

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГАЗОВ И ЭЛЕКТРОЛИТОВ КРОВИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ

¹Железникова О.Е., ¹Кирюхин Ф.М., ^{1,2}Подсевакин В.Г., ^{1,2}Кирюхина С.В.

¹ФГБОУ ВПО «Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева (национальный исследовательский университет)», Саранск, Россия;

²ГБУЗ РМ «Мордовская республиканская психиатрическая больница» (431520, Республика Мордовия, Лямбирский район, пос. Звездный), e-mail:krsv55@mail.ru

Настоящая статья посвящена исследованию влияния различных видов освещения на некоторые показатели газового состава крови и кислотно – щелочную реакцию среды в условиях иммобилизационного стресса у белых мышей. Комплексное изучение газового и электролитного составов крови экспериментальных животных при воздействии различных видов освещения позволило выделить гомеостатические маркеры неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды. Использование лекарственного сочетания антиоксиданта, иммунокорректора, анксиолитика и гипербарической оксигенации позволяет оптимизировать нарушенные стрессом показатели газового состава крови экспериментальных животных, нормализовать парциальное давление углекислого газа, восстановить кислотно-щелочную реакцию крови и концентрацию бикарбонатов как при воздействии светодиодного, так и люминесцентного освещения. Выявлено, что в механизме стресс-протекторного действия исследуемой фармакологической комбинации лекарственных средств в условиях ГБО важная роль принадлежит снижению гипоксемии, нормализации напряжения углекислого газа, увеличению рН крови и бикарбонатов. Предложенное лекарственное сочетание может быть рекомендовано для лечения пациентов со стресс-обусловленной патологией.

Ключевые слова: светодиодное освещение, газовый и электролитный составы крови, экспериментальный стресс, антиоксиданты, антигипоксанты, иммунокорректоры, анксиолитики, гипербарическая оксигенация.

STUDY OF LED LIGHTING ON SOME INDICES OF GAS, AND BLOOD ELECTROLYTES EXPERIMENTAL ANIMALS

¹Geleznikova O.E., ¹Kiryukhin F.M., ^{1,2}Podsevatkin V.G., ^{1,2}Kiryukhina S.V.

¹ Ogarev Mordovia State University, Department of neurology and psychiatry, Saransk, Russia;

²GBUZ RM "Mordovia Republican psychiatric hospital" (431520, Republic of Mordovia, lyambir district, village of Celebrity), e-mail:krsv55@mail.ru

This article is devoted to the influence of various types of lighting on some parameters of blood gas and acid - alkaline environment in the conditions of immobilization stress in white mice. Comprehensive study of the gas and electrolyte composition of the blood of experimental animals under the influence of different types of lighting possible to distinguish homeostatic markers adverse effects of environmental factors. Using a combination of the antioxidant drug, immunocorrector, anxiolytic and hyperbaric oxygenation optimizes stress broken blood gas levels in experimental animals, to normalize the partial pressure of gas uglekisolgo restore the acid-alkaline blood bicarbonate concentration as in the impact of the LED and fluorescent lighting. It was revealed that in the mechanism of stress-protective effect of the combination of pharmacological study of medicinal products in terms of HBO important role belongs to reduce hypoxemia, normalization of carbon dioxide tension, increase blood pH and bicarbonate. The proposed combination drug can be recommended for the treatment of patients with stress-induced pathology.

Keywords: LED lighting, gas and electrolyte composition of blood, an experimental stress, antioxidants, antihypoxants, immunocorrectors, anxiolytics, hyperbaric oxygenation.

Последнее десятилетие отмечено значительным прогрессом в совершенствовании технологий создания полупроводниковых светодиодов (СД), а также значительным улучшением их технических характеристик (прежде всего, эффективности) по сравнению с другими видами искусственного освещения (галогенной лампой накаливания, люминесцентными лампами и др.) [1, 2, 5, 6, 7]. Исследование влияния светодиодного

излучения на организм человека является актуальной задачей в связи с расширением масштабов производства СД при быстром внедрении научно-технологических достижений в серийные приборы, что определяет необходимость обеспечения безопасности жизнедеятельности не только при использовании световых лучей в качестве источников света, но и в качестве лечебных факторов при различных заболеваниях [1, 2, 3, 4, 8, 21, 23]. В экспериментальных и клинических исследованиях ряда авторов показано, что неблагоприятное воздействие факторов окружающей среды, в том числе источников света, вызывает развитие неспецифической стрессовой реакции организма в виде дисфункциональных расстройств со стороны нервной системы и сопряженных с ней функционально гомеостатических параметров крови [3, 4, 5, 8, 12, 16, 22]. Газовый состав крови и кислотно-основное состояние (КОС) организма являются одними из важнейших и наиболее строго контролируемых параметров гомеостаза [11, 22, 24]. Состояние стресса характеризуется перераспределением крови в организме в пользу жизненно-важных органов, ухудшением кровоснабжения периферических тканей, что обуславливает развитие гипоксемии и комплекса вторичных неспецифических метаболических и функциональных расстройств [11, 22, 24].

В работах, проведенных нами ранее [10, 13, 14, 19, 20] показано оптимизирующее влияние патогенетической терапии с использованием анксиолитика, иммунокорректора, антиоксиданта, гипербарической оксигенации (ГБО) на основные звенья стресс-реакции: чрезмерную активацию антиоксидантных систем, тканевую гипоксию, дисбаланс эндокринных и иммунных реакций [15, 17, 18]. Однако динамика кислотно-щелочного равновесия, газового баланса и электролитов крови под влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе различных видов световых лучей, а также возможность коррекции возникающих изменений гомеостатических параметров крови в условиях стресс-обусловленной патологии не изучались. В связи с этим, целью нашего исследования явилось изучение влияния фенорелаксана, тимогена, мексидола и ГБО в виде монотерапии и комплексного воздействия на динамику показателей газового и электролитного составов крови при освещении светодиодными и люминесцентными источниками света в условиях экспериментального иммобилизационного стресса.

Материал и методы исследования. Эксперименты выполнены на 125 лабораторных белых мышах обоего пола весом 18-23 г. На первом этапе экспериментальных исследований изучали влияние светодиодного и люминесцентного видов освещения на показатели кислотно-щелочного и электролитного баланса крови животных, находящихся как в условиях обычного двигательного режима, так и в условиях иммобилизационного стресса, на втором этапе исследовали влияние психофармакологических препаратов, применяемых при

лечении стресс- обусловленной патологии в клинической практике: фенорелаксана, мексидола, тимогена и гипербарической оксигенации в виде монотерапии и в виде комбинированной терапии, включающей все лекарственные средства одновременно, т.к. эффективность данной комбинации при воздействии естественных источников света показана в наших предшествующих работах [10, 14, 16, 17]. Мексидол применяли в дозе 5 мг/кг (5% раствор в ампулах по 2 мл, «Фармасофт», Россия), тимоген в дозе 2 мкг/кг (0,01% раствор в ампулах по 1 мл, ЗАО «Медико-биологический научно-производственный комплекс «Цитомед», Россия), диазепам в дозе 0,5 мг/кг (сибазон 0,5% раствор в ампулах по 2 мл, ФГУП «Московский эндокринный завод», Россия). Гипербарическую оксигенацию проводили в барокамерах "БЛКС-301М" (Россия) при избыточном давлении 0,8-1,0 атмосферы, период изопрессии составлял 15 минут. Препараты вводили внутривенно в суммарном объеме 0,5 мл однократно в 9 ч, ежедневно в течение 20 дней. Выбор доз исследуемых препаратов осуществляли исходя из клинически эффективных доз с учетом правила биологического переноса доз по Freireih. (Freireich E.J. et al, 1966). Иммобилизационный стресс моделировали по методу И.А. Коломейцевой (1988) и Necht et. al. (1971). Животных помещали в тесные боксы на 5 часов в сутки, ежедневно, в течение 20 суток. Группы контроля составили животные, находящиеся в условиях обычного двигательного режима (группа 15 – контроль 1 и иммобилизационного стресса в сочетании с внутривенным введением изотонического раствора натрия хлорида в объеме 0,5 мл. Во всех исследуемых группах определяли газовый и электролитный составы крови: рН (величина активной реакции среды); напряжение углекислого газа (pCO_2); напряжение кислорода (pO_2); концентрация бикарбоната (HCO_3); количество ионов натрия (Na^+) и калия (K^+) у контрольных белых мышей и в опытных группах. Исследования проводили на анализаторе газового и электролитного состава крови Easy Stat (США). Все исследования проводили на 1, 10 и 20 дни наблюдения. Статистическую обработку результатов проводили общепринятыми методами статистики с помощью стандартного пакета программ "Statistics 6.0". [9], исследовали основные статистические характеристики: среднее, ошибка среднего. Достоверность различий рассчитывали с помощью Т – критерия Стьюдента в случае равенства дисперсий, его модификации (Т – критерий с отдельными оценками дисперсий) – в случае неравенства дисперсий. Критическую величину уровня значимости принимали равной 0,05 на персональном компьютере Authentic AMD. Выявленные закономерности и связи изучаемых параметров между группами и признаками были значимыми при вероятности безошибочного прогноза $p = 95\%$ и более.

Результаты исследования и их обсуждение. При исследовании газового и кислотно-щелочного состояния крови у грызунов при естественном освещении нами выявлено, что

иммобилизационный стресс вызывает изменения гомеостатических показателей крови в виде сдвига рН в сторону ацидоза, снижения бикарбонатов. Развитие метаболического ацидоза может быть связано с накоплением недоокисленных продуктов обмена веществ вследствие недостаточного снабжения кислородом органов и тканей. Выявленные нарушения подтверждают наличие гипоксического компонента при стресс-обусловленной патологии. При нахождении экспериментальных животных, подвергнутых иммобилизационному стрессу, в условиях как светодиодного, так и люминесцентного освещения сохраняется снижение рН крови, вызываемое стрессом (интактные животные - $7,356 \pm 0,022$; стресс+люминесцентное освещение - $7,224 \pm 0,021$; стресс + светодиодное освещение - $7,291 \pm 0,023$), снижение бикарбонатов (интактные животные - $14,89 \pm 1,03$ ммоль/л; стресс+люминесцентное освещение - $12,48 \pm 0,54$ ммоль/л; стресс + светодиодное освещение - $12,8 \pm 0,34$ ммоль/л), уменьшение парциального напряжения кислорода (интактные животные - $69,13 \pm 4,48$ мм. рт. ст.; стресс+люминесцентное освещение - $52,28 \pm 5,31$ мм. рт. ст.; стресс + светодиодное освещение - $51,28 \pm 5,11$ мм. рт. ст.), повышение показателей натрия (интактные животные - $145,16 \pm 1,11$ ммоль/л; стресс+люминесцентное освещение - $162,17 \pm 1,19$ ммоль/л; стресс + светодиодное освещение - $158,1 \pm 1,1$ ммоль/л). Полученные нами результаты согласуются с известными данными о стресс-опосредованных изменениях кислотно-щелочного состояния крови лабораторных животных [4, 11, 12, 24].

Исследование воздействия мексидола и тимогена в качестве монотерапии не выявило значительного влияния на кислотно-основное состояние крови лабораторных животных. При этом диазепам вызывал некоторое снижение концентрации калия и бикарбонатов, дисбаланс газового состава крови у мышей. Комплексная терапия в условиях иммобилизационного стресса приводила к нормализации кислотно-щелочного равновесия крови в виде восстановления показателя «рН», тенденции к повышению кислорода, восстановлению бикарбонатов до уровня интактных животных, снижению углекислого газа. Ликвидация метаболических расстройств и тканевого ацидоза, возможно, связаны с антигипоксическими, антиоксидантными, метаболическими эффектами препаратов представленной схемы лечения, которые в комплексе воздействуют на основные патогенетические механизмы стресса при всех изучаемых видах освещения.

Таким образом, в механизме стресс-протекторного действия изучаемой комбинации лекарственных средств в условиях ГБО важная роль принадлежит снижению гипоксемии, нормализации напряжения углекислого газа, увеличению рН крови и бикарбонатов, концентрация которых не зависит от воздействия различных источников света. Использование лекарственного сочетания антиоксиданта, иммунокорректора, анксиолитика и гипербарической оксигенации позволяет оптимизировать нарушенные стрессом показатели

газового состава крови экспериментальных животных, нормализовать парциальное давление углекислого газа, восстановить кислотно-щелочную реакцию крови и концентрацию бикарбонатов как при воздействии светодиодного, так и люминесцентного освещения.

Список литературы

1. Айзенберг Ю.Б. Светодиоды и их применение для освещения. / Под общ. ред. акад. АЭН РФ Ю.Б. Айзенберга. – М.: Знак, 2012. 280 с.
2. Аладов А.В. О современных мощных светодиодах и их светотехническом применении. / А.В. Аладов, Е.Д. Васильева, А.Л. Закгейм, Г.В. Иткинсон, В.В. Лундин, М.Н. Мизеров, В.М. Устинов, А.Ф. Цацульников. – Журнал «Светотехника», - 2010, № 3. – С.8-16.
3. Амелькина С. А., Железникова О. Е., Кирюхина С. В., Сеницына Л. В. Разработка комплексной методики оценки влияния условий светодиодного освещения на состояние органа зрения и организма человека в целом//Естественные и технические науки. 2013. №5(67). С. 249 -257.
4. Андреев А.И. Изучение действия излучений ультрафиолетовой и красной областей спектра на иммунокомпетентные клетки.: автореферат дисс. кандидата биологических наук. - 03.00.02. /Андреев А.И. – Москва. – 1999. – 25 с.
5. Батраков А.В., Кирьянова В.В., Васильев А.В. Применение светодиодного излучения (470 нм) в комплексном лечении больных фурункулами лица: Учебное пособие. – СПб.: Человек, 2011. – 32 с.
6. Быстрянцева Н.В. Выявление системы восприятия человеком освещённых пространств и объектов в городской среде / Н.В. Быстрянцева, Н.В. Матвеев // Журнал "Светотехника". - №4. – 2014. – С. 35-38.
7. Жань В. О рабочих характеристиках светильников со светодиодами в КНР. /В. Жань, Ш. Хуа . – «Светотехника». - 2010, № 3. – С. 29-31.
8. Железникова О.Е. К вопросу оценки психического и соматического статуса организма в условиях светодиодного освещения. / О.Е. Железникова, С.В. Кирюхина, В.В. Пирнак // Научные труды SWorld. 2014. Т. 5. № 4. С. 8-12.
9. Закс Л. Статистическое оценивание. М.: Статистика, 1976. – 598 с.
10. Кирюхина С.В. Экспериментально – клиническое обоснование патогенетической фармакологической коррекции обсессивно – фобических, конверсионных, астенических расстройств: автореферат дисс. доктора медицинских наук. – 14.03.06, 14.01.06 / С.В. Кирюхина – Саранск. – 2010. – 41 с.

11. Моррисон В.В., Чеснокова Н.П. Патологическая физиология, 3-е изд., СГМУ, Саратов (2008).- 125 с.
12. Новиков К.Н. Роль активных форм кислорода в биологических системах при воздействии факторов окружающей среды.: автореферат дисс. доктора биологических наук. - 03.00.16, 03.00.02. / К.Н. Новиков– Москва. – 2004. – 28 с.
13. Подсеваткин В.Г. Влияние антиоксидантов, иммунокорректоров и антиконвульсантов на морфофункциональные характеристики нейтрофилов у больных эпилепсией с истерическими припадками / В.Г. Подсеваткин, С.В. Кирюхина, С.В. Подсеваткина, Д.И. Кузьмин, Е.В. Говш // Морфологические ведомости. – 2013. – №1. – С. 40-48.
14. Подсеваткин В.Г. Влияние экспериментального стресса на морфофункциональные свойства нейтрофильных гранулоцитов в условиях терапии анксиолитиками и гипербарической оксигенацией / В.Г. Подсеваткин, С.В. Кирюхина // Морфология.- Том 133, № 4.- 2008.- С. 88.
15. Подсеваткин В.Г. Гипербарическая оксигенация при реактивных состояниях (Глава 17) / В.Г. Подсеваткин, Я.В. Костин, В.П. Балашов, С.В. Кирюхина // Федеральное руководство по гипербарической медицине/ под ред. С.А. Байдина, А.Б. Граменецкого, Б.А. Рубинчика. – М.: ОАО «Медицина», 2008. -С.404-426.
16. Подсеваткин В.Г. Динамика электроэнцефалографических показателей и морфофункциональных характеристик нейтрофилов под воздействием светодиодного освещения у пациентов с различными формами неврозов и студентов-добровольцев /В.Г. Подсеваткин, О.Е. Железникова, С.В. Кирюхина, Е.М. Гальцова // Морфологические ведомости. 2013. № 4. С. 57-68.
17. Подсеваткин В.Г. Морфофункциональная характеристика нейтрофилов при экспериментальном стрессе и действии кислорода под повышенным давлением / В.Г. Подсеваткин, С.В. Кирюхина, В.П. Балашов // Морфологические ведомости. – 2006. – №3-4. – С. 51-54.
18. Подсеваткин В.Г. Нейроиммунное реагирование при невротических расстройствах у пожилых больных / В.Г. Подсеваткин, С.В. Кирюхина, С.В. Подсеваткина, Д.С. Блинов // Клиническая геронтология. Том 14. – № 8, 2007. – С.15-17.
19. Подсеваткин В.Г. Опыт применения мексидола в комплексной терапии конверсионного расстройства / В.Г. Подсеваткин, С.В. Кирюхина, Д.С. Блинов, С.В. Подсеваткина // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. - Том 109. - № 4. - 2009. - С. 75-77.

20. Подсеваткин В.Г. Способ лечения подострого депрессивного реактивного психоза / В.Г. Подсеваткин, С.В. Кирюхина, С.В. Подсеваткина. - Патент на № 2473345 от 27.01.2013 года. – Бюл. №3.
21. Руснати Ф. Стандартизация светодиодной продукции для освещения. /Ф. Руснати. - «Светотехника», - 2010, № 3. – С. 32 – 34.
22. Степанова Е.С. Влияние переохлаждения на функциональную активность лейкоцитов.: автореф/ дисс. канд/ биол/ наук. - 03.00.01. / Е.С. Степанова – Сыктывкар. – 2010. – 20 с.
23. Текшева Л.М. Сравнительная гигиеническая оценка условий освещения с люминесцентными лампами и светодиодными источниками света в школах. –Журнал «Светотехника». - № 5. – 2012. – С. 58-62.
24. Цымбал А. А., Автореф. дис. д-ра мед. наук, Саратов. - 2012. – 48 с.

Рецензенты:

Карпов А.М., д.м.н., профессор, зав. кафедрой психотерапии и наркологии ГБОУ ДПО "Казанская государственная медицинская академия", г. Казань;

Блинов Д.С., д.м.н., профессор, зав. кафедрой организации здравоохранения и общественного здоровья ФГБОУ ВПО "Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева", г. Саранск;

Микаева С.А., д.т.н., профессор кафедры ОП-4 «Электротехники и электроники» Московского государственного университета информационных технологий, радиотехники и электроники (МГУПИ), г. Москва.