

Е. А. Мירוнова, Е. М. О. Корниенко

**ПОКАЗАТЕЛИ СВЕТОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СЕТЧАТКИ В
УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРЕССОРНОГО ФАКТОРА И ИХ СВЯЗЬ С
ИЗМЕНЕНИЕМ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ КРОВИ**

Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. Д.А. Александров

Кафедра нормальной физиологии,

Белорусский государственный университет г. Минск

L. A. Mironava, E. M. O. Kornienko

**INDICATORS OF RETINA LIGHT SENSITIVITY UNDER THE
CONDITIONS OF INFLUENCE OF A STRESSOR AND THEIR RELATION TO
CHANGE OF ARTERIAL BLOOD PRESSURE**

Tutor: Associate Professor D.A. Alexandrov

Department of Normal Physiology,

Belarusian State Medical University, Minsk

Резюме. В статье показаны данные оценки порогов световой чувствительности центральных областей поля зрения (СЧ ЦОПЗ) и показатели артериального давления (АД) крови в покое, при воздействии стресс-фактора и после периода восстановления. Отмечалось наличие определенной корреляционной связи между показателями СЧ ЦОПЗ и АД в различных испытуемых группах. Обсуждаются различные регуляторные механизмы при действии возмущающих факторов.

Ключевые слова: световая чувствительность, артериальное давление, холодовая проба, период восстановления.

Resume. The article shows the data for assessing the limits of light sensitivity of the Central areas of the field of vision and blood pressure indicators quiet, under the influence of a stress factor and after the recovery period. There was a certain correlation between the indicators of the central areas of the field of vision and blood pressure in different test groups it was noted. Various regulatory mechanisms under the influence of disturbing factors are discussed.

Keyword: light sensitivity, blood pressure, cold test, recovery.

Актуальность. Зачастую даже предпринимая все меры для защиты не удается полностью исключить его воздействие на наш организм, особенно на наиболее доступные для охлаждения поверхности лица и дистальных отделов верхних и нижних конечностей. Это приводит к активации периферических холодовых терморепто-рови вызывает неспецифическую адаптационную стресс-реакцию [2]. Сердечно-сосудистая система (ССС) функционально тесно связана с центром терморегуляции, нередко выступая в качестве его эффектора. При этом дисрегуляция сосудистого тонуса может приводить к нарушению как системного, так и местного кровотока, в том числе к нарушению кровотока в сосудах глаза с последующим развитием дисметаболических процессов в его тканях. Данные (пато)физиологические процессы могут приводить к развитию морфологических и функциональных нарушений. На ранних этапах, при минимальных функциональных нарушениях ССС их выявление может быть весьма затруднено. Учитывая высокую распространённость болезней ССС, в т.ч. ее малых аномалий развития (заболеваемость ССС составила 17,6% от общей заболеваемости населения за 2018 год), поиск функциональных показателей, отражающих ранние признаки нарушения кровотока в сосудах сетчатки является актуальной задачей [3].

Цель: оценить показатели световой чувствительности (СЧ) центральной области поля зрения (ЦОПЗ) и их изменение в периоды воздействия стресс-фактора и восстановления после него, а также их связь с изменениями системного артериального давления.

Задачи:

1. Охарактеризовать показатели артериального давления (АД) в покое, при воздействии стрессорного фактора и после периода восстановления.
2. Охарактеризовать показатели СЧ ЦОПЗ в покое, при воздействии стрессорного фактора и после периода восстановления.
3. Оценить степень взаимосвязи изменений показателей СЧ ЦОПЗ и АД в покое, при воздействии стрессорного фактора и после периода восстановления.

Материал и методы. Было обследовано 26 человек в возрасте от 17 до 24, средний возраст составил $20 \pm 1,77$ лет (обследовано 26 правых глаз). В качестве стрессорного фактора использовалась холодовая проба (ХП). Испытуемые были разделены на 3 группы в зависимости от наличия в анамнезе аномалий развития и заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССЗ) и с учетом образа жизни: практически здоровые (№1), курящие (№2) и с наличием в анамнезе ССЗ (№3). Для определения порогов СЧ выполнялась статическая компьютерная периметрия с использованием программы Lines, разработанной на кафедре нормальной физиологии БГМУ под руководством проф. Кубарко А.И. Для анализа порогов СЧ ЦОПЗ была разделена на 14 полей в соответствии с особенностями кровоснабжения сетчатки: 1 – вся область поля зрения, 2 – верхний назальный квадрант, 3 – верхний темпоральный квадрант, 4 – нижний темпоральный квадрант, 5 – нижний назальный квадрант, 6 – центральная область, 7 – периферическая область, 8 – макула, 9 – зеркальное отражение перипапиллярной области (ПО), 10 – ПО, 11 – супратемпоральная часть ПО, 12 – инфратемпоральная часть ПО, 13 – область проекции верхней ветви центральной артерии сетчатки (ЦАС), 14 – область проекции нижней ветви ЦАС. Анализировались показатели систолического ($АД_{\text{сист}}$), диастолического ($АД_{\text{диаст}}$) и пульсового ($АД_{\text{пульс}}$) артериального давления, измеренного по общепринятой методике. Перед исследованием проводилась 20-минутная темновая адаптация. Исследование проходило в 3 этапа: 1-й – в покое (контрольное исследование), 2-й – в процессе выполнения ХП, 3-й – после окончания 6 мин. периода восстановления. Полученные результаты обработаны с использованием программ Microsoft Excel 2016, статистический анализ проводился с использованием пакета прикладных программ Statistica 7.0.

Результаты и их обсуждение. Как видно $АД_{\text{сист}}$, $АД_{\text{диаст}}$, $АД_{\text{пульс}}$ были исходно меньшими у испытуемых, имеющих ССЗ в анамнезе, по сравнению с испытуемыми 1-й и 2-й групп (рисунок 1). При этом воздействие стресс-фактора в виде ХП вызывало закономерное повышение системного АД у испытуемых.

Наибольший прирост $АД_{\text{сист}}$ и $АД_{\text{диаст}}$ отмечался у испытуемых в группе №3 ($АД_{\text{сист}}$ увеличилось на 10,2%, $АД_{\text{диаст}}$ – на 12,4% контрольных значений). Наибольший подъем $АД_{\text{пульс}}$ был отмечен в группе №2 – +7,8%. При этом в группе №2 $АД_{\text{сист}}$ и $АД_{\text{диаст}}$ прирастали более выражено, чем в группе №1. Данный факт может быть обусловлен негативным влиянием курения на регуляцию функций ССС. После периода 6-мин восстановления наблюдался разнонаправленный ответ ССС. В группах

№1 и 3 значения АД снизились по отношению ко 2-му этапу, практически вернувшись контрольным значениям, за исключением АД_{пульс}. У испытуемых группы №2 отмечалось избыточное снижение АД_{сист} и АД_{пульс} до более низких значений, чем в 1-м этапе.

	АД _{сист}	АД _{диаст}	АД _{пульс}	АД _{сист}	АД _{диаст}	АД _{пульс}	АД _{сист}	АД _{диаст}	АД _{пульс}
1 этап	115,80	75,90	45,00	117	70,9	46,1	108,00	69,00	39,00
2 этап	124,50	77,20	47,30	128,2	78,2	50	120,33	78,50	41,83
3 этап	116,30	68,80	47,50	113,2	69,3	43,9	111,33	69,00	42,33
	Практически здоровые			Курящие			ССЗ		

Рис.1 – Средние значения артериального давления у испытуемых

Во всех исследуемых группах на 1-м и 2-м этапах исследования наблюдались общие тенденции в характере изменений порогов СЧ. Пороги СЧ снижались от областей проекции крупный сосудов к области проекции макулы. В области проекции макулы (поле 8) были выявлены закономерно наилучшие результаты СЧ. При проведении ХП значения порогов СЧ в целом снижались по сравнению с контрольным исследованием (рисунок 3). Тем не менее, в группе №1 имелись участки повышения порогов СЧ, что может свидетельствовать о локальных нарушениях условий обеспечения метаболизма фоторецепторов сетчатки, возможно, за счет локального сегментарного спазма сосудов – ветвей ЦАС [1]. Обращает на себя внимание выраженная мозаичность рисунка с увеличением порогов СЧ в отдельных участках ЦОПЗ.

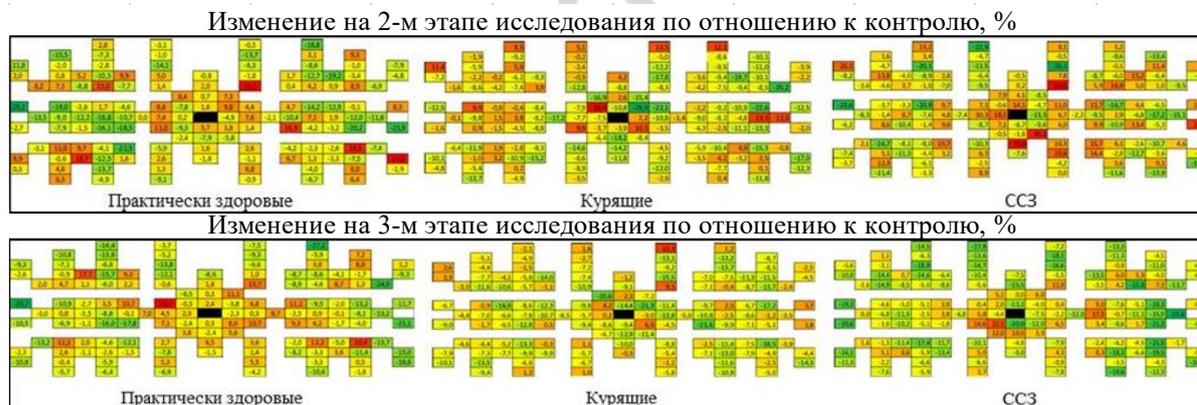


Рис.3 – Изменение величины порогов СЧ ЦОПЗ на 2-м и 3-м этапе исследования, %

После периода восстановления пороги СЧ не вернулись к исходным значениям, полученным во время 1-ого этапа исследования. В группах №1 и 2 показатели СЧ приближались к контрольным значениям в разной степени, как не достигая исходных значений, так и становясь более низкими. В группе №3 пороги СЧ в большинстве случаев уменьшились в сравнении с данными 1-ого этапа (рисунок 3).

По результатам статистического анализа была выявлена определенная корреляционная связь (КС) между порогами СЧ и значениями системного давления крови.

На 1-м этапе выявлялась сильная достоверная положительная КС между величинами порогов СЧ и АД_{пульс} (рисунок 4). В то же время между показателем АД_{диаст} и величиной порогов СЧ отмечалась отрицательная КС разной силы, что может указывать на относительно высокую степень автономности регуляции кровотока в сосудах заднего полюса глаза. При проведении ХП наблюдалось, что в поле №12 (ин-

фратемпоральная часть ПО) при повышении системного АД улучшалась СЧ сетчатки. В остальных исследуемых областях КС между АД_{сист}, АД_{диаст} и порогами СЧ была как правило слабой, что дает нам основание предположить, что во время реализации стресс-реакции на локальное холодовое воздействие повышается роль местной регуляции кровотока в сосудах глаза. После периода восстановления КС между АД_{диаст} и порогами СЧ вновь менялась на сильную положительную.

Практически здоровые														
Этап 1														
* P<0.05	Поле													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
АД _{сист}	0,379	0,384	0,379	*0,73	0,161	0,112	0,391	0,553	0,432	*0,66	0,348	*0,84	0,134	-0,133
АД _{диаст}	-0,317	-0,415	-0,286	-0,177	-0,292	-0,201	-0,201	-0,292	-0,408	-0,06	-0,018	0,067	-0,14	-0,018
АД _{пульс}	*0,524	*0,79	*0,901	0,366	*0,881	*0,921	*0,87	*0,853	*0,832	*0,846	0,599	*0,739	0,278	*0,661
Этап 2														
АД _{сист}	0,225	0,444	0,371	-0,049	0,061	0,116	0,225	0,17	0,201	0,28	0,541	-0,426	0,383	0,231
АД _{диаст}	0,292	0,415	0,426	0,054	0,104	0,132	0,293	0,372	0,165	0,445	0,701	*0,159	0,339	0,146
АД _{пульс}	-0,061	0,231	-0,036	-0,085	-0,012	-0,036	-0,061	-0,219	0,17	-0,267	-0,146	-0,401	0,134	0,122
Этап 3														
АД _{сист}	0,091	0,055	0,236	0,103	0,37	0,297	0,091	0,552	0,091	0,358	0,309	0,152	0,164	0,091
АД _{диаст}	*0,713	*0,978	*0,747	*0,64	0,384	0,506	*0,781	0,274	*0,64	0,53	*0,689	0,305	*0,758	*0,713
АД _{пульс}	0,116	0,067	0,255	0,128	0,383	0,286	0,116	0,541	0,103	0,395	0,328	0,195	0,182	0,116

Рис. 4 – Матрица корреляционных связей величин порогов СЧ и значений АД в группе №1 (контрольная группа)

Во 2-й группе, как и у испытуемых 1-й группы, на 1-м этапе наблюдалось преобладание отрицательных КС преимущественно средней силы между АД_{диаст} и порогами СЧ, а также положительных КС средней и низкой силы между АД_{сист}, АД_{пульс} и порогами СЧ (рисунок 5). При проведении ХП между АД_{диаст} и порогами СЧ КС оставалась отрицательной в полях №10-13 (проекция крупных сосудов) и приняла вид слабой положительной связи в остальных полях. Данный факт может указывать на то, что у курящих испытуемых действие стрессора приводит к повышению периферического сопротивления в сосудах сетчатки с большей степенью подчиненности локального кровотока глаза системным регуляторным влияниям

Курящие														
Этап 1														
* P<0.05	Поле													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
АД _{сист}	0,25	0,317	0,384	0,28	0,238	0,268	0,293	0,207	0,268	0,396	0,494	0,5	0,378	0,171
АД _{диаст}	-0,377	-0,328	-0,407	-0,292	-0,419	-0,334	-0,444	-0,474	-0,334	-0,384	-0,311	-0,298	-0,389	-0,426
АД _{пульс}	0,395	0,48	0,571	0,365	0,371	0,34	0,492	0,498	0,34	*0,699	*0,693	0,626	0,59	0,371
Этап 2														
АД _{сист}	0,598	0,701	*0,604	0,543	0,616	0,543	*0,682	0,391	*0,652	0,5	0,628	0,47	0,549	0,47
АД _{диаст}	0,103	0,152	-0,043	0,061	0,067	0,061	0,164	0,067	0,195	-0,359	-0,213	-0,292	-0,201	0,158
АД _{пульс}	0,401	0,462	0,48	0,365	0,48	0,365	0,426	0,389	0,407	0,596	*0,632	0,529	0,529	0,231
Этап 3														
АД _{сист}	0,152	0,127	0,297	-0,055	-0,03	0,139	0,261	0,055	0,176	0,224	0,2	0,127	0,467	-0,164
АД _{диаст}	-0,176	-0,103	-0,212	-0,491	-0,236	-0,2	-0,152	-0,285	-0,164	-0,333	-0,164	-0,6	-0,055	-0,309
АД _{пульс}	0,104	0,031	0,264	0,178	-0,031	0,141	0,215	0,067	0,166	0,301	0,155	0,374	0,276	-0,067

Рис.5.– Матрица корреляционных связей величин порогов СЧ и значений АД в группе №2 (курящие испытуемые)

Несмотря на сходство в характере КС между показателями системного АД и порогами СЧ ЦОПЗ на 1-ом этапе, при выполнении ХП и после 6-минутного восстановительного периода показатели КС у испытуемых с ССЗ выражено отличались от подобных у практически здоровых и у курящих испытуемых (рисунок 6). На 2-м и 3-м этапе у испытуемых 3-й группы в полях № 8 (проекция макулы), №14 (проекция нижней ветви ЦАС) установилась средней силы и сильная отрицательная связь между величинами АД крови и порогами СЧ. При этом величина положительной КС в остальных полях снизилась или стала отрицательной после периода восстановления. Представленные данные могут свидетельствовать о перестройке регуляторных механизмов у испытуемых с ССЗ на оперативную компенсацию гемодинамических расстройств при действии возмущающих факторов, что также подтверждается в исследованиях других авторов [4].

ССЗ														
Этап 1														
	Поле													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
АД _{сист}	0.429	0.486	0.6	0.429	0.486	0.314	0.429	0.429	0.2	0.429	0.429	0.429	0.543	0.371
АД _{диаст}	-0.406	-0.116	-0.116	-0.406	-0.116	-0.058	-0.406	-0.058	-0.638	-0.058	0.203	-0.406	-0.029	-0.319
АД _{пульс}	0.714	0.657	0.829	0.714	0.657	0.486	0.714	0.657	0.6	0.771	0.429	0.14	0.543	0.6
Этап 2														
АД _{сист}	0.029	0.029	-0.086	0.086	0.086	0.086	0.029	0.357	0.086	0.357	0.486	0.086	0.086	0.371
АД _{диаст}	-0.771	-0.711	-0.829	-0.886	-0.886	-0.886	-0.771	-0.714	-0.714	-0.714	-0.6	-0.886	-0.829	-0.029
АД _{пульс}	0.314	0.314	0.142	0.314	0.029	0.314	0.314	-0.257	0.257	0.2	-0.029	0.314	0.142	0.371
Этап 3														
АД _{сист}	-0.086	-0.086	-0.086	-0.257	-0.086	-0.257	-0.086	-0.371	-0.086	0.143	0.143	0.143	-0.086	-0.257
АД _{диаст}	0.429	0.429	0.429	-0.6	0.429	-0.6	0.429	0.657	0.429	0.029	0.029	0.029	0.429	-0.6
АД _{пульс}	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	-0.06	0.029	-0.058	-0.332	-0.332	-0.332	-0.058	-0.058

Рис.6 – Матрица корреляционных связей величин порогов СЧ и значений АД в группе №3 (испытуемых, имеющих ССЗ в анамнезе)

Выводы:

1. Воздействие стрессорного фактора вызывает повышение системного АД, при этом наиболее выраженный прирост АД_{сист} и АД_{диаст} наблюдается у испытуемых, имеющих ССЗ в анамнезе, в то время как наиболее выраженное увеличение АД_{пульс} отмечалось у курящих испытуемых. После 6-минутного периода восстановления наиболее выраженное снижение системного АД отмечалось у испытуемых, имеющих ССЗ в анамнезе, что может указывать на перенапряжение и некоторый дисбаланс в механизмах регуляции функций ССС у испытуемых данной группы.

2. Во время локального холодового воздействия пороги СЧ ЦОПЗ изменялись схожим образом (как правило, снижались) у испытуемых всех трех групп. При этом как в контрольном исследовании, так и при выполнении ХП пороги СЧ снижались по направлению от области проекции ветвей ЦАС к области проекции макулы. Период восстановления 6 минут оказался не достаточным для полноценного возврата к исходным показателям функционирования сетчатки у испытуемых, имевших в анамнезе ССЗ.

3. Во всех исследуемых группах при выполнении контрольного исследования был выявлен феномен снижения порогов СЧ ЦОПЗ при повышении АД_{диаст}. При этом у испытуемых группы №3 наблюдаются выраженные отличия в изменении функционального состояния зрительной системы как при локальном холодовом воздействии, так и в процессе восстановления после его прекращения, что может быть обусловлено особенностями перестройки регуляторных механизмов с увеличением значения системных механизмов регуляции и степени их напряжения у данной группы испытуемых.

Литература

1. Александров, Д.А. Изменение порогов световой чувствительности зрительной системы в условиях локального температурного воздействия и ее зависимость от состояния системного кровотока / Д.А. Александров, А.И. Кубарко // Медицинский журнал. – 2008. – №1. – С.18 - 21.
2. Бочаров, М. И. Терморегуляция организма при холодовых воздействиях / Бочаров М. И // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. – 2015. – №1. – С.5-15.
3. Здравоохранение в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: офиц. стат. сб. за 2018 г. – Минск: ГУ РНПЦ МТ, 2019 – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/letter/%D0%97%D0%B4%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5.pdf> (дата обращения: 14.04.20).
4. Сиротин, Б.З. Микроциркуляция при сердечно-сосудистых заболеваниях. / Б.З. Сиротин, К.В. Жмеренцкий // Хабаровск: Изд-во ДВГМУ, 2008. – С. 56.