

out further examination. To improve the reliability of the findings of an association of the disease with the profession of regulatory and procedural regulations establishing procedures for monitoring the noise exposure and estimation of professional hearing shall provide a system of interconnected documents.

СВІТЛОДІОНЕ ОСВІТЛЕННЯ І РІВЕНЬ 6-СУЛЬФАТОКСИМЕЛАТОНІНА В ОРГАНІЗМІ ОФІСНИХ ПРАЦІВНИКІВ

*Назаренко В.І., Мартіросова В.Г., Дмитруха Н.М., Лагутіна О.С.
ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ*

Вступ. Сучасне освітлення споживає значну кількість електроенергії, у світі на нього витрачаються величезні кошти. Згідно з даними Міжнародного енергетичного агентства, на освітлення припадає 14% споживання всієї електроенергії в ЄС і 19% – у світі [1]. Тому розробка енергозберігаючих технологій освітлення є доцільним і актуальним [2]. Проте впровадження нових світлодіодних джерел світла, зважаючи на складову синьої частини у їх спектрі, викликає певні запитання у фахівців, що досліджують їх вплив на організм людини та окремі його органи та фізіологічні системи [3-6].

Велика увага сучасної наукової спільноти прикута до фоторецепторів третього роду, відкритих Berson et al. (2002 р.), що відмінні від палочок та колбочок – натуральних світлочутливих ганліозних клітин сітківки ipRGC (intrinsic photosensitive Retinal Ganglion Cell), та їх можливого зв'язку з циркадними ритмами організму через посередництво світлочутливого гормону мелатоніну [7]. За даними Brainard G.C. et al. (2001 р.) та інших дослідників, пік чутливості цих рецепторів припадає на діапазон синьо-блакитного світла з довжиною хвилі 440–500 нм [8]. Тому вважається, що холодно-біле світло з більшою часткою блакитного має більший біологічний ефект, ніж світло з більшою часткою жовтого та червоного (тепло-білий) [9]. Пік синтезу мелатоніну в організмі ссавців припадає на темний період доби (2-4 години), тому при проектуванні систем штучного освітлення у приміщеннях та зовні потрібно враховувати особливості біологічного впливу світла [5]. Порушення ритму і кількісних

показників продукції мелатоніну є пусковим моментом, що призводить на початкових етапах до виникнення десинхронозу, за яким настає органічна патологія [8-10]. Будь-які зміни продукції мелатоніну, що виходять за межі нормальних фізіологічних коливань, ведуть до неузгодженості як власне біологічних ритмів організму між собою (внутрішній десинхроноз), так і ритмів організму з ритмами навколишнього середовища (зовнішній десинхроноз) [11]. Отже, навіть сам факт порушення ритму продукції мелатоніну може ставати причиною різних захворювань [12].

Мета роботи – дослідити вплив світлодіодного освітлення на рівень синтезу мелатоніна в організмі офісних працівників.

Методи досліджень. Про рівень мелатоніну в організмі обстежених осіб судили за концентрацією його основного метаболіту – 6-сульфатоксимелатоніна (6-COMET) в денній (з 8:00 до 13:00 годин) і нічній (з 20:00 до 7:00 годин) порціях сечі. Сечу відбирали о 7 годині ранку та перед обідньою перервою о 13 годині. Досліджувані зразки зберігалися в пластикових контейнерах по 10 мл при $t = -4^{\circ}\text{C}$.

Кількість метаболіту 6-сульфатоксимелатоніну в сечі дослідної та контрольної груп працівників визначали за допомогою імуноферментного набору BÜHLMANN 6-Sulfatoxymelatonin (6-STM) (Німеччина) на імуноферментному аналізаторі Sunrise (Швеція) відповідно до інструкції. Основну групу складала 10 бухгалтерських працівників, що працювали під світлодіодним освітленням протягом двох місяців, контрольну – 10 працівників тієї ж професії,

що працювали при штучному люмінесцентному освітленні. Отримані в процесі дослідження дані статистично оброблені оброблялися з використанням сертифікованого комп'ютерного пакета Statistica 6 для роботи в середовищі Windows.

Результати досліджень. Вивчено умови праці у виробничих приміщеннях та на робочих місцях Української хендлінгової компанії (основна група) та ПАТ «Укртелеком» (контрольна група). Робочі місця офісних працівників обладнані персональними комп'ютерами або портативними ноутбуками різних типів з рідинно-кристалічним екраном: COMPAQ, SAMSUNG, ASUS, HP. Все обладнання, розташоване у приміщеннях з достатньою площею на робоче місце, має стаціонарне заземлення. Рівні шумового навантаження на робочих місцях у бухгалтерії при роботі з комп'ютерним обладнанням та періодичними розмовами по телефону характеризуються невеликими коливаннями на робочих місцях і становлять 55-59 дБА_{екв}, в середньому, 56,0±0,5 дБА_{екв}. При цьому максимальні рівні звуку дорівнюють 75-79 дБА, що відповідає вимогам ДСН 3.3.6.037-99. Рівень шуму від вентиляційної системи Daikin на відстані 1 м – 51 дБА, що також відповідає вимогам державних нормативів для систем вентиляції, за якими рівні шуму від працюючої системи вентиляції мають бути на 5 дБА менші фонових рівнів шуму у приміщенні.

Дослідження параметрів мікроклімату свідчать, що температура повітря в приміщеннях, була близькою до комфортної і становила 22-25°C при відносній вологості 31-42% та швидкість руху повітря 0,06-0,11 м/с.

Виміри ЕМП на робочих місцях показали, що на відстані 30 см від екрану лише у ноутбука SAMSUNG реєструється електричне поле в діапазоні 2-400 кГц – до 1,6 В/м, навколо ноутбуків інших марок рівні електричних та магнітних полів для даного діапазону менші, ніж чутливість приладу. Офісні працівники користуються мобільним зв'язком за допомогою телефону Nokia в середньому 30-60 хв./день. При роботі у режимі «дозвону» рівні електромагнітного поля становлять до 4-5 мкВт/см² (ГДР = 1000 мкВт/см²), у режимі розмови – 0,4-

0,5 мкВт/см² (ГДР = 25 мкВт/см²). Фонові рівні електромагнітного випромінювання в діапазоні 0,3-43 МГц нижчі за чутливість вимірювача ПЗ-31 (0,2 мкВт/см²).

Праця бухгалтерів та економістів характеризується значним сенсорним навантаженням (тривалість зосередження 55-75% від часу зміни) та емоційним навантаженням (несуть відповідальність за функціональну якість основного завдання та іноді допоміжних робіт). Робота здійснюється в одну зміну – денну, тривалість робочого дня – 8 год. (з 9:00 до 18:00), тривалість перерви на обід – 1 год., є регламентовані і можливість нерегламентованих перерв.

Робоча поза вільна, зручна, є можливість зміни робочої пози за бажанням. Знаходження в позі «стоячи» – 5-12% часу зміни. Нахили тулуба не є характерними для даних професій і, протягом робочої зміни, їх з тих чи інших причин (нахил до робочих полиць, шухляд з паперами, підключення флешок і т.п.) здійснюється до 15-32.

Дослідження освітленості та рівнів ультрафіолетового випромінювання свідчать, що у виробничих приміщеннях розміром 26,5 м² передбачено розміщення двох односторонніх світлових отворів розмірами 200×180 см, які забезпечують проникнення природного світла. Світлові отвори забезпечені жалюзями, які дозволяють регулювати світловий потік від природного джерела світла.

Штучне освітлення у приміщеннях виконано за схемою загального рівномірного освітлення за допомогою 8 світильників з люмінесцентними лампами типу ЛКСМ 4×15, які вбудовані у підвісну стелю для забезпечення рівномірності світлового потоку. При проведенні виробничого експерименту (жовтень-грудень 2013 р.) люмінесцентне освітлення було замінено на світлодіодне (растрові світильники ДВО16У-60-001 УХЛ4 «Юпітер-LED» виробництва ТОВ «ОСП Корпорація Ватра»). Рівні штучної освітленості при загальному освітленні склали: в горизонтальній площині 309-400 лк, у вертикальній, на екранах від ВДТ ПК : 80-150 лк.

Рівні природного УФ-А на відстані 1 м від вікна у полудень становлять 250-400 мВт/м². На поверхні робочих столів рівні УФ-А – 37-65 мВт/м². Рівні УФ-В та УФ-С у

приміщенні нижчі за чутливість вимірювального приладу. Штучних джерел ультрафіолетового випромінювання у приміщенні немає.

Результати визначення вмісту метаболіту мелатоніну 6-STM в сечі осіб контрольної та дослідної груп представлені в табл.

Таблиця. Динаміка вмісту метаболіту мелатоніну 6-сульфатоксимелатоніну в сечі (нг/мл) обстежених працівників.

Група обстежених	Початок тижня		Кінець тижня	
	7 год. ранку	13 год. дня	7 год. ранку	13 год. дня
Контрольна (10 осіб)	36,54±7,69	2,51±1,14	33,15±7,80	3,27±1,14
Дослідна (10 осіб)	42,70±4,11	3,62±1,49*	43,66±5,43	5,44±1,26*

Примітка. * позначена достовірна відмінність показника в дослідній групі порівняно з контрольною ($p < 0,05$).

Як видно з даних таблиці, в дослідній групі вміст 6-STM в сечі був вищий, ніж в контрольній групі на початку робочого тижня (вранці – на 16,9%, вдень – на 44,2%) і, особливо наприкінці робочого тижня (вранці – на 31,7%, вдень – на 66,4%).

Встановлено, що в контрольній групі на початку тижня вранці вміст 6-STM в сечі був на рівні 36,54±7,69 нг/мл, а наприкінці

тижня він знизився на 9,3% і становив 33,15±7,80 нг/мл. Вдень, навпаки, вміст 6-STM в сечі з 2,5±1,14 нг/мл зріс до 3,27±1,14 нг/мл (на 30,3%).

В дослідній групі наприкінці робочого тижня встановлено незначне збільшення вмісту 6-STM вранці (на 2,2%) і суттєве підвищення вдень (на 50,3%).

Висновки

У дослідній групі офісних працівників, що перебували протягом 2 місяців під впливом світлодіодного освітлення (жовтень-грудень 2013 р.), вміст метаболіту мелатоніну – 6-сульфатоксимелатоніну в сечі був вище, ніж у контрольній групі (офісні працівники при нормативному люмінесцентному освітленні): на початку робочого тижня (вранці – на 16,9%, вдень – на 44,2%) і, особливо, наприкінці робочого тижня (вранці – на 31,7%, вдень – на 66,4%). Такі зміни свідчать про відсутність негативного впливу світлодіодного освітлення на мелатоніновий обмін у організмі людини за умов виробничого дослідження протягом 2-х місяців.

ЛІТЕРАТУРА

1. Tóth A.G. Light quality and energy efficiency in EU legislation / A.G. Tóth // Proceedings of CIE 2010 «Lighting Quality and Energy Efficiency». – Vienne. 2010. – P. 46-50.
2. Мартиросова В.Г. Фізіолого-гігієнічна оцінка випромінювання світлодіодних джерел світла (експериментальні дослідження) / В.Г. Мартиросова, В.І. Назаренко, В.М. Сорокін, А.Д. Галинський // Український журнал з проблем медицини праці. – 2011. – №2. – С.27-35.
3. Назаренко В.І. Вплив світлодіодного освітлення на варіабельність серцевого ритму при виконанні зорових робіт / В.І. Назаренко, В.Г. Мартиросова, К.О. Апіхтін // Український журнал з проблем медицини праці. 2011. – №3. – С. 27-32.
4. Назаренко Л.А. Оценка биологического действия света / Л.А. Назаренко, К.И. Иоффе, Е.П. Тимофеев // Светлотехника та електроенергетика. 2007. – №3-4. – С. 4-10.

5. Назаренко Л.А. Измерение циркадной эффективности биологического действия света / Л.А. Назаренко, К.И. Иоффе, Е.П. Тимофеев // Український журнал з проблем медицини праці. 2008. – Т.13(1). – С. 8-13.
6. Олейник Т. Светодиодная подсветка: мифы и реальность / Т. Олейник // Hardware. Наука и технологии. Мониторы. Технологии. Устройства визуализации. 2009. – №39 (705). Режим доступа: http://ko.com.ua/svetodiодnaya_podsvetka_mify_i_realnost_45974.
7. Berson D.M. Phototransduction by Retinal Ganglion Cells That Set the Circadian Clock / D.M. Berson, F.A. Dunn, M. Takao // Science. 2002. – V.295. – №5557. – P. 1070-1073.
8. Brainard G.C. Action spectrum for melatonin regulation in human evidence for a novel circadian photoreceptor / G.C. Brainard, J.P. Hanifin, J.M. Greeson et al. // Journal of Neuroscience. 2001. – V.21. – P. 6405-6412.
9. Figueiro. Lack of short-wavelength light during the school day delays dim light melatonin onset (DLMO) in middle school students // Neuro Endocrinol Lett. – M.; 2010. – V.1. – №1. – P. 92-96.
10. Schierz Chr. Biological effects of light – Literature overview / Chr. Schierz, C. Vandahl // TU Ilmenau FG Lichttechnik. Режим доступа: <http://www.m4ssl.npl.co.uk/wpontent/uploads/2012/02/Protocol-on-Circadian-effective-radiation.pdf>.
11. Rea M.S. Circadian light // J. Circadian Rhythms. 2010. – V.8. – №1. – P.2.
12. Шишко Е.Д. Суточный ритм, циркадианные гены и злокачественные новообразования / Е.Д. Шишко, Н.Ф. Гамалея, А.Г. Минченко // Онкология. – 2010. – Т.12. – №4. – С. 316-320.

СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ И УРОВЕНЬ 6-СУЛЬФАТОКСИМЕЛАТОНИНА В ОРГАНИЗМЕ ОФИСНЫХ РАБОТНИКОВ

Назаренко В.И., Мартиросова В. Г., Дмитруха Н.М., Лагутина О.С.

В группе офисных работников бухгалтерии, находившихся в течение 2 месяцев (октябрь-декабрь 2013 г.) под влиянием светодиодного освещения с уровнями 300-400 лк в горизонтальной плоскости, содержание метаболита мелатонина - 6-сульфатоксимелатонину в моче было выше, чем в контрольной группе (офисные работники при нормативном люминесцентном освещении): в начале рабочей недели (утром – на 16,9%, днем – на 44,2%) и, особенно, в конце рабочей недели (утром – на 31,7%, днем – на 66,4%). Такие изменения свидетельствуют об отсутствии негативного влияния светодиодного освещения на мелатониновый обмен в организме человека в условиях производственного исследования в течение 2-х месяцев.

LED ILLUMINATING AND LEVEL OF 6-SULFATOKSYMELATONYNA IN ORGANISM OF OFFICE WORKERS

V.I. Nazarenko, V.G. Martirosova, N.M. Dmytruha O.S. Lagutyna

In a group of office workers (bookkeepers) that were within 2 months (October-December 2013) under the influence of LED lighting with levels of 300-400 lx in the horizontal plane, the content of melatonin metabolite – 6-sulfatoxymelatonin in the urine was higher than in the control group (office workers, with the standard fluorescent lighting) at the beginning of the work week (in the morning – by 16.9% during the day – 44.2%), and especially at the end of the working week (in the morning – by 31.7%, in the afternoon – 66.4%). Such changes are indicative of the absence of the negative impact of LED lighting on melatonin metabolism in the human body in terms of the occupational study for 2 months.