

УДК 612.084

МОДИФИЦИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ ПОСТОЯННОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ КРЫС В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРОКОВ НАЧАЛА ВОЗДЕЙСТВИЯ

¹Лотош Т.А., ¹Виноградова И.А., ²Букалев А.В., ³Анисимов В.Н.

¹ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет», Петрозаводск,
e-mail: tatyanalotosh@yandex.ru;

²Республиканская больница им. В.А. Баранова, Петрозаводск, e-mail: max-andy@yandex.ru;

³НИИ онкологии им. проф. Н.Н. Петрова Росмедтехнологий,
Санкт-Петербург, e-mail: aging@mail.ru

Целью экспериментальной работы явилось сравнительное изучение влияния постоянного освещения в зависимости от сроков начала воздействия (с одномесячного и с четырнадцатимесячного возраста) на такие показатели как заболеваемость, продолжительность жизни и спонтанный онкогенез у самцов крыс. Результаты проведенного исследования показывают, что снижение функциональной активности эпифиза под воздействием постоянного освещения с одномесячного возраста увеличивает заболеваемость и спонтанный онкогенез, ведет к быстрому развитию возрастной патологии, сокращению продолжительности жизни. Напротив, содержание крыс в режиме постоянного освещения с 14 месяцев увеличивает среднюю и максимальную продолжительность жизни, замедляет развитие возрастной патологии и уменьшает спонтанный онкогенез. Таким образом, изменение показателей заболеваемости, продолжительности жизни и динамики онкогенеза у крыс зависят от возраста, в котором начинается воздействие постоянного освещения.

Ключевые слова: крысы, старение, продолжительность жизни, постоянное освещение, онкогенез

MODIFYING INFLUENCE OF CONSTANT LIGHTENING ON THE ORGANISM OF RATS DEPENDING ON THE TIMING OF THE IMPACT OF

¹Lotosh T.A., ¹Vinogradova I.A., ²Bukalev A.V., ³Anisimov V.N.

¹Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, e-mail: tatyanalotosh@yandex.ru;

²Baranov Republic Hospital, Petrozavodsk, e-mail: max-andy@yandex.ru;

³Petrov Research Institute of Oncology, St. Petersburg, e-mail: aging@mail.ru

The influence of constant lightening on morbidity, life span and spontaneous oncogenesis of male rats was studied. It was revealed that the maintenance of rats in the constant lightening regime starting from the age of one month results increases morbidity and spontaneous oncogenesis, fast development of age pathology. On the contrary, the maintenance of rats in the constant lightening regime starting from the age of fourteen months prolongs average and maximum life span, slows down the development of age of pathology and reduces the spontaneous oncogenesis. Thus, changes in morbidity, life expectancy and dynamics of oncogenesis in rats depend on the age, in which it starts the impact of permanent lighting.

Keywords: rats, aging, life span, light-at-night, oncogenesis

Для обеспечения циркадианной ритмики организма существует система, состоящая из сетчатки глаза, супрахиазматических ядер гипоталамуса, эпифиза и определяющая околосуточные и сезонные ритмы любого живого организма. Перестройка привычного заданного ритма жизни, ведущая к конфликтам с циркадианными ритмами (например, при сменной и ночной работе, ночном отдыхе и т.д.) чаще всего является причиной возникновения десинхроноза [1, 7].

Мелатонин является гормоном эпифиза и универсальным адаптогеном, который «подстраивает» функции организма к постоянно изменяющимся условиям внешней и внутренней среды. В связи с этим любое изменение продукции мелатонина, выходящее за рамки естественных физиологических колебаний, может привести к рассогласованию биологических ритмов [6].

Работы последних лет показали негативную роль воздействия постоянного

освещения на молодых крыс, приводящего к снижению толерантности к глюкозе и чувствительности к инсулину; накоплению висцерального жира и развитию метаболического синдрома, к увеличению возрастной патологии и спонтанных новообразований [3, 4, 16]. Эпифизэктомия в раннем возрасте у крыс ведет к уменьшению продолжительности жизни и повышению частоты развития онкологических заболеваний [12]. Содержание животных с периода полового созревания при постоянном освещении стимулирует рост спонтанных и индуцированных опухолей, в то время как световая депривация тормозит онкогенез [10, 11]. Световое воздействие на самок в период, предшествующий беременности, приводит к отклонениям в физическом развитии, в развитии надпочечников, гонад и мозга у потомства [8]. В литературе имеются сведения о том, что пинеальная железа в определенные возрастные перио-

ды способна тормозить или активировать внутреннюю «программу» старения организма. В этих работах отмечено значительное удлинение продолжительности жизни мышей и поддержание их гомеостаза на уровне 5-месячных животных при выполнении эпифизэктомии в 14-месячном возрасте. Авторы считают, что именно в этом возрасте пинеальная железа запускает «программу» старения [13, 14].

Целью нашего исследования явилось сравнительное изучение влияния постоянного освещения в зависимости от сроков начала воздействия (с одномесячного и с четырнадцатимесячного возраста) на развитие возрастной патологии, онкогенеза и продолжительность жизни у самцов крыс.

Материалы и методы исследования

В работе использован 221 самец крыс собственной разведения, первоначально полученных из НИИ онкологии им. Н.Н. Петрова. Работа выполнена с соблюдением международных принципов Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным (2000), принципов гуманности, изложенных в директиве Европейского Сообщества (86/609/ЕС), «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных», «Биоэтических правил проведения исследований на человеке и животных» [9]. Исследования проводили до естественной гибели животных. Для измерения освещенности помещений, в которых содержали животных, использовали люксметр «Ф-107» (Россия).

В одномесячном возрасте всех крыс рандомизировано разделили на 2 группы. Первая группа крыс (159 самцов) находилась в условиях стандартного фиксированного режима освещения (LD). Люминесцентные лампы (освещенность 750 лк на уровне клеток на 1 м² площади) освещали помещение в течение 12 дневных часов, на ночь (12 часов) свет отключали. Окна в помещении отсутствовали. Свет включали в 7 часов утра и выключали в 19 часов вечера. Вторую группу крыс (62 самца) с одномесячного возраста содержали при круглосуточном постоянном освещении (LL-1) люминесцентными лампами (750 лк на 1 м² площади на уровне клеток). В 14 месяцев крыс первой группы рандомизировано разделили на 2 подгруппы. Крысы первой подгруппы (69 самцов) оставались в условиях стандартного фиксированного режима освещения. Крыс второй подгруппы (90 самцов) перевели в условия постоянного освещения люминесцентными лампами (750 лк на 1 м² площади на уровне клеток; LL-14).

Всех павших по ходу опыта животных подвергали вскрытию. Основные внутренние органы исследовали микроскопически. Новообразования классифицировали согласно рекомендациям Международного агентства по изучению рака (МАИР) и оценивали как «фатальные» (то есть послужившие непосредственной причиной гибели животных) или как «случайные» (в случаях, когда животное погибло от других причин) [15]. При анализе онкопатологии у крыс определяли количество крыс с опухолями, частоту новообразований различных локализаций, множественность опухолей на одну крысу, время обнаружения 1-й опухоли. Исследовали динамику гибели

животных, среднюю продолжительность жизни всех и последних 10% максимально проживших крыс, а также максимальную продолжительность жизни.

Полученные в экспериментах результаты подвергали статистической обработке [5]. Анализ данных проводили в среде статистической программы EXCEL общепринятыми методами вариационной статистики. Достоверность результатов оценивали по непараметрическому U-критерию Уилксона–Манна–Уитни, а также P-value, рекомендованного МАИР.

Результаты исследования и их обсуждение

Обнаруженные в ходе эксперимента данные указывают на неблагоприятное воздействие избыточного освещения в течение длительного времени на молодой организм, тогда как нахождение крыс в условиях постоянного освещения, начиная с 14-месячного возраста, способствует уменьшению возрастной патологии, спонтанного онкогенеза и существенно увеличивает продолжительность жизни.

В режиме LL-1 количество крыс с хронической патологией респираторной и сердечно-сосудистой систем, выявленной постмортально, превышало количество особей с патологией в группах LD и LL-14. Среди другой патологии, часто наблюдаемой на вскрытии самцов в режиме LL-1, отмечались инфекционные заболевания, катаракта и злокачественные опухоли (табл. 1). Следует отметить, что максимальное значение количества заболеваний, приходящихся на 1 крысу, наблюдали в режиме LL-1 (2,7), что согласуется с другими экспериментальными работами [2]. В режиме LL-14 пневмонии, гепатопатии, катаракта и злокачественные опухоли, обнаруженные на вскрытии, регистрировались реже, чем у крыс контрольной и LL-1 групп, а количество заболеваний, приходящихся на 1 крысу, в условиях LL-14 было минимальным – 1,6.

Влияние постоянного освещения на самцов крыс как с одномесячного, так и с 14-месячного возраста приводило к более раннему появлению спонтанных опухолей, как злокачественных, так доброкачественных по сравнению с аналогичным параметром в условиях стандартного освещения (на 428 и 469 день соответственно). Тем не менее в условиях LL-1 время обнаружения первой опухоли зафиксировано на 41 день раньше, чем в режиме LL-14. Количество крыс с опухолями, в том числе со злокачественными, в группе LL-14 было наименьшим (28,9 и 10,0% соответственно), а в условиях LL-1 – наибольшим (35,3 и 29,4% соответственно) по сравнению с контрольной группой. Показатель множественности опухолей в группе LL-1 был

минимальным вследствие преобладания крыс-самцов со злокачественными опухолями по сравнению с особями контрольной группы (табл. 2). Количество опухолей на

одну крысу-самца в режиме LL-14 было незначительно меньше (1,31) по сравнению с аналогичным параметром в стандартном режиме освещения (1,4).

Таблица 1

Виды патологии, обнаруженные на вскрытии у самцов крыс, в зависимости от светового режима (%)

Виды патологии	LD	LL-1	LL-14
Хронические заболевания респираторной системы	82,4	100	72,2
Доброкачественные опухоли	24,6	8	27,8
Инфекционные заболевания	15,8	48	38,8
Злокачественные опухоли	15,8	20	10
Хронические заболевания сердечно-сосудистой системы	5,3	12	1,1
Гепатопатии	1,7	8	1,1
Катаракта	-	24	6,7
Прочие заболевания	28,1	50	2,2

Примечание. Стандартное освещение (LD), постоянное освещение с одномесячного возраста (LL-1), постоянное освещение с 14 месяцев (LL-14). Значения даны в % к числу животных в группе.

Таблица 2

Влияние постоянного освещения на частоту и локализацию опухолей у самцов крыс

Локализация и тип опухолей	Световой режим		
	LD	LL-1	LL-14
Легкие: светлоклеточный рак	1	-	-
анapластический рак	-	1	-
Анапластическая карцинома верхней челюсти	-	-	1
Надпочечники: аденома коры	3	-	3
феохромацитома	1	-	-
Семенники: лейдигома	7	3	16
кавернозная гемангиома	1	-	1
Кровотворная ткань: лейкоз	-	4	1
злокачественная лимфома	3	2	3
Кишечник: аденокарцинома	-	1	-
Печень: гепатоцеллюлярный рак	1	2	1
Уретра: фиброма	1	-	-
Мягкие ткани: фиброма	-	-	1
саркома	1	-	4
злокачественная фиброзная гистиоцитома	2	-	-
Ангиофиброма коленного сустава	-	-	1
Параангиома	-	-	1
Фиброаденома молочной железы	-	-	1
Хондрома	-	-	1
Множественность опухолей	1,40	1,08	1,31
Время обнаружения 1-й опухоли, сут.	600	428	469
Всего опухолей:	21	13	34
доброкачественных	13	3	25
злокачественных	8	10	9
Число крыс с опухолями, %	34,9%	35,3%	28,9%
Число крыс со злокачественными опухолями, %	18,6%	29,4%	10%

Примечание. Обозначение режимов как в табл. 1.

В процентном отношении количество самцов-крыс с опухолями в режиме LL-14 в течение всего эксперимента всегда было меньшим, чем в двух других группах (табл. 2). В режиме LL-1 динамика возникновения опухолей, как видно из рис. 1, а, в течение первых 900 дней жизни значительно превышала показатели контрольной группы, и общее количество крыс с новообразованиями было наибольшим (35,3%). Также количество самцов со злокачественными опу-

холями на протяжении всего исследования было наибольшим в режиме LL-1, и наименьшим – в режиме LL-14 (рис. 1, б). Наши наблюдения совпадают с исследованиями, в которых изучали воздействие света ночью на спонтанный канцерогенез [11, 12]. Известно, что постоянное освещение стимулирует развитие индуцированного химическими агентами канцерогенеза печени, молочной железы, аденокарциномы толстого кишечника и трансплацентарного канцерогенеза [1].

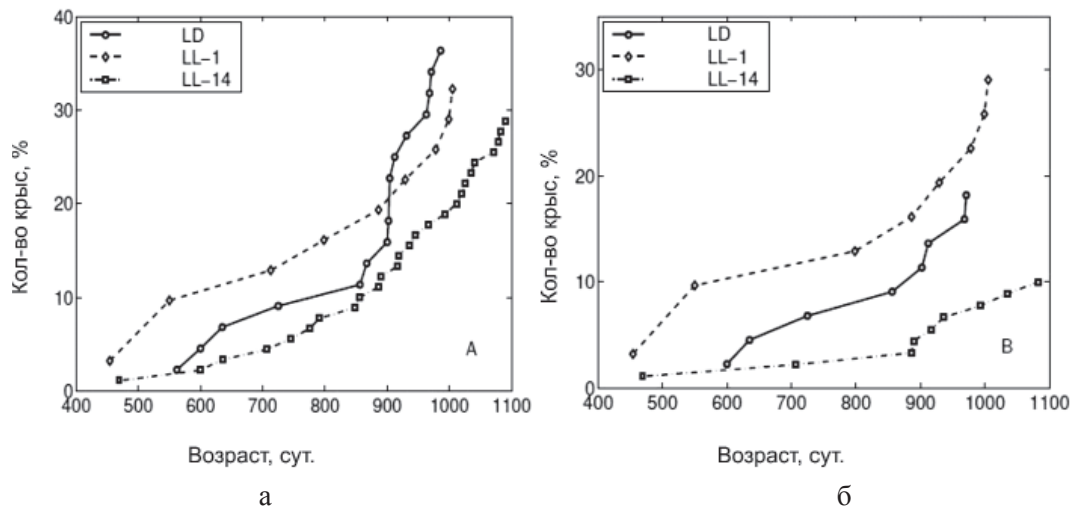


Рис. 1. Влияние постоянного освещения на динамику возникновения опухолей (А) и динамику возникновения злокачественных опухолей (Б) у самцов крыс. Примечание. Обозначение режимов как в табл. 1. Значения даны в % от числа животных в группе

Как можно судить по данным, представленным в табл. 3, содержание самцов крыс в условиях постоянного освещения с одномесячного возраста сопровождалось уменьшением средней продолжительности жизни (СПЖ) на 3% и максимальной продолжительности жизни (МПЖ) на 4% по сравнению с группой крыс, содержавшихся при стандартном режиме освещения. СПЖ крыс с опухолями, в том числе СПЖ самцов со злокачественными новообразованиями, в режиме LL-1 уменьшалась по сравнению с другими экспериментальными группами (табл. 3). Данные результаты находят подтверждение в работах других исследователей [3, 16]. Напротив, содержание крыс при постоянном освещении с 14 месяцев сопровождалось увеличением средней продолжительности жизни на 6,7% и максимальной продолжительности жизни на 9,2% по сравнению с группой крыс, содержавшихся в режиме LD. Содержание крыс в режиме LL-14 сопровождалось достоверным увеличением СПЖ последних 10% крыс на 9,4%, а МПЖ – на 9,2% по сравнению с самцами группы LD. СПЖ животных в режиме LL-14 с новообразованиями, а также со злока-

чественными опухолями увеличивалась по сравнению с особями в стандартном режиме освещения (табл. 3).

На рис. 2 можно видеть, что кривая выживаемости для крыс-самцов группы LL-1 существенно смещена влево по отношению к кривой выживаемости для крыс группы LD. Кривая выживаемости для самцов группы LL-14, начиная с 32 месяцев, смещена вправо по отношению к кривой выживаемости для крыс группы LD.

Результаты проведенного исследования показывают, что снижение функциональной активности эпифиза под влиянием постоянного освещения с одномесячного возраста индуцирует спонтанный онкогенез и уменьшает среднюю и максимальную продолжительность жизни. Напротив, воздействие постоянного освещения на лабораторных животных, начиная с 14-месячного возраста, оказывает модулирующее влияние на возрастную патологию: уменьшает количество доброкачественных и злокачественных новообразований, увеличивает среднюю и максимальную продолжительность жизни по сравнению с самцами в условиях стандартного режима освещения.

Таблица 3

Влияние постоянного освещения на продолжительность жизни самцов крыс

Показатель	Световой режим		
	LD	LL-1	LL-14
СПЖ, сут.	766 ± 25,4	744 ± 28,0 (– 3%)	818 ± 18,1 (+ 6,7%)
МПЖ, сут.	1045	1005 (– 4%)	1141 (+ 9,2%)
СПЖ последних 10% крыс, сут.	994 ± 9,2	1002 ± 1,8 (+ 0,8%)	1087 ± 8,3 (+ 9,4%)**
СПЖ крыс с опухолями, сут.	849 ± 34,7	786 ± 65,3	897 ± 32,1
СПЖ крыс со злокачественными опухолями, сут.	821 ± 52,2	794 ± 72,8	879 ± 62,5

Примечание. Обозначение режимов как в таб. 1. СПЖ – средняя продолжительность жизни; МПЖ – максимальная продолжительность жизни. ** – $p < 0,01$ изменения достоверны по сравнению с показателем, полученным в LD режиме в том же месяце (критерий Уилкоксона–Манна–Уитни).

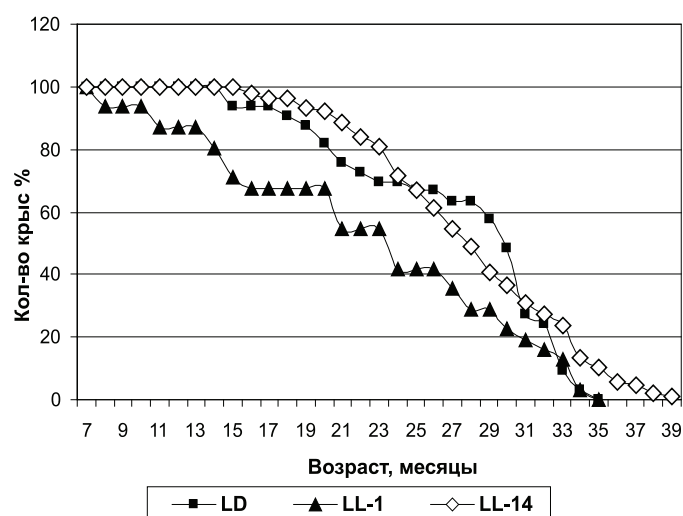


Рис. 2. Влияние постоянного освещения на продолжительность жизни самцов крыс. Примечание. Обозначение режимов как в рис. 1

Таким образом, изменение показателей заболеваемости, продолжительности жизни и динамики онкогенеза у крыс зависят от возраста, в котором начинается воздействие постоянного освещения. Подавление функциональной активности эпифиза, вызванное действием постоянного света, на разных этапах постнатального онтогенеза может как индуцировать (в молодом возрасте) так и ингибировать (в старческом возрасте) процессы старения и онкогенеза у самцов-крыс.

Работа выполнена в рамках Программы стратегического развития 2012-2016 гг. «Университетский комплекс ПетрГУ в научно-образовательном пространстве Европейского Севера: стратегия инновационного развития» и при поддержке гранта РГНФ № 12-06-00340 «Циркануальные ритмы в процессе адаптации организма к условиям Европейского Севера: механизмы и пути профилактики».

Список литературы

1. Анисимов В.Н. Молекулярные и физиологические механизмы старения. – СПб.: Наука, 2008. – Т. 2. – 434 с.
2. Световое загрязнение увеличивает заболеваемость и смертность от разных причин у самцов крыс / А.В. Букалев, И.А. Виноградова, М.А. Забежинский др. // Успехи геронтологии. – 2012. – Т. 25. – № 1. – С. 49–56.
3. Влияние светового режима и мелатонина на гомеостаз, продолжительность жизни и развитие спонтанных опухолей у самцов крыс / И.А. Виноградова, А.В. Букалев, М.А. Забежинский и др. // Вопросы онкологии. – 2008. – Т. 54. – № 1. – С. 70–77.
4. Виноградова И.А., Шевченко А.И. Влияние различных световых режимов на показатели биологического возраста и возрастную патологию // Мед. академ. журнал. – 2005. – Т. 5. – № 2. – Прил. 6. – С. 16–18.
5. Зайцев В.М., Лифляндский В.Г., Маринкин В.И. Прикладная медицинская статистика. – СПб., 2006. – 432 с.
6. Мелатонин: перспективы применения в клинике / под ред. С.И. Рапопорта. – М., 2012. – 176 с.
7. Рапопорт С.И. Хрономедицина, циркадианные ритмы. Кому это нужно? // Клиническая медицина. – 2012. – № 8. – С. 73–75.

8. Влияние длительного непрерывного освещения самок крыс на показатели развития мозга их 40-дневного потомства / Б.Я. Рыжавский, И.В. Николаева, Р.В. Учакина и др. // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2009. – Т 147. – № 1. – С. 8–11.

9. Этическая экспертиза биомедицинских исследований: практические рекомендации / под ред. Ю.Б. Белоусова. – М., 2005. – 156 с.

10. Anisimov V.N., Popovich I.G., Zabezhinski M.A., Anisimov S.V. Melatonin as antioxidant, geroprotector and anticarcinogen // *Biochimica and Biophysica Acta*. – 2006. – Vol. 1757. – P. 573–589.

11. Baturin D.A., Alimova I.N., Anisimov V.N. et al. Effect of light regime and melatonin on the development of spontaneous mammary tumors in HER-2/neu transgenic mice is related to a downregulation of HER-2/neu gene expression // *Neuroendocrinol. Lett.* – 2001. – Vol. 22. – P. 439–445.

12. Deerberg F., Bartsch C., Pohlmeier G., Bartsch H. Effect of melatonin and physiological epiphysectomy on the development of spontaneous endometrial carcinoma in BDI/HAN rats // *Cancer Biother. Radiopharmacol.* – 1997. – Vol. 12. – P. 420.

13. Pierpaoli W., Bulian D. The pineal aging and death program. I. Grafting of old pineals in young mice accelerates their aging // *J. Anti-Aging. Med.* – 2001. – Vol. 4. – № 1. – P. 31–37.

14. Pierpaoli W., Bulian D. The pineal Aging and Death Program. Life Prolongation in Pre-aging Pinealectomized Mice // *Annals of the New York Academy of Sciences*. – 2005. – P. 133–144.

15. Turusov V.S., Mohr U. Pathology of tumours in laboratory animals. Vol. 1. Tumours of the rat // *IARC Sci. Publ.* – IARC, Lyon. – 1990. – № 99 – 740 p.

16. Vinogradova I.A., Anisimov V.N., Bukalev A.V. et al. Circadian disruption by light-at-night accelerates aging and promotes tumorigenesis in rats // *Aging*. – 2009. – Vol. 1. – № 10. – P. 855–865.

References

1. Anisimov V.N. *Molekuljarnye i fiziologicheskie mehanizmy starenija* [Molecular and Physiological Mechanisms of Aging]. St. Petersburg Publishing house Nauka, 2008. Vol. 2. 434 p.

2. Bukalev A.V., Vinogradova I.A., Zabezhinskij M.A. dr. Svetovoe zagryznenie uvelichivaet zaboлеваemost' i smertnost' ot raznyh prichin u samcov krysov. *Uspehi gerontologii*, 2012, tom 25, no. 1, pp. 49–56.

3. Vinogradova I.A., Bukalev A.V., Zabezhinskij M.A. i dr. Vlijanie svetovogo rezhima i melatonina na gomeostaz, prodolzhitel'nost' zhizni i razvitie spontannyh opuholej u samcov krysov. *Voprosy onkologii*, 2008, tom 54, no. 1, pp. 70–77.

4. Vinogradova I.A., Shevchenko A.I. Vlijanie razlichnyh svetovyh rezhimov na pokazateli biologicheskogo vozrasta i vozrastnuju patologiju. *Medicinskij akademicheskij zhurnal*, 2005, tom 5, no. 2, prilozhenie 6, pp. 16–18.

5. Zajcev V.M., Lifjandskij V.G., Marinkin V.I. *Prikladnaja medicinskaja statistika* [Applied medical statistics]. SPb., 2006. 432 p.

6. Melatonin: perspektivy primenenija v klinike pod red. S.I. Rapoporta [Melatonin: application prospects in clinic]. Moscow, 2012. 176 p.

7. Rapoport S.I. Hronomedicina, cirkadiannye ritmy. Komu jeto nuzhno? *Klinicheskaja medicina*, 2012, no. 8, pp. 73–75.

8. Ryzhavskij B.Ja., Nikolaeva I.V., Uchakina R.V. i dr. Vlijanie dlitel'nogo nepreryvnogo osveshhenija samok krysov na pokazateli razvitija mozga ih 40-dnevnogo potomstva. *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*, 2009, no. 147, tom. 1, pp. 8–11.

9. Jetcheskaja jeksperitza biomedicinskih issledovanij. *Prakticheskie rekomendacii pod red. Ju.B. Belousova*. Moscow, 2005. 156 p.

10. Anisimov V.N., Popovich I.G., Zabezhinski M.A., Anisimov S.V. Melatonin as antioxidant, geroprotector and anticarcinogen // *Biochimica and Biophysica Acta*. 2006. Vol. 1757. pp. 573–589.

11. Baturin D.A., Alimova I.N., Anisimov V.N. et al. Effect of light regime and melatonin on the development of spontaneous mammary tumors in HER-2/neu transgenic mice is related to a downregulation of HER-2/neu gene expression // *Neuroendocrinol. Lett.* 2001. Vol. 22. pp. 439–445.

12. Deerberg F., Bartsch C., Pohlmeier G., Bartsch H. Effect of melatonin and physiological epiphysectomy on the development of spontaneous endometrial carcinoma in BDI/HAN rats // *Cancer Biother. Radiopharmacol.* 1997. Vol. 12. pp. 420.

13. Pierpaoli W., Bulian D. The pineal aging and death program. I. Grafting of old pineals in young mice accelerates their aging // *J. Anti-Aging. Med.* 2001. Vol. 4. no. 1. pp. 31–37.

14. Pierpaoli W., Bulian D. The pineal Aging and Death Program. Life Prolongation in Pre-aging Pinealectomized Mice // *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2005. pp. 133–144.

15. Turusov V.S., Mohr U. Pathology of tumours in laboratory animals. Vol. 1. Tumours of the rat // *IARC Sci. Publ.* IARC, Lyon. 1990. no. 99.740 p.

16. Vinogradova I.A., Anisimov V.N., Bukalev A.V. et al. Circadian disruption by light-at-night accelerates aging and promotes tumorigenesis in rats // *Aging*. 2009. Vol. 1. no. 10. pp. 855–865.

Рецензенты:

Шевченко А.И., д.м.н., профессор кафедры фармакологии, организации и экономики фармации, микробиологии и гигиены, ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск;

Горанский А.И., д.м.н., профессор кафедры анатомии, физиологии и гигиены, ФГБОУ ВПО «Карельская государственная педагогическая академия», г. Петрозаводск.

Работа поступила в редакцию 11.04.2013.