 4–5,5 раза, количество резорбций — в 1,6–11 раз. Средний краниокаудальный размер (мм) эмбрионов у экспериментальных животных был ниже контрольных значений в 1,5, 1,3 и 3,7 раза на 7, 14 и 21-е сутки соответственно.

У самок, подвергшихся световой депривации, отмечено значимое увеличение предимплантационной смертности в 35–41,8 раза и постимплантационной смертности — в 7,2–20,4 раза по сравнению с контролем.

Заключение. Световая депривация может оказывать негативное влияние на течение беременности и развитие плода у самок крыс, что подтверждается увеличением пред- и постимплантационной смертности.

Ключевые слова: световая депривация, самки крыс линии Wistar, эмбриотоксический эффект

Вклад авторов. Пашинская Е.С., Соболевская И.С., Пашинская А.К., Игнатьева И.В., Поляржин В.В., Соболевский С.Л., Чичерова К.А.: концепция и дизайн исследования, сбор материала и создание базы образцов, получение экспериментальных данных, статистическая обработка данных, редактирование, обсуждение данных, проверка критически важного содержания, утверждение рукописи для публикации.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источники финансирования. Работа выполнена в рамках научно-исследовательской работы научно-образовательного центра «Центр молекулярно-генетических и биотехнологических исследований» ВГМУ.

Для цитирования: Пашинская ЕС, Соболевская ИС, Пашинская АК, Игнатьева ИВ, Поляржин ВВ, Соболевский СЛ, Чичерова КА. Значение световой хронодеструкции в развитии эмбриотоксического эффекта в эксперименте. *Проблемы здоровья и экологии.* 2024;21(1):75–80. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-1-09>

The significance of light chronodestruction in the development of the embryotoxic effect in the experiment

Ekaterina S. Pashinskaya, Irina S. Sobolevskaya, Anastasia K. Pashinskaya,
Irina V. Ignateva, Vyacheslav V. Pobyarzhin, Sergey L. Sobolevsky,
Kristina A. Chicherova

Vitebsk Peoples Friendship State Medical University, Vitebsk, Belarus

Abstract

Objective. To assess the significance of light chronodestruction in the development of the embryotoxic effect in the experiment.

Materials and methods. The experiment was conducted on 60 female rats of the Wistar line. To assess the significance of chronodestruction in the development of embryotoxic effect, the uterus was isolated in the experiment, in which the

© Е. С. Пашинская, И. С. Соболевская, А. К. Пашинская, И. В. Игнатьева, В. В. Поляржин, С. Л. Соболевский, К. А. Чичерова, 2024

number of implantation sites, the total number of embryos, the number of live and dead embryos, and the number of resorptions were estimated. The number of corpus luteum in the harvested ovaries was estimated. In addition, the mean embryo weight (g) and mean craniocaudal size (mm) were recorded.

Indicators of embryotoxic effects of light deprivation were determined by pre- and post-implantation death, which was calculated in accordance with methodological recommendations.

Results. Exposure to light deprivation reduces the number of implantation sites as of 7th, 14th and 21st days by 1,5-1,8 times, the total number of embryos by 1,6-1,8 times, the number of living embryos by 2,2-9 times and increases the number of dead embryos as of 14th and 21st days by 4-5,5 times, the number of resorptions – 1,6-11 times.

The average craniocaudal size (mm) of embryos in experimental animals was recorded below control values by 1,5 times, 1,3 and 3,7 times by 7th, 14th, 21st days respectively.

In females exposed to light deprivation, there was a significant increase in pre-implantation mortality by 35-41,8 times and post-implantation mortality by 7,2-20,4 times compared to the control.

Conclusion. Light deprivation may have a negative effect on pregnancy and fetal development in female rats, which is confirmed by an increase in pre- and post-implantation mortality.

Keywords: *light deprivation, female Wistar rats, embryotoxic effects*

Author contributions. Pashinskaya E.S, Sobolevskaya I.S, Pashinskaya A.K, Ignateva I.V, Pobyarzhin V.V, Sobolevsky S.L, Chicherova K.A.: research concept and design, collecting material and creating a sample database, obtaining experimental data, statistical data processing, editing, discussing data, reviewing publications on the topic of the article, checking critical content, approving the manuscript for publication.

Conflict of interests. Authors declare no conflict of interest.

Funding. The work was carried out within the framework of the research of the scientific and educational center «Center for Molecular Genetic and Biotechnological Research» of VSMU.

For citation: *Pashinskaya ES, Sobolevskaya IS, Pashinskaya AK, Ignateva IV, Pobyarzhin VV, Sobolevsky SL, Chicherova KA. The significance of light chronodestruction in the development of the embryotoxic effect in the experiment. Health and Ecology Issues. 2024;21(1):75–80. DOI: <https://doi.org/10.51523/2708-6011.2024-21-1-09>*

Введение

Большинство физиологических и поведенческих процессов находятся под контролем циркадных часов. Циркадные часы изначально регулируются на молекулярно-генетическом, субклеточном и клеточном уровнях с непосредственным влиянием на ткани и органы, системы и целостный организм.

В целостном организме существует главный внутренний пейсмейкер, который ведет этот ритм для поддержания его биоритмов. Существование такой системы построено на принципах обратной нейрогенно-эндокринно-гуморальной связи.

Известно, что суточные ритмы синхронизированы. Однако под воздействием различных факторов абиотического и биотического характера возможно нарушение: десинхроноз, который может повлиять на течение процессов жизнедеятельности организма в норме. Десинхроноз может быть запущен как внешними — рассогласование циркадных ритмов организма с циркадными ритмами внешней среды, так и внутренними изменениями — рассогласование внутренних ритмов между собой.

В настоящее время доказано, что внешние факторы, такие как свет и тьма, могут оказывать непосредственное влияние на циркадные ритмы, что, в свою очередь, может приводить к развитию различных нарушений [1–4].

Беременность — это сложный биологический процесс. Во время беременности в организме происходят важные физиологические перестройки, сопровождающиеся значимыми изменениями во всех органах и системах организма: прекращение менструации, изменение гормонального фона, изменение обмена веществ, гематологических и гемодинамических показателей и т. д. [5–6].

Кроме того, в период беременности организм подвергается воздействию факторов различного характера. На данный момент не изучено, каким образом изменение циркадных ритмов может повлиять на течение беременности.

Цель исследования

Оценить значение световой хронодеструкции в развитии эмбриотоксического эффекта в эксперименте.

Материалы и методы

В соответствии с протоколом-дизайном исследования эксперимент проводили на 60 самках крыс линии Wistar массой тела 180–200 г, которых для получения беременности случали с самцами в соотношении 2 самки — 1 самец в течение трех суток. Тридцать самок служили контролем и содержались в стандартных условиях вивария на протяжении всей беременно-

сти. Экспериментальных животных в количестве 30 особей разделяли на 3 группы и содержали в условиях отсутствия света (световая хронодеструкция) на протяжении всего опыта.

Забор материала у животных всех групп проводили после выведения самок из эксперимента в соответствии с биоэтическими нормами на 7, 14 и 21-е сутки беременности. Для оценки значения световой хронодеструкции в развитии эмбриотоксического эффекта в эксперименте выделяли матку, в которой проводили подсчет количества мест имплантаций, общего количества эмбрионов, числа живых и мертвых эмбрионов, количества резорбций. В забранных яичниках оценивали количество желтых тел. Кроме того, проводили фиксацию средней массы эмбрионов (г) и среднего краниокаудального размера (мм).

Показатели эмбриотоксического воздействия световой депривации определяли по пред- и постимплантационной гибели, которую вычисляли в соответствии с методическими рекомендациями [7].

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы «Statistica», 10.0 (STA99K347156-W). Рассчитывали среднюю (M), медиану (Me), размах (min–max), межквартильный интервал (15-й и 85-й процентиля), а также 95 % доверительный интервал (ДИ) для медианы и средней. Результаты в тексте отображали в виде средней и ДИ.

Оценку вида распределения изучаемых признаков проводили с помощью критериев Шапиро – Уилка, Колмагорова – Смирнова и Лиллиефорса. При сравнении количественных и качественных признаков в двух группах использовали критерий U Вилконсона – Манна – Уитни. Различия считали достоверными при уровне значимости менее 0,05 ($p < 0,05$).

Все манипуляции с животными проводились в соответствии с рекомендациями Конвенции Совета Европы по охране позвоночных животных, используемых в экспериментальных и других научных целях (European Convention for the Protection of Vertebrate Animals for Experimental and Other Scientific Purposes: Strasbourg, Council of Europe, 51 pp; 18.03.1986), Директивой Совета ЕЭС от 24.11.1986 (Council Directive on the Approximation of Laws, Regulations and Administrative Provisions of the Member States Regarding the Protection of Animal Used for Experimental and Other Scientific Purposes), рекомендациями FELASA Working Group Report (1994-1996), ТКП 125-2008 и нормативной документацией – «Положением о порядке использования лабораторных животных в научно-исследовательских работах и педагогическом процессе ВГМУ и мерами по реализации требований биомедицинской этики» (2010).

Результаты и обсуждение

У животных из группы контроля количество желтых тел в яичниках, количество мест имплантации в матке и общее количество эмбрионов к 7-м суткам находилось на уровне 10,2 (95 % ДИ: 9,26–11,14), к 14-м суткам — 11,9 (95 % ДИ: 10,66–13,14), к 21-м суткам — 11,3 (95 % ДИ: 9,91–12,69). Количество живых эмбрионов составляло на 7-е сутки 10,1 (95 % ДИ: 9,12–11,08), на 14-е сутки — 11,6 (95 % ДИ: 10,37–12,83), на 21-е сутки — 11,1 (95 % ДИ: 9,61–12,59).

Что касается количества мертвых эмбрионов, то оно составило на 14-е сутки 0,1 (95 % ДИ: 0,03–0,33), а на 21-е сутки — 0,20 (95 % ДИ: 0,10–0,50). В то же время количество резорбций на 7-е сутки находилось на уровне 1,0 (95 % ДИ: 0,15–3,35), на 14-е сутки — 0,2 (95 % ДИ: 0,10–0,50), а на 21-е сутки — 1,0 (95 % ДИ: 0,26–3,26).

Установлено, что у контрольных групп самок средняя масса эмбрионов (г) к 7-м суткам находилась на уровне 0,67 (95 % ДИ: 0,55–0,79), к 14-м суткам — 1,96 (95 % ДИ: 1,78–2,14), к 21-м суткам — 4,15 (95 % ДИ: 3,82–4,48). Средний краниокаудальный размер (мм) эмбрионов к 7-м суткам составлял 4,40 (95 % ДИ: 3,90–4,90), к 14-м суткам — 13,00 (95 % ДИ: 12,25–13,75), к 21-м суткам — 31,20 (95 % ДИ: 28,34–34,06).

Предимплантационной гибели эмбрионов (%) в группах контроля не зафиксировано, а постимплантационная смертность к 7-м и 14-м суткам составляла 2,5 (95 % ДИ: 0,43–5,43), а к 21-м суткам — 1,9 (95 % ДИ: 1,03–4,91).

Результаты, зафиксированные у экспериментальных животных, подвергшихся световой хронодеструкции (отсутствие темноты), показали, что к 7-м суткам развития беременности (7 суток световой хронодеструкции) количество желтых тел составило 10,5 (95 % ДИ: 9,53–11,47), количество мест имплантации — 6,1 (95 % ДИ: 3,78–8,42), общее количество эмбрионов — 5,8 (95 % ДИ: 3,52–8,08), количество живых эмбрионов — 4,6 (95 % ДИ: 3,05–6,15), количество резорбций — 1,3 (95 % ДИ: 0,34–2,26), количество мертвых эмбрионов — 0,2 (95 % ДИ: 0,10–0,50), средняя масса эмбрионов (г) — 0,5 (95 % ДИ: 0,39–0,63), средний краниокаудальный размер (мм) — 2,9 (95 % ДИ: 2,37–3,43). Предимплантационная гибель составила 41,7 % (95 % ДИ: 19,26–64,28), а постимплантационная — 18,1 % (95 % ДИ: 6,45–29,71).

На 14-е сутки эксперимента количество желтых тел зафиксировано на уровне 12,1 (95 % ДИ: 11,18–13,02), количество мест имплантации — 7,9 (95 % ДИ: 6,92–8,88), общее количество эмбрионов — 7,2 (95 % ДИ: 6,26–18,14), количество

живых эмбрионов — 4,9 (95 % ДИ: 4,49–5,31); количество резорбций — 1,8 (95 % ДИ: 1,06–2,54), количество мертвых эмбрионов — 1,1 (95 % ДИ: 0,39–1,81), средняя масса эмбрионов (г) — 1,8 (95 % ДИ: 1,72–2,02), средний краниокаудальный размер (мм) — 10,5 (95 % ДИ: 9,89–11,11). Показатели предимплантационной гибели отмечены на уровне 34,9 % (95 % ДИ: 29,52–40,27), а постимплантационной — 36,8 % (95 % ДИ: 30,01–43,72).

К 21-м суткам воздействия световой хронодеструкции на беременных самок крыс было выявлено следующее: количество желтых тел составило 10,6 (95 % ДИ: 9,20–12,00), количество мест имплантации и общее количество эмбрионов — 6,2 (95 % ДИ: 5,26–7,14), количество живых эмбрионов — 3,9 (95 % ДИ: 2,71–5,09), количество резорбций — 1,6 (95 % ДИ: 1,00–2,20), количество мертвых эмбрионов — 0,8 (95 % ДИ: 0,24–1,36), средняя масса эмбрионов (г) — 3,1 (95 % ДИ: 2,67–3,71), средний краниокаудальный размер (мм) — 28,0 (95 % ДИ: 25,08–30,92). Показатели предимплантационной гибели были зафиксированы на уровне 39,7 % (95 % ДИ: 26,99–52,51), а постимплантационной — 39,6 % (95 % ДИ: 26,21–52,93).

При сравнении полученных результатов контрольной и опытной групп достоверных отличий в количестве желтых тел на 7, 14 и 21-е сутки выявлено не было. Однако было обнаружено уменьшение количества мест имплантации в экспериментальной группе относительно контрольной на 7-е сутки в 1,8 раза ($p = 0,001$), на 14-е сутки — в 1,5 раза ($p = 0,001$), на 21-е сутки — в 1,8 раза ($p = 0,001$). Отмечено также уменьшение количества общего числа эмбрионов во второй группе по сравнению с контрольной на 7-е сутки в 1,8 раза ($p = 0,001$), на 14-е сутки — в 1,6 раза ($p = 0,002$), на 21-е сутки — в 1,8 раза ($p = 0,001$). Количество живых эмбрионов было достоверно меньше, чем в контрольной, на 7-е сутки — в 2,2 раза ($p = 0,001$), на 14-е сутки — в 9 раз ($p = 0,002$), на 21-е сутки — в 2,8 раза ($p = 0,001$). Количество резорбций у экспериментальных самок на 14-е сутки превышало количество резорбций в контрольной группе в 11 раз ($p = 0,002$), на 21-е сутки — в 1,6 раза ($p = 0,007$). Было обнаружено увеличение количества мертвых эмбрионов после воздействия световой депривации на 14-е сутки в 5,5 раза ($p = 0,017$) по сравнению с контролем, на 21-е сутки — в 4 раза ($p = 0,001$).

В группах самок крыс, подвергшихся воздействию световой депривации (отсутствие света), средняя масса эмбрионов (г) к 7-м суткам и к 14-м суткам наблюдения значимо не отличалась

от показателей контроля. Однако к 21-м суткам наблюдалось снижение массы эмбрионов, что было значимо ниже показателей интактных животных в 1,3 раза ($p = 0,005$).

В свою очередь, при сравнении такого параметра, как средний краниокаудальный размер эмбрионов экспериментальных животных с контролем, выявлено значимое снижение показателя к 7-м суткам в 1,5 раза ($p = 0,001$), к 14-м суткам — в 1,3 ($p = 0,003$), к 21-м суткам — 3,7 раза ($p = 0,002$).

Сравнительный анализ предимплантационной гибели в группе экспериментальных животных с интактными (предимплантационная гибель отсутствовала) выявил значимый рост изучаемого показателя на 7-е сутки — до 41,7 %, на 14-е сутки — до 34,9 %; на 21-е сутки — до 39,7 %.

Постимплантационная смертность эмбрионов у самок, подверженных воздействию световой депривации, также значимо отличалась от контроля: на 7-е сутки — в 7,24 раза ($p = 0,002$), на 14-е сутки — в 14,72 раза ($p = 0,003$), а на 21-е сутки — в 20,84 раза ($p = 0,002$).

По данным научной литературы, нарушение циркадианных ритмов имеет большое влияние на нарушение процессов гомеостаза организма. Так, Э. Н. Барковой и соавт. выявлено, что десинхроноз может существенно изменять циркадианную организацию эритропоэза при беременности и повышать вероятность фетоплацентарной недостаточности, преждевременных родов, а также материнской и детской смертности [8]. По данным Н. В. Петриченко и соавт., адаптивный десинхроноз циркадианной организации активности ферментов-антиоксидантов эритроцитов у женщин с физиологическим течением беременности ассоциирован с увеличением в периферической крови эритроцитов-макроцитов с высокой активностью глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы [9]. Согласно данным гистологического исследования О. Н. Харкевич, возникновение десинхроноза циркадианных биоритмов половых стероидов до окончания процессов формирования и созревания фетоплацентарной системы приводит к хронической фетоплацентарной недостаточности с развитием симметричной формы внутриутробной задержки развития плода. Автором показано, что асимметричная форма внутриутробной задержки развития плода появляется при хронической фетоплацентарной недостаточности, развившейся после завершения онтогенеза фетоплацентарной системы и, возможно, поэтому имеет устойчивую резистентность к компенсации и более неблагоприятное течение [10].

Таким образом, изучение десинхроноза как фактора риска негативного влияния на развитие

беременности с дальнейшей разработкой подходов нейтрализации полученного эффекта является актуальным и требует более тщательного изучения как со стороны фундаментальных, так и со стороны прикладных исследований.

Заключение

Выявлено, что воздействие световой депривации значимо уменьшает количество мест имплантации на 7, 14 и 21-е сутки — в 1,5–1,8 раза ($p = 0,001$), общее количество эмбрионов — в 1,6–1,8 раз ($p = 0,001$), количество живых эмбрионов — в 2,2–9 раз ($p = 0,001$) и увеличивает количество мертвых эмбрионов на 14-е и

21-е сутки в 4–5,5 раза ($p = 0,001$), количество резорбций — в 1,6–11 раз ($p = 0,001$).

В свою очередь, средний краниокаудальный размер (мм) эмбрионов у экспериментальных животных зафиксирован ниже контрольных показателей в 1,5 раза ($p = 0,003$), в 1,3 ($p = 0,003$) и в 3,7 раза ($p = 0,002$) к 7, 14, 21-м суткам соответственно.

У самок, подверженных воздействию световой депривации, наблюдается значимый рост предимплантационной гибели эмбрионов — в 35–41,8 раза ($p = 0,001$) и постимплантационной смертности — в 7,2–20,4 раза ($p = 0,001$) по сравнению с контролем.

Список литературы / References

- Liu J, Clough S, Hutchinson A, Adamah-Biassi E, Popovska-Gorevski M, Dubocovich M. MT1 and MT2 melatonin receptors: a therapeutic perspective. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*. 2016; 56:361.
DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010814-124742>
- Emet M, Ozcan H, Ozel L, Yayla M, Halici Z, Hacımuftuoğlu A. Review of melatonin, its receptors and drugs. *Eurasian J Med*. 2016; 48(2):135.
DOI: <https://doi.org/10.5152/eurasianjmed.2015.0267>
- Plikus Bogi M. Skin as a window to body-clock time. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2018; 115(48):12095.
DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1817419115>
- Mathes A, Heymann P, Ruf C, Huhn R, Hinkelbein J, Volk T, Fink T. Endogenous and exogenous melatonin exposure attenuates hepatic MT1 melatonin receptor protein expression in rat. *Antioxidants*. 2019; 8(9):408.
DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox8090408>
- Mathes A, Heymann P, Ruf C, Huhn R, Hinkelbein J, Volk T, Fink T. Endogenous and exogenous melatonin exposure attenuates hepatic MT1 melatonin receptor protein expression in rat. *Antioxidants*. 2019; 8(9):408.
DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox8090408>
- Bates K, Herzog E. Maternal-fetal circadian communication during pregnancy. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2020; 15:198.
DOI: <https://doi.org/10.3389/fendo.2020.00198>
- Hsu C., Tain Y. Light and circadian signaling pathway in pregnancy: programming of adult health and disease. *Int J Mol Sci*. 2020; 23: 2232.
DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21062232>
- Коняева О.И., Кульбачевская Н.Ю., Чалей В.А., Ермакова Н.П., Николина А.А., Малова Т.И., Бухман В.М. Изучение репродуктивной токсичности лиофилизированной липосомальной лекарственной формы борхлорина. *Российский биотерапевтический журнал*. 2017; 2:50.
- Konyaeva O.I., Kulbachevskaya N.Yu., Chaley V.A., Ermakova N.P., Nikolina A.A., Malova T.I., Bukhman V.M. Study of the reproductive toxicity of a lyophilized liposomal dosage form of borchlorin. *Russian biotherapeutic journal*. 2017; 2:50. (In Russ.).
- Баркова Э.Н., Созонова Н.С., Назаренко Е.В., Ашихмина Е.П. Механизмы десинхронизации циркадианной организации эритропоэза при беременности, осложненной анемией: сб. научных тезисов и статей "Здоровье и образование в XXI Веке, №2, (Т.12). 2010. С.161-162.
- Barkova E.N., Sozonova N.S., Nazarenko E.V., Ashikhmina E.P. Mechanisms of desynchronization of the circadian organization of erythropoiesis during pregnancy complicated by anemia: *collection. scientific theses and articles "Health and education in the XXI Century, No. 2, (Vol. 12). 2010. P. 161-162. (In Russ.)*.
- Петриченко Н.В., Баркова Э.Н. Патогенетические аспекты адаптивного десинхронизации циркадианной организации ферментов антиоксидантной защиты эритроцитов при физиологической беременности. Актуальные вопросы современной медицины: сб. Актуальные вопросы современной медицины / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2. Екатеринбург. 2015. С. 91.
- Petrichenko N.V., Barkova E.N. Pathogenetic aspects of adaptive desynchronization of the circadian organization of enzymes of antioxidant protection of erythrocytes during physiological pregnancy. *Current issues of modern medicine: collection. Current issues of modern medicine / Collection of scientific papers based on the results of the international scientific and practical conference. No. 2. Ekaterinburg. 2015. P. 91. (In Russ.)*.
- Харкевич О.Н. Влияние эндокринно-гемодинамического десинхронизации на развитие внутриутробной задержки развития плода. *Охрана материнства и детства*. 2017; (1): 33.
- Kharkevich O.N. The influence of endocrine-hemodynamic desynchronization on the development of intrauterine growth retardation. *Protection of motherhood and childhood*. 2017; (1):33. (In Russ.).

Информация об авторах / Information about the authors

Пашинская Екатерина Сергеевна, к.б.н., доцент, начальник научно-образовательного центра, «Центр молекулярно-генетических и биотехнологических исследований», УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Беларусь
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5473-4240>
e-mail: paschinskaya.cat@yandex.ru

Ekaterina S. Pashinskaya, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Scientific and Educational Center, Center for Molecular Genetic and Biotechnological Research, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5473-4240>
e-mail: paschinskaya.cat@yandex.ru

Соболевская Ирина Сергеевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры гистологии, цитологии и эмбриологии, УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8300-7547>

e-mail: irinabelikovavgmu@yandex.ru

Пашинская Анастасия Кирилловна, лаборант научно-образовательного центра, «Центр молекулярно-генетических и биотехнологических исследований», УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7397-7993>

e-mail: anastasiaanockina5@gmail.com

Игнатъева Ирина Викторовна, к.сх-н., доцент кафедры фармакогнозии и ботаники, УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5088-4268>

e-mail: irinaignateva.78@mail.ru

Поляржин Вячеслав Войтехович, к.б.н., доцент, декан факультета подготовки иностранных граждан, УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3508-9995>

e-mail: tulovo22@rambler.ru

Соболевский Сергей Леонидович, ассистент кафедры госпитальной хирургии с курсом ФПКП, УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6391-1740>

e-mail: serg14071986@yandex.ru

Чичерова Кристина Александровна, студент 2-го курса лечебного факультета, УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», Витебск, Беларусь

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7489-7406>

e-mail: cicerovakristina@gmail.com

Irina S. Sobolevskaya, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Histology, Cytology and Embryology, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8300-7547>

e-mail: irinabelikovavgmu@yandex.ru

Anastasia K. Pashinskaya, Laboratory Assistant at the Scientific and Educational Center, Center for Molecular Genetic and Biotechnological Research, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7397-7993>

e-mail: anastasiaanockina5@gmail.com

Irina V. Ignateva, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Pharmacognosy and Botany, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5088-4268>

e-mail: irinaignateva.78@mail.ru

Vyacheslav V. Pobyarzhin Candidate of Biological Sciences, Dean of the Faculty of Training of Foreign Citizens, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3508-9995>

e-mail: tulovo22@rambler.ru

Sergey L. Sobolevsky Assistant at the Department of Hospital Surgery with the course of Advanced Training and Retraining, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6391-1740>

e-mail: serg14071986@yandex.ru

Kristina A. Chicherova, 2nd year student of the Faculty of Medicine, Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University, Vitebsk, Belarus

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7489-7406>

e-mail: cicerovakristina@gmail.com

Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

Пашинская Екатерина Сергеевна

e-mail: paschinskaya.cat@yandex.ru

Ekaterina S. Pashinskaya

e-mail: paschinskaya.cat@yandex.ru

Поступила в редакцию / Received 21.11.2023

Поступила после рецензирования / Accepted 21.11.2023

Принята к публикации / Revised 22.02.2024