

Д. С. Третьяков, О. П. Обухович

ВЛИЯНИЕ ГИПЕРКАПНИИ И ГИПЕРОКСИИ НА КОНТРАСТНО-ЦВЕТОВУЮ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЗРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Научный руководитель: асп. А. А. Анисимов,

Кафедра нормальной физиологии,

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Резюме. Данная работа содержит результаты комплексного исследования изменения контрастно-цветовой чувствительности (КЦЧ) в зависимости от газового состава вдыхаемого воздуха. Выявлено, что характер ответа сосудов сетчатки, их реактивность и адаптационные возможности можно определить по изменению порогов КЦЧ.

Ключевые слова: контрастно-цветовая чувствительность, гиперкапния, гипероксия.

D. S. Tretyakov, O. P. Obuhovich

INFLUENCE OF HYPERCAPNY AND HYPEROXY ON THE CONTRAST-COLOR SENSITIVITY OF THE VISUAL SYSTEM

Tutors: aspirant A. A. Anisimov

Department of Normal Physiology

Belarusian State Medical University, Minsk

Resume. This research work contains the results of a complex study of changes in contrast-color sensitivity (CCS) depending on the gas composition of the inhaled air. It was revealed that the characteristics of the retinal vessels, their reactivity and adaptive capabilities can be determined from the change in the thresholds of the CCS.

Keywords: contrast-color sensitivity, hypercapnia, hyperoxia.

Актуальность. В современной медицине для диагностики многих заболеваний – атеросклероза, инсульта широко используются биомаркеры. Изменение морфометрических параметров сосудов сетчатки часто является ранним признаком нарушений гемодинамики в сосудах мозга, увеличения риска развития ишемии и инсультов [2]. По данным литературных источников, между состоянием кровотока в макро- и микроциркуляторном русле и функцией клеток существует прямая взаимосвязь [1]. Таким образом, морфометрические параметры сосудов сетчатки и ее гемодинамика имеют определяющее значение в осуществлении её зрительных функций, что дает основание предположить возможность изменения контрастно-цветовой чувствительности (КЦЧ) сетчатки при изменении ее кровоснабжения. Учитывая вышеизложенное, можно предположить, что реакция сосудов сетчатки в условиях гиперкапнии, определяемая при измерении порогов КЦЧ, может являться новым, доступным и безопасным для здоровья пациента биомаркером.

Цель: установить характер изменения КЦЧ в условиях гиперкапнии и гипероксии у испытуемых, не имеющих сосудистой патологии.

Материал и методы. Пороги КЦЧ были определены у 32 здоровых студентов БГМУ (средний возраст [\pm SD] 19,05 \pm 2,56 года). Критериями исключения являлись наличие сосудистых заболеваний и нарушение зрения. Гипер-

капния моделировалась посредством вдыхания атмосферного воздуха, содержащего 2% и 6% CO₂. Гиперкапния и гипероксия достигалась путем вдыхания смеси, близкой по составу к карбогену, следующего состава: 6% CO₂ и 94% O₂, полученную с использованием концентратора кислорода.

Измерение порогов КЦЧ осуществлялось методом кампиметрии в программе Lines после 20 минутного периода адаптации испытуемых к темноте в условиях полного физического и психологического комфорта в защищенном от посторонних воздействий шумо- и светоизолированном помещении [1]. Исследование состоит из двух частей. Каждая из частей исследования проводилась в 3 этапа с 10-минутными интервалами между ними: тренировочное тестирование; тестирование при вдыхании атмосферного воздуха (контроль); тестирование при вдыхании газовой смеси (опыт). Перед каждым этапом проводилось измерение скорости сенсомоторной реакции. Между этапами контролировался состав выдыхаемого альвеолярного воздуха.

Результаты и их обсуждение. Развитие состояния гиперкапнии, а также гиперкапнии и гипероксии одновременно, вызывает достоверное изменение КЦЧ. Однако выраженность и направленность изменений не всегда однозначна (таблица 1), что может являться следствием различных соотношений во влиянии на кровоток и метаболизм нейронов сетчатки факторов их регуляции.

Таблица 1. Результаты исследования КЦЧ

Группа испытуемых	Область	Характер изменения КЦЧ (% испытуемых)	Порог КЦЧ (контроль)	Порог КЦЧ (опыт)	Разница ('контроль' - 'опыт')	p
Часть 1 Группа 1 (2% CO ₂)	Макула	↑16,7*	29,0	28,2	0,8	-
		↓83,3	25,1±1,95	26,0±2,1	-0,9±0,5	0,0038
	Поле за вычетом	↑40,0	27,9±2,8	27,5±2,7	0,4±0,15	0,0138
		↓50,0	25,9±2,0	27,1±2,0	-1,1±0,7	0,0145
		= 10,0*	23	23	0	-
Группа 2 (6% CO ₂)	Макула	↑10,0	25,4	25,2	0,2	0,0003
		↓90,0	27,1±1,6	28,4±1,8	-1,2±0,9	0,0111
	Поле за вычетом	↑40,0	28,9±2,2	28,3±2,0	0,6±0,2	0,0193
		↓60,0	27,2±1,2	28,7±1,2	-1,5±1,0	0,0145
Часть 2 Группа 1 (карбоген)	Макула	↑20,0*	26,4	25,5	0,9	-
		↓80,0	25,2±1,6	26,7±1,9	-1,5±0,9	0,0028

	Поле за вычетом	↑0,0	-	-	-	-
		↓100,0	24,1±1,8	25,6±2,5	-1,53±1,3	0,0055

Примечание – 1 ↑- улучшение КЦЧ; 2 ↓ - ухудшение КЦЧ; 3 = КЦЧ без изменений; 4 * - различия не достоверны.

В норме в области макулы в подавляющем большинстве случаев регистрировалось выраженное ухудшение КЦЧ, в то время как в периферической области поля зрения частота встречаемости улучшений и ухудшений примерно одинакова, что может быть связано с нахождением в области макулы бессосудистой зоны (FAZ), которая получает питание только из хориоидальной оболочки [3].

При использовании смеси, содержащей 6 % CO₂, ухудшения более выражены и встречаются чаще. Таким образом, направленность и степень выраженности изменения КЦЧ зависит от глубины гиперкапнии и различается в различных областях поля зрения, что может быть связано с особенностями анатомической структуры и различием механизмов регуляции кровотока в сосудистых системах.

При вдыхании карбогена в периферической области у всех 100% испытуемых наблюдалось ухудшение КЦЧ, сопоставимое по величине с ухудшением, наблюдавшимся у испытуемых, использовавших смесь с 6% CO₂, что может быть обусловлено большим влиянием метаболической регуляции в данной области и подавлением сосудорасширяющего действия углекислого газа кислородом.

В области макулы при вдыхании карбогена улучшения КЦЧ регистрировались чаще и были более выраженными, чем при вдыхании смеси с 6% CO₂, что можно объяснить интенсификацией кровотока в них под действием углекислого газа и повышением обеспечения кислородом фоторецепторов [4].

Заключение. Полученные результаты, согласуемые с данными литературы, позволяют считать реакцию сосудов сетчатки в условиях гиперкапнии, определяемую при измерении порогов КЦЧ, перспективным биомаркером ранней сосудистой патологии, при помощи которого можно оценить состояние сосудов сетчатки, их реактивность, и адаптационные возможности.

Информация о внедрении результатов исследования. По результатам настоящего исследования опубликовано 3 статьи в сборниках материалов, 5 тезисов докладов, получен 1 акт внедрения в образовательный процесс кафедры нормальной физиологии БГМУ.

Литература

1. Кубарко, А.И. Контрастно-цветовая чувствительность зрения как биомаркер состояния гемодинамики в сосудах системного и микроциркуляторного русла / А. И. Кубарко, Н. П. Кубарко, Ю. А. Кубарко // Здравоохранение. - 2014. – №9. – С. 57-66.

2. Nagaoka, T. Retinal artery response to acute systemic blood pressure increase during cold pressor test in humans / T. Nagaoka, F. Mori , A. Yoshida // Invest. Ophthalm. Vis. Sci. – 2002. – № 43 (6). – P. 1941 – 1945.

3. Dimensions of the foveal avascular zone using the Heidelberg retinal angiogram-2 in normal eyes / Deepa John, Thomas Kuriakose, Suresh Devasahayam et al. // Indian J Ophthalmol. – 2011. – 59 (1). – P. 9 – 11.

4. Kergoat, H. Effects of Oxygen and Carbogen Breathing on Choroidal Hemodynamics in Humans/ H. Kergoat, C. Faucher // Investigative Ophthalmology & Visual Science – 1999. - №40. – P. 2906-2911.

Репозиторий БГМУ