

УДК 613.6/628.979:612.014.44:001.5

ОСОБЕННОСТИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СЛОЖНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В УСЛОВИЯХ СВЕТОДИОДНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ЦВЕТОВОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ 4000 К И 7900 К

Назаренко В. И., Мартиросова В. Г., Апыхтин К. А.

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

В лабораторном эксперименте проведены трехкратные исследования вариабельности сердечного ритма (ВСР) у 4-х здоровых добровольцев в возрасте 20–21 года при выполнении тестовых сложных зрительных работ высокой точности при освещенности на тест-объектах 180–200 лк, создаваемой светодиодными лампами с цветовой температурой 4000 К и 7900 К. В обеих сериях исследований через 2,5 ч выполнения этих работ отмечены достоверные изменения ВСР, по сравнению с исходным состоянием ($p < 0,05$). Общий характер изменения показателей ВСР свидетельствует о процессах децентрализации управления сердечным ритмом (снижение АМо на 24–30 %), повышении активности барорефлекторного центра продолговатого мозга (LF). Для источников света с цветовой температурой 4000 К выявлено увеличение активности парасимпатического звена регуляции (рNN50); для ламп 7900 К – увеличение суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения (SDNN).

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, сложная зрительная работа, светодиодные источники света, цветовая температура

Вступление

Изучение механизмов адаптации человека к окружающей среде является одним из важнейших направлений современной биологии и экологической медицины. Согласно взглядам В. В. Парина и соавт. (1967 г.), система кровообращения может рассматриваться как чувствительный индикатор адаптационных реакций целостного организма (1967 г.) [1], а вариабельность сердечного ритма (ВСР) может отражать степень напряжения регуляторных систем, обусловленную возникающей в ответ на любое стресс-воздействие активацией системы гипофиз-надпочечники и реакцией симпатoadреналовой системы [2, 3]. Изучение вариабельности сердечного ритма предлагается рядом авторов для оценки функционального состояния и определения утомления у работников операторских профессий [4], летного состава [5]. Широкое диагностическое применение метода оценки ВСР получил в клинической практике [6–10]. Отмечается, что при резком снижении вариабельности сердечного ритма ухудшается качество регуляторных механизмов и, вследствие этого, повышается риск возможных нарушений, приводящих к развитию патологического процесса [8]. Л. И. Калакутский и соавт. (2001 г.) высказывают мнение, что в состоянии

покоя превалирует тонус парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), а при активации симпатического отдела вегетативной нервной системы во время стрессовых ситуаций ряд показателей вариабельности сердечного ритма снижается [9]. Наши предварительные экспериментальные исследования показали, что при выполнении сложных зрительных тестовых работ в лабораторном эксперименте частота пульса уменьшалась на 6–12 ударов в 1 мин, однако, величина периферического артериального давления достоверно не изменялась [11, 12].

Цель исследования – изучение особенностей реакции вегетативной нервной системы по показателям ВСР при экспериментальной тестовой нагрузке на зрительный анализатор в условиях освещения светодиодными источниками света с разной цветовой температурой – 4000 и 7900 К.

Материалы и методы исследования

Регистрация, анализ и интерпретация показателей вариабельности сердечного ритма (ВСР) проведены согласно методике Р. М. Баевского и соавт. (2002 г.) [3]; холтеровское электрокардиографическое мониторирование осуществлено с использованием комплекса «Cardio Sens» производства

«ХАИ-Медика» (г. Харьков). В экспериментальных исследованиях принимали участие четыре здоровых волонтера в возрасте 20–21 года, не подвергавшихся прежде профессиональному воздействию сложных зрительных работ. Регистрацию показателей ВСП проводили непрерывно на протяжении 2,5 ч: непосредственно, перед началом исследования, через 1 ч и через 2,5 ч выполнения зрительных работ. Перед исследованием испытуемых в течение 40 мин адаптировали к условиям освещения, создаваемого светодиодными лампами с цветовой температурой 4000 К или 7900 К. При этом в помещении, изолированном от естественного освещения, на тест-объектах обеспечивалась искус-

ственная освещенность на уровне 180–200 лк. С каждым типом светильников проведено по три серии исследований с участием 4 испытуемых.

Для стандартизации зрительной работы применялись оригинальные тестовые карты в 7-ми модификациях. В экспериментальных условиях моделировалась работа, соответствующая, согласно классификации зрительных задач, разряду зрительных работ IIIa (высокая точность), по действующим ДБН В 2.5-28-2006. Испытуемые выполняли работу с необходимостью поиска и различения тест-объектов на уровне порога различения, при абсолютном отрицательном физическом контрасте объекта различения с фоном ($K = 100\%$). Полученные

Таблица

Показатели ВСП при выполнении тестовых заданий в условиях освещения светодиодами с разной цветовой температурой ($\bar{X} \pm m$)

Показатель ВСП, ед. измерения (физиологическая интерпретация)	Цветовая температура светодиода, К	Длительность воздействия		
		0 ч (I), n = 12	1 ч (II), n = 12	2,5 ч (III), n = 12
mRR, мс (средний уровень функционирования системы кровообращения)	7900	759±28	751±27	789±34
	4000	699±26	721±32	768±33
SDNN, мс ² (суммарный эффект вегетативной регуляции кровообращения)	7900	47,9±4,2	54,8±5,6	81,3±11,9* ($t_p = 2,66$)
	4000	50,5±4,1	57,6±6,7	67,0±7,5 ($t_p = 1,93$)
pNN50, % (активность парасимпатического звена регуляции)	7900	7,19±3,03	9,01±2,44	18,3±5,3 ($t_p = 1,82$)
	4000	4,78±1,07	8,08±2,29	14,2±3,8* ($t_p = 2,39$)
TP, мс ² (суммарная активность регуляторных систем)	7900	2132±334	2997±628	6972±2041
	4000	2479±336	3137±591	4489±1090
VLF, мс ² (активность подкорковых симпатических эрготропных центров и терморегуляции)	7900	913±185	1315±307	2393±709
	4000	931±141	1135±269	1887±539
LF, мс ² (активность барорефлекторного центра продолговатого мозга)	7900	947±111	1341±254	3627±935* ($t_p = 2,85$)
	4000	1211±134	1673±291	2005±314* ($t_p = 2,33$)
HF, мс ² (активность парасимпатического автономного контура регуляции)	7900	272±92	341±109	943±475
	4000	337±110	328±154	596±219
LF/HF (симпато-парасимпатический баланс)	7900	5,37±0,95	4,63±0,44	5,91±0,77
	4000	5,90±1,05	5,51±0,57	4,82±0,84
Mo, мс (наиболее вероятный уровень функционирования CCC)	7900	725±30	744±29	763±39
	4000	675±29	700±35	738±36
AMo, % (показатель централизации вегетативной нейро-гуморальной регуляции)	7900	39,9±2,6	38,5±3,1	28,1±3,2* ($t_p = 2,76$)
	4000	41,6±3,6	37,9±4,6	31,8±2,1* ($t_p = 2,35$)

Примечание. * $p_{I-III} < 0,05$.

данные статистически обработаны с использованием программ Microsoft Office Excel 2007, NCSS/ GESS (2006).

Результаты исследований и их обсуждение

В таблице приведены показатели ВСП в сериях исследований со светодиодными источниками света с цветовой температурой 4000 К и 7900 К перед началом работы, через 1 и 2,5 ч ее выполнения ($\bar{X} \pm m$).

Как видно из представленных в таблице 1 данных, достоверных различий между эффектами влияния зрительной сложной работы на показатели ВСП в зависимости от цветовой температуры светодиодных источников света – 4000 К и 7900 К – не установлено ($p > 0,05$). Однако, по сравнению с исходным состоянием, в обеих группах наблюдались достоверные ($p < 0,05$) изменения и тенденции к изменению ($p < 0,1$) следующих показателей ВСП: SDNN (стандартное отклонение R – R интервалов), рNN50 (число смежных кардиоинтервалов, отличающихся более чем на 50 мсек, в процентном отношении к общему числу кардиоинтервалов за время анализа), LF (мощность спектра в диапазоне частот 0,04–0,15 Гц) и АМо (амплитуда моды).

В частности, в группе, где изучалось влияние светодиодных источников света с цветовой температурой 7900 К, через 2,5 ч отмечалось увеличение суммарной мощности вегетативной регуляции кровообращения (SDNN) на 70 % ($t_p = 2,66$), повышение активности барорефлекторного центра продолговатого мозга (LF) в 3,8 раза. При этом актив-

ность парасимпатического звена регуляции (рNN50) увеличивалась в 2,6 раза, на 30 % снижался показатель централизации управления сердечным ритмом (АМо).

В группе, где оценивали влияние сложной зрительной работы на показатели ВСП в условиях освещения светодиодными источниками света с цветовой температурой 4000 К (желтый цвет), отмечались аналогичные, но менее выраженные (по величине t-критерия Стьюдента) изменения показателей SDNN, LF, АМо и большие – рNN50 ($t_p = 2,39$).

Выводы

1. При выполнении сложных зрительных работ разряда IIIa в условиях освещенности на тест-объекте 180–200 лк, создаваемой светодиодными источниками света с цветовой температурой 4000 К и 7900 К, через 2,5 ч отмечались достоверные изменения показателей ВСП (рNN50, LF, SDNN, АМо) ($p < 0,05$).
2. Изменения показателей ВСП свидетельствует о процессах децентрализации управления сердечным ритмом (снижение АМо на 24–30 %) и повышении активности барорефлекторного центра продолговатого мозга (LF).
3. Для источников света с цветовой температурой 4000 К выявлено достоверное увеличение активности парасимпатического звена регуляции (рNN50); для ламп 7900 К – увеличение суммарного эффекта вегетативной регуляции кровообращения (SDNN).

5. Горбунов В. В. Сердечный ритм летчика – психофизиологический критерий операторской деятельности при моделировании полетных ситуаций / В. В. Горбунов // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 1. – С. 11–16.

6. Анализ variability сердечного ритма и его применение в психотерапии / Р. Х. Лизатуллин, М. Е. Сандомирский, Д. А. Еникеев, А. С. Стоянов // Здоровоохранение Башкортостана. 1998. – № 5 – 6. – С. 136–42.

7. Басанец А. В. Хвороби системи кровообігу при дії професійних факторів / А. В. Басанец, Т. А. Андрущенко // Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2010. – № 2. – С. 71–81.

8. Попов В. В. Variability сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине / В. В. Попов, Л. Н. Фрицше // Актуальні питання клінічної практики. – 2006. – Т. 52, № 2. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.umj.com.ua/article/503/variabelnost-serdechnogo>

Литература

1. Космическая кардиология / В. В. Парин, Р. М. Баевский, Ю. Н. Волков, О. Г. Газенко. – Л.: Мед. – 1967. – 206 с.

2. Баевский Р. М. К проблеме прогнозирования функционального состояния человека в условиях длительного космического полета / Р. М. Баевский // Физиологический журнал СССР. – 1972. – № 6. – С. 819–827.

3. Баевский Р. М. Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2001. – № 3. – С. 106–127.

4. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов, Л. В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2002. – № 24. – С. 65–101. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.vestnik.ru/article.jsp?id=1267>.

ritma-vozmozhnosti-primeneniya-v-fiziologii-i-klinicheskoy-medicine.

9. Калакутский Л. И. Мониторинг параметров вариабельности сердечного ритма в медицине критических состояний / Л. И. Калакутский, Э. С. Манелис // Медицина, фармація.– 2001.– № 14. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.eliman.ru/Lit/01-crit.html>.

10. Снежицкий В. А. Методологические аспекты анализа вариабельности сердечного ритма в клинической практике / В. А. Снежицкий // Медицинские новости.– 2004.– № 9.– С. 37–43.

11. Физиолого-гигиеническая оценка излучения светодиодных источников света (экспериментальные исследования) / В. Г. Мартиросова, В. И. Назаренко, В. М. Сорокин, А. Д. Галинский // Укр. журн. з пробл. медицини праці.– 2011.– № 2.– С. 27–35.

12. Исследование влияния излучения светодиодных источников света на некоторые основные физиологические системы организма человека / В. Г. Мартиросова, В. И. Назаренко, В. М. Сорокин, А. Д. Галинский // Світло-Лух.– 2011.– № 2.– С. 42–47.

Назаренко В. І., Мартиросова В. Г., Алихтин К. О.

ОСОБЛИВОСТІ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ПРИ ВИКОНАННІ СКЛАДНИХ ЗОРОВИХ РОБІТ ЗА УМОВ СВІТЛОДІОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ З КОЛЬОРОВОЮ ТЕМПЕРАТУРОЮ 4000 К І 7900 К

ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

У лабораторному експерименті проведено трикратні дослідження варіабельності серцевого ритму (ВСР) у 4-х здорових волонтерів віком 20–21 рік при виконанні тестових складних зорових робіт при освітленості на тест-об'єктах 180–200 лк, що створювалася світлодіодними лампами з кольоровою температурою 4000 К та 7900 К. В обох серіях досліджень через 2,5 год після початку виконання зорових робіт були відмічені достовірні зміни ВСР, у порівнянні з вихідним станом ($p < 0,05$). Загальний характер змін показників ВСР свідчить про процеси децентралізації управління серцевим ритмом (зниження АМо на 24–30 %), підвищення активності барорефлекторного центру (LF). Для джерел світла з кольоровою температурою 4000 К виявлено підвищення активності парасимпатичної ланки регуляції (pNN50); для ламп 7900 К – збільшення сумарного ефекту вегетативної регуляції кровообігу (SDNN).

Ключові слова: варіабельність серцевого ритму, складна зорова робота, світлодіодні джерела світла, кольорова температура

Nazarenko V. I., Martirosova V. G., Alykhtin K. A.

FEATURES OF HEART RATE VARIABILITY AT FULFILMENT OF COMPLEX VISUAL WORK IN CONDITIONS OF LIGHT-EMITTED DIODES ILLUMINATION WITH COLOR TEMPERATURE 4000 K AND 7900 K

SI «Institute for Occupational Health of AMS of Ukraine»

The study of heart rate variability (HRV) at 4 healthy male volunteers in age 20–21 years was carried out in laboratory experiment at fulfillment of complex visual work at light exposure on tests – objects 180–200 lx created by light-emitted diodes (LED) lamps with color temperature 4000 K and 7900 K. The significant changes of HRV parameters in both series of the study were revealed after 2,5 hours from the start of visual work, in comparison with an initial state ($p < 0,05$). The general character of changes for HRV parameters testifies of decentralization processes for cardiac rhythm control (decrease of АМо on 24–30 %) and an increase of activity for baroreflex center (LF). An increase of an activity for regulation parasymphatic link (pNN50) was revealed for the light-emitted diodes sources of light with the color temperature 4000 K; and an increase of a summary effect for vegetative regulation of blood circulation (SDNN) was characteristic for the light-emitted diodes sources of light with the color temperature 7900 K.

Key words: heart rate variability, complex visual work, light-emitted sources of light, color temperature

Поступила: 06.09.2011 г.

Контактное лицо: Назаренко Василий Иванович, старший научный. сотрудник, лаборатория физических факторов, ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», ул. Саксаганского, 75, Киев, 01033, Украина. Тел.: (44) 289-15-12.