



ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА ПОСЛЕ ИНТЕНСИВНОГО СВЕТОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ У ЗДОРОВЫХ МОЛОДЫХ ЛЮДЕЙ

М.А. Королёва, И.М. Воронин

*Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина, Медицинский институт, Россия, 392000, г. Тамбов, ул. Советская, 93
E-mail: koroleva.marina.tgu@mail.ru*

Показано, что сенсорное воздействие в виде интенсивного света вызывает некоторые изменения в регуляции сердечного ритма, зависящие от конституциональных особенностей организма человека. Направление реакции вегетативной нервной системы зависит от исходного уровня симпатико-парасимпатической активности и типа телосложения, а выраженность реакции вегетативной нервной системы на световое воздействие связана с типом темперамента и хронотипом.

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, интенсивный свет, индивидуальные особенности.

Введение

Не смотря на значительное число работ посвященных воздействию интенсивного света (ИС) на организм человека, исследования по данной теме являются весьма актуальными. В настоящее время ИС применяется при лечении нарушений циркадных ритмов [1; 2], сезонных и несезонных депрессивных состояний [3–5], нарушений настроения, связанных с фазами менструального цикла [6–9] и различных видов нарушений сна [10; 11]. В литературе имеются данные о влиянии ИС на вегетативную регуляцию сердечного ритма (СР), но они малочисленные и противоречивые. В некоторых исследованиях описано, что после светового воздействия наблюдается увеличение симпатических и уменьшение парасимпатических влияний [12; 13], без изменения частоты сердечных сокращений и уровня артериального давления [13], в том числе у лиц, страдающих сезонными аффективными расстройствами [14; 15], в других - замечена активация парасимпатического звена регуляции СР после длительного воздействия ярким светом [15].

Работ, изучающих влияние ИС на вариабельность сердечного ритма (ВСР) здоровых людей с учетом их индивидуальных особенностей, нами не обнаружено.

Целью исследования явилось изучение процессов вегетативной регуляции СР после кратковременного светового воздействия у практически здоровых людей юношеского возраста с учетом их конституциональных особенностей.

Объекты и методы исследования

В исследование включено 115 человек (юноши и девушки) в возрасте от 17 до 24 лет (20.3 ± 1.7). Регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) проводилась с использованием аппаратно-программного комплекса CONAN (НПО «Информатика и компьютеры», Москва) для электрофизиологических исследований, во втором ортогональном отведении по Франку на протяжении 10 мин. Длительность непрерывной записи анализируемого процесса, используемой для оценки ВСР, составляла 5 мин. Перед началом исследования следовал адаптационный период в течении 10 минут. Запись ЭКГ проводилась в исходном состоянии относительного покоя (в положении лежа на спине, при спокойном дыхании), после 30-минутного влияния ИС с преобладанием голубого диапазона спектра в основной группе и после 30-минут спокойного бодрствования в контрольной группе.

Оценка ВСР проводилась с использованием методов временного и спектрального анализа. Изучались следующие показатели: длительность RR интервалов (RR сред., мс), частота сердечных сокращений (ЧСС, уд.мин.), стандартное отклонение (SDNN, мс), квадратный корень из суммы квадратов разности величин последовательных пар интервалов NN (RMSSD, мс), Very Low Frequency (VLF – мощность в % очень низкочастотных компонентов ВСР), Low Frequency (LF – мощность в % низких частот), High Frequency (HF – мощность в % высоких частот) и соотношение LF/HF, характеризующее вегетативный баланс. В качестве источника ИС использовалась лампа «Golite» (Apollo Health, Inc, USA). Лампу располагали на расстоянии 55 см от испытуемого, так чтобы свет попадал на сетчатку под углом 45° и не вызывал неприятных ощущений. Световое воздействие проводили в утренние часы, длительность сеансов составляла 30 минут.

Комплексная оценка конституциональных особенностей студентов, включала определение физиологической (вегетативной) конституции (определение исходного состояния вегетативного равновесия по соотношению LF/HF), морфологической (определение типа телосложения по методике Б. Х. Хит и Дж. Е. Л. Картера, 1968 г. на основе стандартного антропометрического измерения 11 признаков телосложения), психологической конституции (определение типа темперамента с помощью теста Г. Айзенка), а также хронобиологической конституции (хронотип определяли по методике Московченко О.Н., 1999).

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета программ Statistica 6.0 (StatSoft, USA), определяли средние значения анализируемых показателей (M), их стандартное отклонение (SD) и t-критерий Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ среднегрупповых значений и динамики показателей ВСР в основной и контрольной группах, позволил выявить некоторые изменения в механизмах регуляции СР после кратковременного светового воздействия (табл. 1).

После 30 минутного действия ИС в основной группе отмечалось достоверное ($p \leq 0.001$) снижение ЧСС, увеличение SDNN ($p \leq 0,02$) и RMSSD ($p \leq 0.008$). Изменения волновой структуры СР в среднем по выборке было не значительным, несмотря на достоверное увеличение мощности HF частот ($p \leq 0.05$), которое привело к незначительному снижению LF/HF (на 1.5%). Волны в диапазонах VLF и LF существенным образом не менялись.

В контрольной группе несмотря на снижение ЧСС и рост SDNN выраженных изменений спектральных показателей ВСР не обнаружено (см. табл. 1).

Полученные изменения показателей ВСР основной группы не позволили сделать вывод о результатах светового воздействия на механизмы регуляции СР, кроме того было отмечено, что индивидуальные реакции на световое воздействие имели разнонаправленный характер. В тоже время половых различий в реакции ВНС на световое воздействие нами не обнаружено и пол в дальнейшем исследовании не учитывался. В первую очередь обследуемые были разделены на подгруппы в зависимости от значения LF/HF.

В I подгруппу вошли девушки и юноши с исходно преобладающей активностью симпатической регуляции хронотропной функции сердца (10 человек; LF/HF > 1.1 у.е.), во II – испытуемые с исходно выраженным превалированием парасимпатических модулирующих влияний на СР (59 человек; LF/HF < 0.9), в III – со сбалансированным состоянием вегетативного гомеостаза (13 человек; $0.9 < LF/HF < 1.1$ у.е.).

Анализ динамики показателей ВСР под влиянием кратковременного ИС выявил значительные изменения регуляции хронотропной деятельности сердца, во многом зависящие от исходного вегетативного баланса.

Таблица 1

Среднегрупповые показатели ВСР и их динамика в контрольной и основной группах

Исследуемые показатели (M±SD)	Контрольная группа			Основная группа		
	I	II	Δ% I-II	III	VI	Δ% I-II
RR ср, м	835.60±143.00	896.70±116.60	7.3*	848.53±129.84	893.14±135.47	5.3*
ЧСС, уд.мин	70.90±9.10	68.20±8.70	-3.8*	70.80±9.59	66.54±8.92	-6.0*
dRR, мс	294.00±141.20	320.90±140.00	9.15	317.00±132.44	337.13±143.83	6.4
SDNN, мс	49.60±21.10	57.10±22.30	15.1*	55.11±21.41	60.54±24.79	9.9*
RMSSD, мс	49.50±27.40	56.50±27.80	14.1	51.05±25.27	58.87±34.26	15.3*
pNN50,%	29.70±21.30	36.00±21.83	21.2*	32.16±21.44	37.02±20.70	15.1*
VLF,%	17.80±5.50	18.70±4.10	5.1	20.50±5.98	19.78±6.16	-3.6
LF,%	33.90±6.40	34.50±6.10	1.8	34.02±5.28	34.23±6.41	0.6
HF,%	47.80±7.80	46.80±7.90	-2.1	45.30±7.52	46.66±8.44	3.0*
LF/HF	0.74±0.30	0.78±0.3	5.4	0.79±0.24	0.78±0.27	-1.5

Примечание: I – исходное состояние спокойного бодрствования в контрольной группе; II – после 30 минут спокойного бодрствования в контрольной группе; III – исходное состояние спокойного бодрствования в основной группе; VI – после 30 минут светового воздействия; * – достоверность изменений относительно исходного состояния, $p \leq 0.05$.



У испытуемых с исходным преобладанием симпатической регуляции СР после светового воздействия отмечалось достоверное увеличение длительности RR интервалов ($p \leq 0.007$), однако изменения SDNN и RMSSD не имели статистической значимости. Статистически значимое повышение HF волн ($p \leq 0.05$), сопровождающееся достоверным снижением LF% ($p \leq 0.04$), привело к смещению соотношения LF/HF в сторону повышения активности парасимпатической регуляции СР и ослаблении симпатических влияний на СР (динамика LF/HF составила 18.9%, при $p \leq 0.02$) (табл. 2).

У исследуемых с исходным преобладанием парасимпатических влияний, было замечено, что однократное влияние ИС вызывало изменение фоновой регуляции СР в двух направлениях и это зависело от степени ваготонии.

У 25 человек с выраженным преобладанием тонуса парасимпатической нервной системы (отношение LF/HF ≤ 0.6 в группе) происходило усиление активности надсегментарных эрготропных влияний, снижение парасимпатических модуляций на СР, что проявлялось достоверным ($p \leq 0.0001$) увеличением LF, снижением HF компонента спектра ($p \leq 0.0003$). Анализ временных характеристик СР демонстрировал тенденции к снижению ВСР (динамика SDNN составляла 8.8%, при $p \leq 0.1$ и RMSSD 11.5% при $p \leq 0.1$), что также может свидетельствовать об ослаблении тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС). В целом по группе однократное световое воздействие способствовало повышению централизации регуляции СР, что нашло подтверждение в увеличении показателя LF/HF на 38.6% ($p \leq 0.0001$). Результирующей изменений явилось некоторое учащение ЧСС (см. табл. 2).

Таблица 2

Среднегрупповые показатели ВСР после светового воздействия в группах выделенных по исходному вегетативному балансу

Исследуемые показатели (M \pm SD)	Этапы	Выраженные ваготоники	Умеренные ваготоники	Симпатотоники	Нормотоники
RR ср, м	I	886.84 \pm 166.52	875.44 \pm 113.16	768.38 \pm 125.79	818.15 \pm 91.64
	II	853.36 \pm 159.31	933.47 \pm 106.13	845.25 \pm 165.71	829.23 \pm 87.89
	$\Delta\%_{I-II}$	-3.78**	6.63**	10.00***	1.35
ЧСС, уд.мин	I	69.59 \pm 7.62	69.59 \pm 8.90	79.50 \pm 12.51	73.92 \pm 8.85
	II	68.24 \pm 8.51	64.12 \pm 6.90	71.75 \pm 12.94	72.92 \pm 8.86
	$\Delta\%_{I-II}$	3.46**	-7.89***	-9.75***	-1.36
dRR, мс	I	318.40 \pm 111.34	357.06 \pm 159.55	246.25 \pm 91.01	253.08 \pm 59.36
	II	362.00 \pm 165.05	366.76 \pm 139.47	246.25 \pm 107.56	267.69 \pm 83.38
	$\Delta\%_{I-II}$	13.69	2.72	0.00	5.78
SDNN, мс	I	62.96 \pm 25.35	59.00 \pm 23.40	40.13 \pm 14.60	45.77 \pm 10.98
	II	57.44 \pm 20.19	68.53 \pm 25.63	42.63 \pm 20.73	48.08 \pm 15.57
	$\Delta\%_{I-II}$	-8.77*	16.15*	6.23	5.04
RMSSD, мс	I	61.60 \pm 29.08	60.61 \pm 28.51	24.46 \pm 8.86	35.73 \pm 13.91
	II	54.53 \pm 18.97	71.75 \pm 38.40	29.13 \pm 18.26	38.22 \pm 15.76
	$\Delta\%_{I-II}$	-11.49*	18.34*	19.07	6.99
pNN50, %	I	39.88 \pm 18.37	40.11 \pm 22.16	17.56 \pm 6.52	20.00 \pm 17.32
	II	35.55 \pm 17.10	46.44 \pm 17.39	19.41 \pm 4.08	22.01 \pm 16.78
	$\Delta\%_{I-II}$	-10.85**	15.79*	10.53	10.01
VLF, %	I	19.51 \pm 5.29	19.27 \pm 5.28	26.49 \pm 7.83	21.95 \pm 5.86
	II	19.11 \pm 6.41	18.62 \pm 5.64	24.78 \pm 6.67	21.01 \pm 5.55
	$\Delta\%_{I-II}$	-2.07	-3.38	-6.49	-4.28
LF, %	I	30.58 \pm 4.65	33.05 \pm 3.28	41.30 \pm 5.54	38.68 \pm 2.54
	II	38.00 \pm 6.68	29.58 \pm 3.62	37.77 \pm 3.32	36.97 \pm 5.64
	$\Delta\%_{I-II}$	24.23***	-10.50***	-8.55**	-4.41
HF, %	I	49.90 \pm 6.57	47.26 \pm 4.49	32.20 \pm 3.79	39.36 \pm 3.79
	II	45.69 \pm 8.93	51.33 \pm 6.11	37.46 \pm 6.34	42.01 \pm 6.33
	$\Delta\%_{I-II}$	-8.44***	8.60***	16.33**	6.72
LF/HF	I	0.63 \pm 0.15	0.71 \pm 0.12	1.29 \pm 0.19	0.99 \pm 0.07
	II	0.87 \pm 0.26	0.59 \pm 0.13	1.05 \pm 0.29	0.91 \pm 0.25
	$\Delta\%_{I-II}$	38.56***	-16.81***	-18.97***	-7.72

Примечание: до сенсорного воздействия (I); после сенсорного воздействия (II); статистическая достоверность по сравнению с исходным состоянием * – при $p \leq 0.1$; ** – при $p \leq 0.05$; *** – при $p \leq 0.01$.

У других 34 человек, также исходно имевших преобладание тонуса парасимпатической нервной системы, но менее выраженное, чем у описанных выше лиц (LF/HF 0.7–0.9) наблюдалась противоположная картина. После светового воздействия отмечалось достоверное



($p \leq 0.000003$) увеличение HF волн и снижение LF частот ($p \leq 0.0001$), сопровождающиеся значительным снижением LF/HF ($p \leq 0.000001$). Анализ временных показателей демонстрировал тенденции к росту SDNN ($p \leq 0.1$) и RMSSD ($p \leq 0.06$), достоверное повышение длительности RR интервалов ($p \leq 0.00003$) и снижение ЧСС ($p \leq 0.00001$). Описанные изменения показателей ВСП свидетельствовали о повышении активности парасимпатической нервной системы в регуляции СР в данной подгруппе (см. табл. 2).

Из этого следует, что испытуемые с исходно более выраженным ($LF/HF \leq 0.6$) доминированием парасимпатической нервной системы реагировали на световое воздействие активацией симпатической нервной системы, а испытуемые с умеренным преобладанием активности парасимпатической нервной системы ($LF/HF 0.7-0.9$) – еще большим ее усилением. Разнонаправленная динамика показателей ВСП после светового воздействия у лиц с исходным преобладанием парасимпатической нервной системы позволила выявить критическое значение вегетативного баланса, при котором возникает перенапряжение процессов регуляции СР у молодых людей и которое оказывает влияние на особенности реакции ВНС на световое воздействие.

У лиц, имеющих сбалансированный тип регуляции ($LF/HF 0.9-1.1$), достоверных изменений показателей ВСП после светового воздействия не наблюдалось. Практически на уровне значений до светового воздействия сохранялись показатели временной области СР: динамика ЧСС составила 1,4%, SDNN – 5%, RMSSD – 7%. В спектральной области наблюдалась тенденция к повышению мощности HF частот ($p \leq 0.09$), однако мощности LF и VLF частот достоверных величин не достигали (табл.2).

По типу телосложения молодые люди были разделены на три подгруппы. В первую подгруппу вошли испытуемые с эктоморфным типом телосложения (32 человека), вторую составили юноши и девушки эндоморфного соматотипа (23 человека) и в третью подгруппу мы определили исследуемых с мезоморфным типом телосложения (17 человек). Деление исследуемых согласно типам телосложения позволило, выявить достоверные межгрупповые отличия в динамике характеристик СР после светового воздействия.

В группе эктоморфов наблюдалось достоверное увеличение RR ср ($p \leq 0.00001$), RMSSD ($p \leq 0.04$), отмечались тенденции к росту SDNN ($p \leq 0.07$). Статистически значимое снижение LF ($p \leq 0.05$) и повышение HF ($p \leq 0.05$) сопровождалось 8% снижением вегетативного баланса ($p \leq 0.1$), что свидетельствует об увеличении активности парасимпатического звена регуляции СР после светового воздействия (табл. 3).

В группе мезоморфов отмечались тенденции к росту SDNN ($p \leq 0.07$) и RMSSD ($p \leq 0.1$), наблюдалось достоверное снижение ЧСС ($p \leq 0.05$), однако спектральные характеристики статистически значимых значений не достигали (см. табл. 3).

У лиц эндоморфного типа телосложения после действия ИС отмечались снижение длительности RR интервалов ($p \leq 0.00015$), наблюдались тенденции к снижению RMSSD ($p \leq 0.1$), HF волны практически не изменялись. Существенное повышение мощности LF ($p \leq 0.01$) и LF/HF ($p \leq 0.1$) отражали ослабление тонуса парасимпатической нервной системы и повышение активности симпатической регуляции СР после сеанса фототерапии, однако значение LF/HF оставалось в пределах ваготонии (см. табл. 3).

Таблица 3

Среднегрупповые показатели ВСП после светового воздействия в группах выделенных по соматотипу

Исследуемые показатели	Этапы	Эктоморфы (M±SD)	Эндоморфы (M±SD)	Мезоморфы (M±SD)
RR ср., м	I	837.16±109.56	934.96±121.15	810.76±171.05
	II	902.41±116.40	885.43±118.0	843.24±179.5
	Δ% _{I-II}	7.8***	-5.3***	4.0**
ЧСС, уд.мин	I	72.31±8.62	64.74±8.73	71.12±10.49
	II	67.03±8.62	68.61±9.83	68.29±8.94
	Δ% _{I-II}	-7.3***	5.9***	-3.9**
dRR, мс	I	345.63±156.78	322.17±155.91	310.59±107.67
	II	355.0±153.96	290.0±114.61	345.88±136.2
	Δ% _{I-II}	2.7	-9.9	11.4
SDANN, мс	I	59.31±24.16	53.089±20.9	53.65±18.24
	II	66.28±27.55	48.43±16.4	63.76±26.19
	Δ% _{I-II}	11.8*	-8.8	18.9*
RMSSD, мс	I	55.37±31.0	53.32±24.48	47.22±19.13
	II	65.63±38.92	45.95±19.42	61.23±39.55
	Δ% _{I-II}	18.5**	-13.8*	29.7*



Окончание табл. 3

pNN50, %	I	32.84±22.05	35.17±17.6	33.03±25.78
	II	41.87±23.19	28.56±18.74	36.0±17.76
	Δ% _{I-II}	27.5***	-18.8***	8.9
VLF, %	I	20.56±5.23	20.94±6.8	20.58±5.15
	II	20.42±6.79	19.44±4.97	20.23±5.65
	Δ% _{I-II}	-0.7	-7.2	-1.7
LF, %	I	33.98±5.26	34.18±4.63	34.48±6.33
	II	31.69±6.03	38.34±6.3	33.75±5.25
	Δ% _{I-II}	-6.7**	12.2***	-2.1
HF, %	I	45.46±7.88	44.99±7.73	44.93±7.01
	II	47.89±10.39	45.15±6.25	46.02±7.88
	Δ% _{I-II}	5.4**	0.4	2.4
LF/HF, y.e.	I	0.79±0.26	0.79±0.22	0.80±0.27
	II	0.73±0.33	0.87±0.19	0.77±0.23
	Δ% _{I-II}	-7.9*	9.8*	-4.4

Примечание: до сенсорного воздействия (I); после сенсорного воздействия (II); статистическая достоверность по сравнению с исходным состоянием * – при $p \leq 0.1$; ** – при $p \leq 0.05$; *** – при $p \leq 0.01$.

По типу темперамента испытуемые были разделены на четыре подгруппы. В первую подгруппу вошли исследуемые с меланхолическим типом темперамента (18 человек), во вторую – флегматики (8 человек), в третью – холерики (25 человек) и четвертую подгруппу составили молодые люди – сангвиники (27 человек). Достоверных межгрупповых различий по показателям ВСП до начала исследования у лиц разного типа темперамента обнаружено не было. Результаты исследования после светового воздействия представлены в таблице 4.

У «меланхоликов» после светового воздействия отмечалось повышение длительности RR интервалов ($p \leq 0.001$), SDNN ($p \leq 0.04$), и значительный рост RMSSD ($p \leq 0.05$). Снижение ЧСС ($p \leq 0.0003$), мощностей в диапазонах VLF и LF на 5.4% и 3.4% соответственно сопровождалось усилением мощности HF волн на 7.8% при $p \leq 0.03$, что привело к смещению вегетативного баланса в сторону активации парасимпатической нервной системы (динамика соотношения LF/HF составила 9.2% при $p \leq 0.09$).

В группе «флегматики» световое воздействие также вызывало изменение механизмов регуляции СР. Наблюдалось статистически значимое снижение ЧСС в среднем по группе примерно на 8% ($p \leq 0.0006$), повышение общей вариабельности по показателю SDNN (14.1%, $p \leq 0.3$), и RMSSD на 25.5% ($p \leq 0.05$). Перестройка волновой структуры заключалась в повышении мощности VLF и HF частот (8.5% и 1.9% соответственно), снижении мощности LF волн и соотношения LF/HF на 16% ($p \leq 0.2$).

Таблица 4

Среднегрупповые показатели ВСП после светового воздействия в группах выделенных по типу темперамента

Исследуемые показатели	Этапы	Меланхолики (M±SD)	Флегматики (M±SD)	Холерики (M±SD)	Сангвиники (M±SD)
RR ср, м	I	838.72±121.49	869.75±133.67	847.04±122.68	843.26±148.30
	II	885.11±111.80	928.50±143.66	907.52±113.91	900.74±171.92
	Δ% _{I-II}	5.53***	6.75**	7.14***	6.82***
ЧСС, уд.мин	I	72.56±11.16	69.63±8.99	71.80±10.04	69.56±8.82
	II	68.39±9.41	65.25±8.88	66.68±8.56	65.26±8.96
	Δ% _{I-II}	-5.74***	-6.28**	-7.13***	-6.18***
SDNN, мс	I	55.61±20.63	57.50±26.07	54.48±22.98	52.81±19.03
	II	64.33±21.59	65.63±24.86	60.88±24.03	59.11±29.70
	Δ% _{I-II}	21.07**	14.13	11.75*	11.92
RMSSD, мс	I	50.06±27.27	56.51±26.12	51.98±26.69	46.90±22.94
	II	61.72±23.81	70.94±19.32	60.49±28.24	59.91±47.41
	Δ% _{I-II}	23.29**	25.53**	16.37**	27.75**
pNN50, %	I	31.47±22.21	35.06±17.04	31.68±20.45	27.18±12.50
	II	39.09±20.85	44.32±7.10	42.24±19.14	33.65±13.02
	Δ% _{I-II}	24.20**	26.43*	33.32**	23.82**
VLF, %	I	21.62±4.92	17.49±4.74	19.88±6.14	21.58±6.70
	II	20.46±5.99	18.98±5.77	19.57±6.40	19.84±6.65
	Δ% _{I-II}	-5.38	8.52	-1.56	-8.08

Окончание табл. 4

LF, %	I	33.68±5.43	35.16±7.61	33.74±3.66	34.49±5.82
	II	32.58±4.93	32.13±4.26	33.17±6.47	34.71±5.56
	Δ% I-II	-3.27	-8.62	-1.68	0.64
HF, %	I	44.70±7.36	47.67±10.06	45.71±5.43	43.93±8.36
	II	48.19±9.2	48.57±5.71	46.71±7.89	45.45±9.61
	Δ% I-II	7.81**	1.90	2.19	3.47
LF/HF	I	0.79±0.28	0.80±0.36	0.75±0.16	0.83±0.25
	II	0.72±0.30	0.67±0.14	0.75±0.27	0.81±0.26
	Δ% I-II	-9.17*	-16.02	-0.57	-1.70

Примечание: до сенсорного воздействия (I); после сенсорного воздействия (II); статистическая достоверность по сравнению с исходным состоянием * – при $p \leq 0,1$; ** – при $p \leq 0,05$; *** – при $p \leq 0,01$.

В группах «холерики» и «сангвиники» реакция ВНС заключалась в активации парасимпатического звена регуляции СР и сопровождалась следующими изменениями показателей ВСР после действия ИС (см. табл. 4). Наблюдался рост SDNN, RMSSD, pNN50%, HF% и снижение ЧСС, мощности VLF% и LF/HF.

В ходе исследования были также установлены изменения реакции ВНС на световое воздействие в зависимости от хронотипа молодых людей (табл. 5).

Таблица 5

Среднегрупповые показатели ВСР после светового воздействия в группах выделенных по хронотипу

Исследуемые показатели (M±SD)	Этапы	Совы	Жаворонки	Голуби
RR ср, м	I	828.43±128.56	840.61±110.21	850.36±139.05
	II	898.29±147.79	899.89±122.75	903.43±142.84
	Δ% I-II	8.43**	7.05***	6.24***
ЧСС, уд.мин	I	73.43±10.97	72.00±9.47	70.30±9.73
	II	67.86±10.38	67.28±9.65	65.96±8.49
	Δ% I-II	-7.59**	-6.56***	-6.17***
SDNN,мс	I	46.43±16.28	51.67±18.02	56.49±22.51
	II	53.00±14.54	51.33±23.29	66.45±26.13
	Δ% I-II	14.15**	-0.65	17.64***
RMSSD,мс	I	36.44±12.86	46.33±24.80	53.40±26.06
	II	44.04±8.30	47.36±20.09	67.77±38.01
	Δ% I-II	20.87	2.22	26.92***
pNN50,%	I	20.15±15.65	29.23±19.65	33.53±23.03
	II	28.87±12.62	33.64±21.38	41.60±20.10
	Δ% I-II	43.32	15.08*	24.09***
VLF,%	I	22.43±2.96	22.33±7.90	19.81±5.46
	II	19.62±3.78	21.71±6.48	19.18±6.36
	Δ% I-II	-12.54*	-2.78	-3.15
LF,%	I	35.65±3.99	33.38±4.15	34.19±5.74
	II	36.03±6.94	33.85±5.09	32.99±5.60
	Δ% I-II	1.05	1.40	-3.49*
HF,%	I	41.91±4.41	44.28±8.85	45.74±7.21
	II	46.93±6.80	44.44±9.04	47.52±8.42
	Δ% I-II	11.97*	0.35	3.89**
LF/HF	I	0.87±0.18	0.80±0.24	0.78±0.25
	II	0.79±0.24	0.81±0.28	0.73±0.26
	Δ% I-II	-8.7	1.86	-6.11*

Примечание: до сенсорного воздействия (I); после сенсорного воздействия (II); статистическая достоверность по сравнению с исходным состоянием * – при $p \leq 0,1$; ** – при $p \leq 0,05$; *** – при $p \leq 0,01$.

В группах «совы» и «голуби» наблюдалось статистически достоверное ($p \leq 0,05$) повышение показателей RR_{ср}, SDNN, RMSSD, а также достоверное ($p \leq 0,05$) снижение ЧСС, которые свидетельствовали о повышении активности парасимпатической регуляции и ослаблении симпатических влияний на СР. Периодические составляющие в колебаниях СР подтверждали эти



данные. Наблюдалось снижение мощности VLF в среднем у «сов» на 12.5%, при $p \leq 0.1$, а у «голубей» на 3.2%, но достоверных значений в данный показатель не достигает. Световое воздействие способствовало снижению LF компонента у «голубей» на 3.5% при $p \leq 0.06$, у «сов» LF практически не изменялось. Прирост мощности HF составлял в среднем у «сов» 11.9% ($p \leq 0.09$), у «голубей» 3.9% ($p \leq 0.037$), и как следствие снижение величины вегетативного баланса (у «сов» на 8.7%, у «голубей» на 6.1%, при $p \leq 0.067$), что свидетельствовало, об усилении активности парасимпатической регуляции и смещении вегетативного баланса в направлении преобладания тонуса парасимпатической нервной системы. В группе «жаворонки» после светового воздействия отмечалось удлинение RR интервалов (в среднем на 7%, $p \leq 0.002$), незначительное повышение HF (на 0.35%) и LF (на 1.4%) компонентов частотного диапазона, снижение ЧСС (на 6.6%, $p \leq 0.002$) и статистически не достоверное снижение VLF (на 2.8%). Практически не изменялись SDNN и RMSSD (см. табл. 5). В целом группа характеризовалась устойчивым состоянием механизмов регуляции СР после светового сенсорного воздействия.

Полученные нами результаты комплексного исследования влияния ИС на ВСР у молодых людей демонстрируют, что направление и выраженность реакции ВНС на световое воздействие определяется конституциональными особенностями организма человека. В первую очередь реакция ВНС зависит от исходного уровня симпатико-парасимпатической активности. Предъявление ИС группе с исходно повышенной активностью симпатических влияний на СР, так и характеризующейся умеренным парасимпатическим типом вегетативной регуляции вызывало снижение мощности низкочастотной составляющей СР. При этом наиболее выраженное подавление LF, снижение частоты сердцебиений, проявлялось у исследуемых с исходным превалированием симпатической регуляции. Испытуемые с исходно более выраженным ($LF/HF \leq 0.6$) доминированием парасимпатической нервной системы реагировали на световое воздействие активацией симпатической нервной системы. В группе нормотоников после светового воздействия сохранялось исходное состояние механизмов вегетативной регуляции СР, проявляющееся в сбалансированном соотношении между симпатической и парасимпатической нервными системами. Таким образом, световое воздействие оказывало гомеостатическое действие на механизмы регуляции хронотропной функции сердца, снижая напряженность регуляторных процессов, вызванных превалированием одной из систем вегетативного обеспечения ритма сердца. Известно, что изменение физиологического взаимодействия между блуждающим и симпатическими нервами могут являться причиной возникновения различного рода нарушений ритма сердца [16], в связи, чем световое воздействие, влияя на активность ВНС может способствовать большей экономичности и надежности адаптивных реакций организма.

Результаты нашей работы дополняют имеющиеся представления о наличии различий между индивидами разных соматотипов одного возраста и пола [17; 18]. По данным Шалаурова А.В., Кочетовой Н.В., Додоновой Л.П. и др., (1990) [19] существует взаимосвязь между соматотипом и состоянием сердечно-сосудистой системы. Нами выявлены морфологические особенности реакции ВНС на действие ИС. Так, у лиц эктоморфного типа телосложения сеанс фототерапии вызвал изменение механизмов регуляции СР, сопровождающихся повышением вклада парасимпатической нервной системы, а лица эндоморфного типа телосложения характеризовались усилением активности симпатической нервной системы после действия ИС. Группа мезоморфного типа телосложения характеризовалась относительной стабильностью вегетативных механизмов регуляции СР после светового воздействия.

Также, проведенный анализ показал, что у испытуемых всех типов темперамента после светового воздействия снижалась активность симпатической нервной системы и повышался вклад парасимпатической нервной системы в механизм регуляции СР, с наиболее выраженными изменениями показателей ВСР в группах «меланхоликов» и «флегматиков», что вероятно связано с более высокой активацией и более низким порогом раздражения ретикулярной формации у интровертов [20]. Кроме того, полученные данные согласуются с результатами ряда исследователей о взаимосвязи тревожности [21; 22] и типа темперамента [20; 23] со степенью активности симпатической и парасимпатической нервными системами.

Обнаружены и хронобиологические различия после светового воздействия. В группах «совы» и «голуби» после действия ИС наблюдалось смещение вегетативного баланса в направлении преобладания тонуса парасимпатической нервной системы, а в группе «жаворонки» световое воздействие существенных изменений показателей ВСР не вызывало.

Полученные результаты мы объясняем сложными нейрональными связями супрахиазматических ядер (СХЯ) гипоталамуса, получающие световые импульсы через ретиногипоталамический тракт, от сетчатки глаза [24]. Наличие конституциональных различий после светового воздействия, вероятно связано с функциональными особенностями отдельных структур головного мозга вовлеченных в реакцию на действие ИС, в частности, вегетативный ответ определяют исходное состояние ВНС, активность ретикулярной формации и лимбической системы.

Заключение

Полученные данные показывают, что ИС являясь фактором воздействия на вегетативное обеспечение СР, может стать немедикаментозным методом оптимизации деятельности сердечно-сосудистой системы лиц юношеского возраста. Кроме того, результаты исследования позволяют разработать подход к прогнозированию и коррекции функционального состояния организма человека с помощью ИС от эффектов влияния негативных факторов, сопутствующих сменному труду в различных отраслях производств, в клинической практике для терапии депрессивных состояний различного генеза, а также стать базой для практических рекомендаций по сменной работе.

Список литературы:

1. Boivin D.B., Duffy J.F., Kronauer R.E., Czeisler C.A. Sensitivity of the human circadian pacemaker to moderately bright light // *J Biol Rhythms*. – 1994 Winter. – № 9 (3-4). – Pp. 315–331.
2. Czeisler C.A., Kronauer R.E., Mooney J.J., Anderson J.L., Allan J.S. Biologic rhythm disorders, depression, and phototherapy // A new hypothesis. *Psychiatr Clin North Am.* – 1987 Dec. – №10 (4). – Pp. 687–709.
3. Graw, P., Krauchi K. Wirz-Justice A, a. o. Diurnal variation of symptoms in seasonal affective disorder // *Psychiatry Research*. – 1991. – Vol. 37. – Pp. 105–111
4. Lewy A.J., Sack R.L., Singer C.M. Melatonin, light and chronobiological disorders // *Ciba Found Symp.* – 1985. – N 117. – Pp. 231–252.
5. Tuunainen A, Kripke D.F., Endo T. Light therapy for non-seasonal depression // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2004. – N 2.
6. Parry B.L., Mahan A.M., Mostofi N. a. o. Light therapy of late luteal phase dysphoric disorder: an extended study // *Am J Psychiatry*. – 1993. – vol. 150. – N 9. – Pp. 1417–1419.
7. Parry B.L., Rosenthal N.E., Tamarkin L., Wehr T.A. Treatment of a patient with seasonal premenstrual syndrome // *Amer. J. Psychiatr.* – 1987. – Vol. 144. – Pp. 762–766.
8. Parry B.L., Berga S.L., Mostofi N., Klauber M.R., Resnick A. Plasma melatonin circadian rhythms during the menstrual cycle and after light therapy in premenstrual dysphoric disorder and normal control subjects. // *J Biol Rhythms*. – 1997 Feb. – N 12(1). – Pp. 47–64.
9. Rex K.M., Kripke D. F., Cole R.G. // *Sleep Research*. – 1995. – №24A. – P. 537.
10. Klerman E.B., Duffy J.F., Kronauer R.E. Altered phase resetting characteristics in the elderly // *Sleep Research*. – 1995. – №24a. – Pp. 518.
11. Kobayashi R., Kohsaka M., Fukuda N. // *Sleep Research*. – 1995. – N 24 a. – P. 519.
12. Nijima A., Nagai K., Nakagawa Y.J. // *Autonom Nerv Syst.* – 1992. – N 40. – Pp. 155–160.
13. Saito Y., Mishima K., Shimizu T. a.o. // *Sleep Research*. – 1995. – Vol. 24a. – Pp. 541.
14. Нешумова Т.В., Даниленко К.В., Путилов А.А. Особенности реакции сердечно-сосудистой системы при сезонном аффективном расстройстве и светолечении // *Физиология человека*. – 1994. – Т. 20. – №3. – С.83–88.
15. Reclin T, Weis M, Schneider K, Zimmermann U, Kaschka W.P., Does bright-light therapy influence autonomic heart-rate parameters? // *J Affect Disord.* – 1995. – Vol. 34. – N 2.
16. Кицышин В.П., Шустов С.Б., Яковлев В.А. Нарушение ритма сердца по данным суточного мониторинга: теоретические и практические аспекты // *Хронобиология и хрономедицина под ред. Ф.И. Комарова*. – М.: Триада-Х, 2000. – С. 459–481.
17. Клиорин А.И., Чтецов В.П. Биологические проблемы учения о конституциях человека. – Л: Наука, 1979. – 164 с.
18. Хрисанфова Е.Н. Конституция и биохимическая индивидуальность человека. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 153 с.;
19. Шалауров А.В., Кочетова Н.В., Додонова Л.П. и др. Соматотип и основные показатели деятельности сердечно-сосудистой системы // *Новости спорт. и мед. антропологии*. – 1990. – Вып. 1. – с. 163.
20. Прокопенко Н.А. Эмоции и вариабельность сердечного ритма: индивидуально-типологические особенности женщин разного возраста // *Проблемы старения и долголетия*. – 2006. – № 2. – С. 176–183.
21. Данилова Н.Н. Стрессоустойчивость как индивидуальная особенность // *I Международная конференция памяти А.Р. Лурия / Сборник докладов под ред. Е.Д. Хомской, Т.В. Ахутиной*. – Москва. – 1998. – С. 177–192.
22. Макаренко Н.В., Лизогуб В.С., Юхименко Л.И. Реакции вегетативной нервной системы студентов с различными свойствами высшей нервной деятельности в ситуации экзаменационного стресса // *Физиология человека*. – 2006. – Т. 32. – № 3. – С. 136–138.
23. Ушакова Е.Г., Нидеккер И.Г. Волновая структура ритма сердца интровертов и экстравертов с различным уровнем нейротизма // *Психологический журнал*. – 1997. – Т. 18. – № 4. – С. 91–95.
24. Заморский И.И., Пишак В.П. Функциональная организация фотопериодической системы головного мозга // *Успехи физиологических наук*. – 2003. Т. 34. – №4. – С. 37–53.



ASSESSMENT OF THE AUTONOMIC REGULATION OF HEART RATE AFTER INTENSE LIGHT EXPOSURE IN HEALTHY YOUNG PEOPLE

M.A. Koroleva, I.M. Voronin

*Medical Institute, G.R. Derzhavin
Tambov State University, Sovetskaya
St, 93, Tambov, 392000, Russia
E-mail: koroleva.marina.tgu@mail.ru*

It has been shown that sensory effects in the form of intense light causes some changes in the regulation of heart rate, depending on the constitutional features of the human body. Direction of the reaction of the autonomic nervous system depends on the initial level of sympathetic-parasympathetic activity and body type, and severity of the reaction of the autonomic nervous system to light exposure related to the type of temperament and chronotype.

Key words: heart rate variability, intense light, the individual features.