

<https://doi.org/10.17816/mechnikov201911127-38>

ФОТОХРОМОТЕРАПИЯ УЗКОПОЛОСНЫМ ОПТИЧЕСКИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 530 НМ В КОГНИТИВНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ОЧАГОВЫМИ ПОРАЖЕНИЯМИ ГОЛОВНОГО МОЗГА

А.Е. Терешин^{1, 2}, В.В. Кирьянова¹, Д.А. Решетник², М.Ю. Ефимова², Е.К. Савельева²

¹ ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург;

² СПб ГБУЗ «Николаевская больница», Санкт-Петербург

Для цитирования: Терешин А.Е., Кирьянова В.В., Решетник Д.А., и др. Фотохромотерапия узкополосным оптическим излучением с длиной волны 530 нм в когнитивной реабилитации пациентов с очаговыми поражениями головного мозга // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. – 2019. – Т. 11. – № 1. – С. 27–38. <https://doi.org/10.17816/mechnikov201911127-38>

Поступила: 12.12.2018

Одобрена: 25.01.2018

Принята: 04.03.2019

♦ **Целью** исследования стало изучение ноотропного действия фотохромотерапии узкополосным оптическим излучением (ФХТ УОИ) с длиной волны 530 нм в сочетании со стандартным медикаментозно-психологическим воздействием при реабилитации когнитивных нарушений у пациентов с очаговыми поражениями головного мозга. **Материалы и методы.** Изучены результаты реабилитации 141 пациента с когнитивными нарушениями вследствие очаговых поражений головного мозга. Больные были разделены на две группы: 90 пациентов, составивших контрольную группу, получали стандартную ноотропную терапию и проходили курсовые занятия с нейропсихологом; 51 пациент основной группы дополнительно получал курсовое воздействие ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм трансорбитально и на шейно-воротниковую зону. Анализировали динамику прироста баллов по шкалам Ривермид, Карновского, Рошиной, MMSE, mRS, HDRS, SF-36. **Выводы.** ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм имеет преимущества в восстановлении общего функционального состояния, внимания, устного счета, чтения и речи при ишемической природе повреждения головного мозга в сравнении со стандартной программой когнитивной реабилитации. У пациентов с геморрагическим инсультом ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм не оказывает достоверного влияния на когнитивные функции, однако способствует улучшению общего функционального состояния.

♦ **Ключевые слова:** фототерапия; цветотерапия; фотобиомодуляция головного мозга; инсульт; опухоли головного мозга; неврологическая реабилитация; восстановление когнитивных функций.

PHOTOCHROMOTHERAPY USING NARROW-BAND OPTICAL RADIATION OF 530 NM WAVELENGTH IN COGNITIVE REHABILITATION OF PATIENTS WITH FOCAL BRAIN LESIONS

A.E. Tereshin^{1, 2}, V.V. Kiryanova¹, D.A. Reshetnik², M.Yu. Efimova², E.K. Savelyeva²

¹ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia;

² Nikolaevskaya Hospital, Saint Petersburg, Russia

For citation: Tereshin AE, Kiryanova VV, Reshetnik DA, et al. Medicamentous and non-medicamentous therapy pregnant women with hip osteoarthritis. *Herald of North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2019;11(1):27-38. <https://doi.org/10.17816/mechnikov201911127-38>

Received: December 12, 2018

Revised: January 25, 2018

Accepted: March 4, 2019

♦ **The objective** of the research was to study the nootropic effects of photochromotherapy using narrow-band optical radiation (PCT NBOR) of 530 nm wavelength in combination with the standard medical and psychological therapy in cognitive impairments rehabilitation in patients with focal brain lesions. **Materials and methods.** The rehabilitation outcomes in 141 patients with cognitive impairments due to focal brain lesions were studied. Patients were subdivided into two groups: 90 patients of the control group were treated with the standard nootropic medications and neuropsychological procedures; 51 patients of the main group were additionally treated with PCT NBOR of 530 nm wavelength transorbitally and in the neck-collar zone. The dynamics of the score increase according to Rivermid, Karnovsky, Roshina, MMSE,

mRS, HDRS, SF-36 scales were analyzed. **Conclusion.** PCT NBOR of 530 nm wavelength has advantages in restoring the functional state, attention, counting, reading, and speech intrinsic to the ischemic brain damage compared to the standard cognitive rehabilitation program. In the patients with hemorrhagic stroke PCT NBOR of 530 nm wavelength has no significant effect on cognitive functions; however it improves the general functional state.

♦ **Keywords:** phototherapy; color therapy; brain photobiomodulation; stroke; brain tumors; neurological rehabilitation; cognitive function restoration.

Введение

На втором этапе реабилитации у пациентов с очаговыми поражениями головного мозга помимо нарушений функций движения, чувствительности часто наблюдаются когнитивные нарушения той или иной степени выраженности, что само по себе значительным образом влияет не только на качество жизни пациентов, но и на реабилитационный прогноз в целом [1–4].

Наиболее изучены постинсультные когнитивные нарушения (ПИКН), которые наблюдаются у 40–70 % пациентов, перенесших инсульт, причем через пять лет после развития инсульта доля пациентов с развившейся деменцией достигает 32 % [3]. Нарушениям когнитивных функций при черепно-мозговой травме и опухолях головного мозга в литературе уделено существенно меньше внимания, тогда как в реабилитации пациентов с данной патологией коррекция когнитивных нарушений имеет не меньшее значение, чем при ПИКН.

С целью коррекции когнитивных нарушений у пациентов с очаговыми поражениями головного мозга различного генеза в настоящее время используют две основные стратегии: лекарственную терапию и когнитивные тренировки в том или ином виде [1–3].

Среди лекарственных способов коррекции когнитивных нарушений при сосудистых заболеваниях головного мозга широко применяют несколько групп препаратов: вазоактивные препараты, средства, влияющие на микроциркуляторное русло, ноотропы метаболического действия, дофаминергические, холинергические и антиглутаматергические средства [1].

При этом, несмотря на большое разнообразие групп препаратов, использующихся для коррекции когнитивных нарушений вследствие очаговых поражений головного мозга, эффективность медикаментозной стратегии недостаточно высока [1].

Вторым общепринятым направлением коррекции когнитивных нарушений при очаговых поражениях головного мозга являются когнитивные тренировки, включая специализированные компьютерные программы. Этот метод коррекции когнитивных нарушений имеет

успешный опыт применения, в том числе и при использовании его в качестве монотерапии, однако, как и в случае с медикаментозным лечением, эффективность таких тренировок часто оказывается недостаточной.

Изучению физиотерапевтических методов с положительным влиянием на когнитивные функции в настоящее время уделяется недостаточное внимание. Лишь в единичных источниках можно встретить описание методов физиотерапии, кинезотерапии, биологической обратной связи, производящих значительный эффект в отношении коррекции когнитивных нарушений вследствие очаговых поражений головного мозга, в первую очередь при ПИКН [5].

Одной из перспективных физиотерапевтических методик, обладающих способностью активировать восстановление когнитивных функций, является фотохромотерапия (ФХТ) — применение узкополосного оптического излучения (УОИ) с различными длинами волн. В литературе имеются данные о нейротрофических воздействиях фотохромотерапии узкополосным оптическим излучением с длиной волны 530–540 нм (зеленый свет) как на периферические нейроны, поврежденные в результате травмы или компрессии [6], так и на нейроны головного мозга, поврежденные вследствие ишемии [7, 8].

Воздействие на шейно-воротниковую зону обусловлено тем, что в этой зоне располагается большое количество рефлексогенных зон, прямо и опосредованно задействованных в стимуляции ретикулярной формации и тем самым обеспечивающих повышенное энергетическое снабжение произвольной психической деятельности.

Воздействие трансорбитально на каждую глазницу при закрытых глазах пациента вызывает прямое стимулирующее действие на кору головного мозга, опосредованное ольфакторным трактом, что в конечном счете приводит к стимуляции нейропластичности и коррекции когнитивного дефицита.

Настоящее исследование посвящено изучению позитивного действия ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм (зеленый свет) в дополнение

к стандартному медикаментозно-психологическому воздействию при реабилитации когнитивных нарушений у пациентов с очаговыми поражениями головного мозга сосудистого, травматического и опухолевого генеза.

Материалы и методы

Цель исследования заключалась в оценке эффективности ФХТ УОИ длиной волны 530 нм в сравнении со стандартной программой коррекции при когнитивной реабилитации пациентов с очаговыми поражениями головного мозга. Было проведено динамическое обследование 141 пациента с верифицированными когнитивными нарушениями вследствие очаговых поражений головного мозга различного генеза, проходивших реабилитационное лечение второго этапа на базе отделения реабилитации СПб ГБУЗ «Николаевская больница» в 2015–2017 гг.

В основную группу (с применением ФХТ) вошел 51 пациент (30 женщин — 58,8 % и 21 мужчина — 41,2 %, средний возраст — $54,39 \pm 15,37$ года). Контрольную группу составили 90 пациентов (50 женщин — 55,5 % и 40 мужчин — 44,5 %, средний возраст — $57,25 \pm 14,15$ года). Группы были сравнимы по полу и возрасту.

Критерии включения пациентов в исследование:

- возраст старше 18 лет;
- наличие верифицированного с помощью клинических и инструментальных методов обследования очагового повреждения головного мозга;
- наличие верифицированных в ходе нейропсихологического обследования когнитивных нарушений, напрямую связанных с очаговым повреждением головного мозга (анамнестические данные, опрос родственников).

Критерии исключения:

- хронические сопутствующие заболевания в стадии обострения;

- речевые нарушения тяжелой степени (тотальная афазия);
- синдром малого сознания, апаллический синдром, вегетативное состояние;
- выраженная деменция;
- наличие в анамнезе когнитивных нарушений, предшествовавших развитию очагового поражения головного мозга, в том числе болезни Альцгеймера.

Распределение пациентов по нозологическим группам представлено в табл. 1.

Когнитивные функции оценивали при поступлении пациентов на второй этап стационарной реабилитации, а также через 30 ± 3 дня после завершения курса реабилитационных мероприятий. Нейропсихологическое обследование включало: интегральную оценку состояния здоровья по индексу повседневной активности Бартела, индексу мобильности Ривермид, шкале активности повседневной жизнедеятельности (ADL) Ривермид, модифицированной шкале Рэнкина (mRS) и шкале Карновского. Качество жизни оценивали по опроснику SF-36; эмоционально-волевую сферу — по шкале Гамильтона для оценки депрессии (HDRS); собственно когнитивные функции — по шкалам MMSE, FAB, Рошиной. С целью количественной оценки внимания применяли тест Шульте. Кроме того, для интегральной оценки различных когнитивных функций (гнозис, внимание, память, чтение, письмо, речь, счет) применяли балльную оценку, выставляемую психологом или логопедом по следующему алгоритму: 0 баллов — нет нарушений функции (условный уровень функционального дефицита менее 4 %), 1 — легкое нарушение функции (дефицит — 5–24 %), 2 — умеренное нарушение функции (дефицит — 25–49 %), 3 — тяжелое нарушение функции (дефицит — 50–95 %) и 4 — абсолютное нарушение функции (дефицит — более 95 %).

В контрольной группе пациенты перорально принимали как минимум один препарат с положительным ноотропным действием, назначенный либо неврологом, либо психиатром,

Таблица 1 / Table 1

Количество обследованных пациентов в зависимости от нозологической причины очагового поражения головного мозга
The number of examined patients depending on the nosological cause of focal brain lesion

Группа	Ишемический инсульт	Геморрагический инсульт	Удаленные опухоли головного мозга	Всего
Фотохромотерапия	22	16	13	51
Контроль	50	24	16	90
Итого	72	40	29	141

а именно Акаинол Мемантин, Цитиколин или Фенотропил. Кроме того, пациентам контрольной группы проводили десять ежедневных стандартизированных занятий с нейропсихологом в течение часа по классическим стимульным методикам А.Р. Лурии [9]. Таким образом, пациенты контрольной группы получали стандартную комплексную медикаментозно-психологическую терапию нарушений когнитивных функций вследствие очаговых поражений головного мозга.

Пациентам основной группы в дополнение к лечению, проводимому в контрольной группе, осуществляли физиотерапевтическое воздействие зеленым УОИ с длиной волны 530 нм трансорбитально по 2 минуты на каждую глазницу при закрытых глазах пациента мощностью излучения 90 мВт, а затем этим же излучением с аналогичной длиной волны — на шейно-воротниковую зону лабильно в течение 8–10 минут мощностью излучения 120 мВт. Курс лечения состоял из десяти процедур, проводившихся по одной процедуре через день на аппарате ШАТЛ-Комби ИК+, модификация ВЕГА. Таким образом, в основной группе изучали возможные дополнительные положительные эффекты ФХТ УОИ длиной волны 530 нм в отношении когнитивных функций на фоне стандартной медикаментозной терапии и когнитивных тренировок. Основную и контрольную

группы формировали в соответствии с принципом рандомизации.

Данные анализировали с применением компьютерных программ Microsoft Excel 2010 (Microsoft, США) и Statistica for Windows 10 (StatSoft, США), непрерывные количественные значения — с использованием среднего значения (M), стандартного квадратичного отклонения ($\pm SD$), стандартной ошибки среднего (m) при нормальном распределении; медианы (Me), квартилей (25 %, 75 %) при распределении, отличном от нормального. Критерием достоверности служил t -критерий Стьюдента для нормального распределения и критерий Манна – Уитни (U) для распределения, отличного от нормального, при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

На первом этапе исследования изучали динамические изменения ключевых параметров когнитивных функций функционального состояния и качества жизни как в основной, так и в контрольной группе. По всем изученным показателям после завершения курса реабилитации в обеих группах было получено достоверное ($p < 0,05$) улучшение. Так, например, в группе ФХТ средний балл по шкале MMSE при поступлении составил 24,59, при выписке — 27,79 (прирост — 3,20 балла, $p < 0,05$). Средний балл по шкале MMSE в группе контроля составил 25,21, а при выписке — 27,86 (прирост — 2,65 балла, $p < 0,05$). Это свидетельствовало о том, что как классическая схема когнитивной реабилитации, так и ее сочетание с ФХТ приводили к значимому улучшению когнитивного статуса.

На следующем этапе исследования с целью оценки вклада ФХТ в улучшение показателей когнитивной сферы пациентов изучали динамику прироста исследованных показателей. Результаты представлены на рис. 1–4.

Из рис. 1 видно, что динамика прироста баллов по шкалам, оценивающим общее функциональное состояние (ADL-Ривермид, Бартела, Карновского), была лучше в группе ФХТ по сравнению с контролем, но лишь по шкале Карновского эти различия были достоверны ($p < 0,05$). Восстановление внимания также происходило лучше в основной группе, превышая контрольные значения в среднем на 9,2 в тесте Шульте ($p < 0,05$).

На рис. 2 представлены данные, указывающие на то, что динамика восстановления эмо-

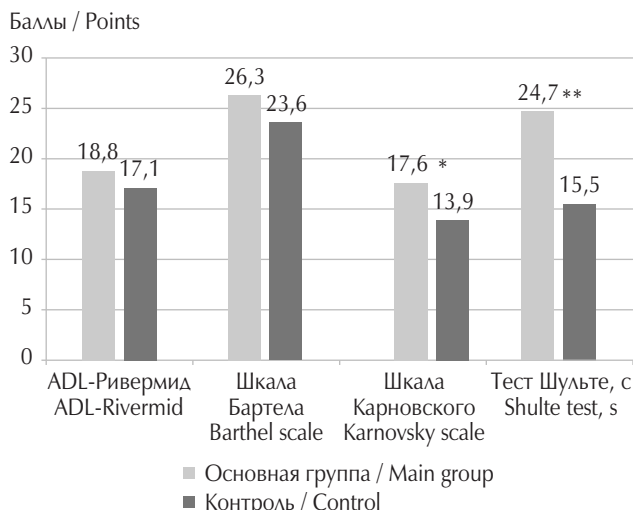


Рис. 1. Сравнение динамики прироста баллов по функциональным шкалам и тесту Шульте в основной и контрольной группах (* различие достоверно при $p < 0,05$, ** $p = 0,07$)

Fig. 1. Comparison of the dynamics of the score increase on functional scales and the Shulte test in the main and control groups (* the difference is significant ($p < 0.05$), ** $p = 0.07$)

циональной сферы (шкала Гамильтона), социальной независимости (индекс мобильности Ривермид) и собственно когнитивного статуса (шкалы Рошиной, FAB, MMSE) в группе ФХТ и контрольной группе не имела достоверных различий.

Из рис. 3 следует, что при оценке динамики прироста баллов при формализованной оценке когнитивных функций наблюдалось достоверное ($p < 0,05$) различие только по функции устного счета. В этом случае прирост баллов в группе ФХТ был больше по сравнению с контролем на 25 %. Динамика прироста общего балла по модифицированной шкале Рэнкина не различалась между основной и контрольной группами.

Рис. 4 демонстрирует отсутствие различий по динамике восстановления показателей качества жизни между группой ФХТ и контроля.

В целом из приведенных данных следует, что применение ФХТ приводило к улучшению общего функционального состояния пациентов: прирост баллов по шкале Карновского в контрольной группе составил $13,9 \pm 7,2$ балла, тогда как в группе ФХТ динамика прироста была на уровне $17,6 \pm 5,8$ балла ($p < 0,05$). Кроме того, наблюдались тенденции, не достигавшие уровня достоверности в виде большего прироста значения теста Шульте ($15,5 \pm 27,1$ с в контроле при $24,7 \pm 30,9$ с в основной группе), и баллов оценки устного счета ($0,45 \pm 0,55$ балла в контроле при $0,61 \pm 0,53$ балла в группе ФХТ).

Следующим этапом исследования стало изучение динамики показателей функциональ-

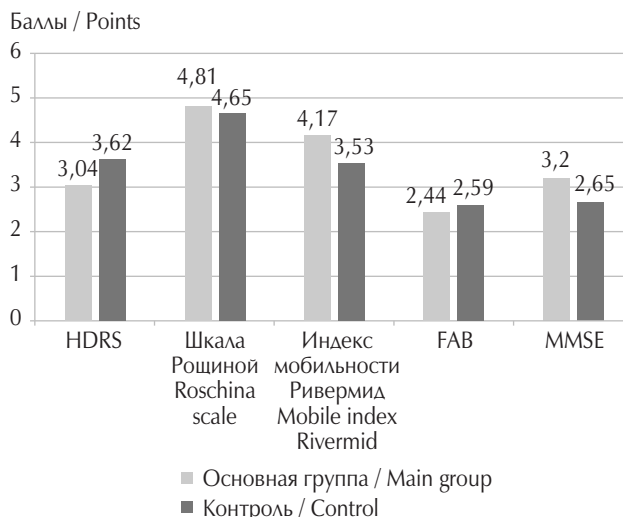


Рис. 2. Сравнение динамики прироста баллов по шкалам оценки функционального состояния, эмоционально-волевой и когнитивной сфер в основной и контрольной группах; достоверные различия не обнаружены; HDRS — шкала Гамильтона для оценки депрессии; FAB — батарея лобных тестов; MMSE — краткая шкала оценки психического статуса

Fig. 2. Comparison of the dynamics of the score increase on the scales evaluating the functional state, emotional and cognitive functions in the main and control groups; no significant differences were found; HDRS — Hamilton Rating Scale for Depression; FAB — Frontal Assessment Battery; MMSE — Mini-mental State Examination

ного состояния, эмоционального и когнитивного статуса, а также качества жизни в основной и контрольной группах с учетом нозологического типа повреждения головного мозга (ише-

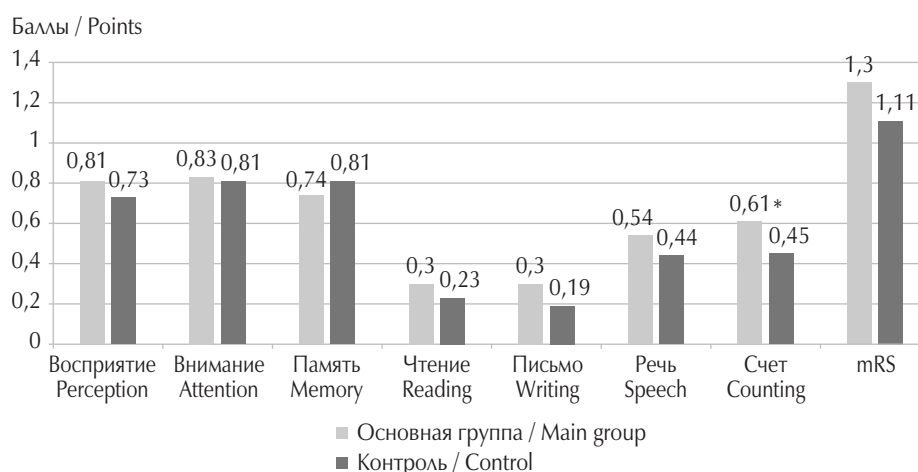


Рис. 3. Сравнение динамики прироста баллов по результатам нейропсихологического и речевого тестирования, а также по модифицированной шкале Рэнкина в основной и контрольной группах; * $p = 0,08$; mRS — модифицированная шкала Рэнкина

Fig. 3. Comparison of the dynamics of the score increase according to the results of neuropsychological and speech testing and the modified Rankin scale in the main and control groups; * $p = 0,08$; mRS — modified Rankin scale

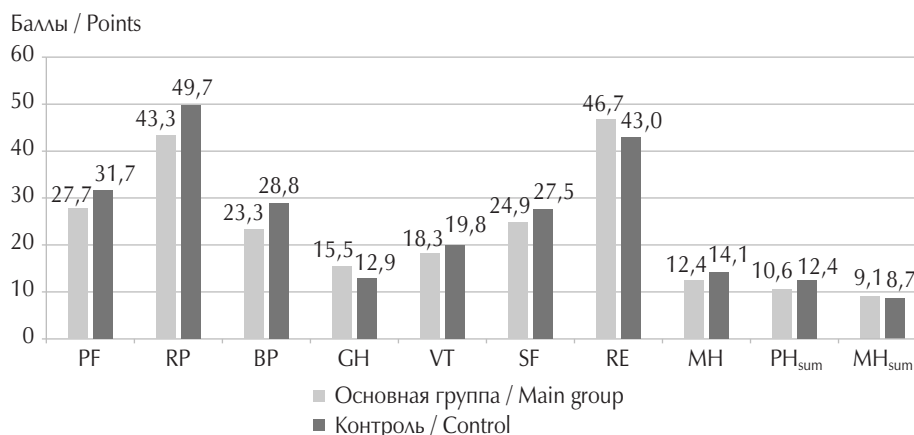


Рис. 4. Сравнение динамики прироста баллов по шкале качества жизни SF-36 в основной и контрольной группах; достоверные изменения не обнаружены; PF — физическое функционирование; RP — ролевое функционирование; BP — интенсивность боли; GH — общее состояние здоровья; VT — жизненная активность; SF — социальное функционирование; RE — ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием; MH — психическое здоровье; PH_{sum} — физический компонент здоровья; MH_{sum} — психологический компонент здоровья

Fig. 4. Comparison of the dynamics of the score increase on the quality of life scale SF-36 in the main and control groups; no significant changes were found; PF — physical functioning; RP — role-physical functioning; BP — bodily pain; GH — general health; VT — vitality; SF — social functioning; RE — role-emotional functioning; MH — mental health; PH_{sum} — physical component of health; MH_{sum} — mental component of health

Таблица 2 / Table 2

Динамика показателей функционального состояния, когнитивного статуса и эмоционально-волевой сферы у пациентов с ишемическим инсультом

Dynamics of functional state, cognitive status and emotional sphere indicators in patients with ischemic stroke

Шкала/тест	Группа фотокхромотерапии		Контрольная группа		Значение <i>p</i>
	Динамика баллов	Количество пациентов	Динамика баллов	Количество пациентов	
Шкала Ривермид-ADL, баллы	18,64 ± 10,22	22	17,00 ± 8,78	26	0,44
Индекс мобильности Ривермид, баллы	3,86 ± 2,44	22	2,96 ± 2,16	26	0,21
Модифицированная шкала Рэнкина, баллы	1,23 ± 0,61	22	1,15 ± 0,67	26	0,74
Шкала Бартела, баллы	22,50 ± 16,02	22	21,92 ± 16,98	26	0,78
Шкала Карновского, баллы	17,50 ± 4,47	16	11,82 ± 6,03	11	0,01*
Шкала MMSE, баллы	3,33 ± 2,69	21	2,60 ± 1,53	50	0,57
Шкала FAB, баллы	2,95 ± 2,37	20	2,77 ± 2,00	47	0,95
Шкала Рощиной, баллы	5,95 ± 4,26	19	4,07 ± 3,25	43	0,13
Шкала Гамильтона, баллы	4,47 ± 4,44	19	3,26 ± 3,46	43	0,32
Тест Шульте, с	32,05 ± 29,90	19	15,97 ± 27,41	32	0,01*
Восприятие, баллы	0,90 ± 0,45	20	0,77 ± 0,51	26	0,36
Внимание, баллы	0,90 ± 0,44	21	0,85 ± 0,37	26	0,66
Чтение, баллы	0,45 ± 0,51	22	0,19 ± 0,40	26	0,05
Письмо, баллы	0,27 ± 0,46	22	0,12 ± 0,33	26	0,17
Речь, баллы	0,73 ± 0,46	22	0,46 ± 0,51	26	0,07
Устный счет, баллы	0,64 ± 0,49	22	0,31 ± 0,47	26	0,03*
Память, баллы	0,71 ± 0,46	21	0,85 ± 0,37	26	0,28

мический либо геморрагический инсульт, состояние после удаления опухоли головного мозга).

Достоверных различий между группой ФХТ и контроля по показателям динамики качества жизни, оцениваемым по шкале SF-36, обнаружено не было. Динамика остальных изученных показателей представлена в табл. 2–4.

Из табл. 2 видно, что в подгруппе пациентов с ишемической природой повреждения головного мозга наблюдается целый ряд различий между основной группой и контролем. Так, прирост баллов по шкале Карновского в группе ФХТ составил $17,50 \pm 4,47$ балла, а в контроле — $11,82 \pm 6,03$ балла ($p < 0,05$); при оценке функции устного счета в группе ФХТ — $0,64 \pm 0,49$ балла, в группе контроля — $0,31 \pm 0,47$ балла ($p < 0,05$); ускорение выполнения теста Шульте в группе ФХТ составило $32,05 \pm 29,90$ с, в контроле — $15,97 \pm 27,41$ с ($p < 0,05$).

Имели место различия, находившиеся на грани достоверности. Прирост баллов при оценке функции чтения в группе ФХТ был на уровне $0,45 \pm 0,51$ при $0,19 \pm 0,40$ балла в контрольной группе ($p = 0,05$), а восстановление речи в группе ФХТ сопровождалось увеличением баллов в сравнении с исходными значениями в среднем на $0,73$ балла при аналогичном показателе в контроле на уровне $0,46$ балла ($p = 0,07$).

Из табл. 3 следует, что различий между группами ФХТ и контроля у пациентов с геморрагическим вариантом инсульта было гораздо меньше, чем у пациентов с ишемическим инсультом. Отмечалось лишь одно достоверное ($p < 0,05$) различие: в группе ФХТ прирост баллов по модифицированной шкале Рэнкина составил в среднем $1,5$ балла при контрольных значениях $1,1$ балла. При этом наблюдался относительно больший прирост внимания в тесте Шульте ($27,8$ с в группе ФХТ при $11,8$ с в контроле),

Таблица 3 / Table 3

Динамика показателей функционального состояния, когнитивного статуса и эмоционально-волевой сферы у пациентов с геморрагическим инсультом

Dynamics of functional state, cognitive status and emotional sphere indicators in patients with hemorrhagic stroke

Шкала/тест	Группа фотохромотерапии		Контрольная группа		Значение p
	Динамика баллов	Количество пациентов	Динамика баллов	Количество пациентов	
Шкала Ривермид-ADL, баллы	$22,06 \pm 10,27$	16	$18,14 \pm 10,37$	21	0,30
Индекс мобильности Ривермид, баллы	$5,31 \pm 2,33$	16	$4,52 \pm 2,66$	21	0,34
Модифицированная шкала Рэнкина, баллы	$1,50 \pm 0,52$	16	$1,10 \pm 0,54$	21	0,03*
Шкала Бартела, баллы	$34,63 \pm 21,36$	16	$23,33 \pm 13,90$	21	0,13
Шкала Карновского, баллы	$18,89 \pm 7,82$	9	$13,33 \pm 7,07$	9	0,18
Шкала MMSE, баллы	$3,64 \pm 2,82$	14	$2,33 \pm 1,79$	24	0,15
Шкала FAB, баллы	$2,00 \pm 1,66$	14	$2,13 \pm 2,20$	23	0,95
Шкала Рощиной, баллы	$5,00 \pm 2,96$	14	$4,59 \pm 2,89$	22	0,64
Шкала Гамильтона, баллы	$1,79 \pm 2,81$	14	$3,10 \pm 3,66$	21	0,24
Тест Шульте, с	$27,79 \pm 38,38$	14	$11,81 \pm 26,48$	21	0,07
Восприятие, баллы	$0,94 \pm 0,25$	16	$0,76 \pm 0,44$	21	0,16
Внимание, баллы	$0,94 \pm 0,25$	16	$0,76 \pm 0,44$	21	0,16
Чтение, баллы	$0,13 \pm 0,34$	16	$0,38 \pm 0,50$	21	0,09
Письмо, баллы	$0,25 \pm 0,45$	16	$0,29 \pm 0,46$	21	0,83
Речь, баллы	$0,38 \pm 0,50$	16	$0,48 \pm 0,51$	21	0,56
Устный счет, баллы	$0,63 \pm 0,50$	16	$0,52 \pm 0,51$	21	0,56
Память, баллы	$0,88 \pm 0,34$	16	$0,76 \pm 0,44$	21	0,40

Примечание. * различие достоверно при $p < 0,05$.

Таблица 4 / Table 4

Динамика показателей функционального состояния, когнитивного статуса и эмоционально-волевой сферы у пациентов с удаленной опухолью головного мозга

Dynamics of functional state, cognitive status and emotional sphere indicators in patients after the removal of the brain tumor

Шкала/тест	Группа фотокхромотерапии		Контрольная группа		Значение <i>p</i>
	Динамика баллов	Количество пациентов	Динамика баллов	Количество пациентов	
Шкала Ривермид-ADL, баллы	17,00 ± 13,75	13	21,50 ± 9,98	16	0,19
Индекс мобильности Ривермид, баллы	3,38 ± 2,81	13	4,56 ± 1,93	16	0,18
Модифицированная шкала Рэнкина, баллы	1,31 ± 0,75	13	1,44 ± 0,63	16	0,70
Шкала Бартела, баллы	22,31 ± 14,67	13	32,50 ± 14,94	16	0,08
Шкала Карновского, баллы	16,15 ± 6,50	13	18,75 ± 6,19	16	0,39
Шкала MMSE, баллы	2,64 ± 1,86	11	3,38 ± 1,75	16	0,18
Шкала FAB, баллы	2,18 ± 1,89	11	4,14 ± 3,25	14	0,06
Шкала Рощиной, баллы	2,64 ± 2,20	11	6,50 ± 4,59	14	0,01*
Шкала Гамильтона, баллы	1,55 ± 1,86	11	6,15 ± 4,36	13	0,004*
Тест Шульте, с	12,60 ± 20,05	10	20,71 ± 26,99	14	0,22
Восприятие, баллы	0,46 ± 0,52	13	0,81 ± 0,40	16	0,06
Внимание, баллы	0,62 ± 0,51	13	0,88 ± 0,50	16	0,19
Чтение, баллы	0,31 ± 0,48	13	0,19 ± 0,40	16	0,48
Письмо, баллы	0,46 ± 0,66	13	0,19 ± 0,40	16	0,23
Речь, баллы	0,46 ± 0,52	13	0,44 ± 0,51	16	0,92
Устный счет, баллы	0,54 ± 0,66	13	0,50 ± 0,73	16	0,78
Память, баллы	0,62 ± 0,51	13	0,88 ± 0,50	16	0,19

Примечание. * различие достоверно при $p < 0,05$.

однако это различие не достигало уровня достоверного ($p = 0,07$).

Данные, представленные в табл. 4, демонстрируют, что у пациентов с удаленными опухолями головного мозга имелась обратная направленность изменений при воздействии ФХТ по сравнению с подгруппами пациентов, имевших сосудистую природу повреждения головного мозга. У таких пациентов отмечалось замедление динамики восстановления некоторых изученных параметров по сравнению с контролем. Так, динамика изменения общего балла по шкале Рощиной в группе ФХТ составила $2,64 \pm 2,20$, тогда как в контроле находилась на уровне $6,50 \pm 4,59$ ($p < 0,05$). Показатель динамики восстановления по шкале депрессии Гамильтона в группе ФХТ составил $1,55 \pm 1,86$ балла, в контроле — $6,15 \pm 4,36$ балла ($p < 0,05$).

Кроме того, прослеживались некоторые тенденции, не достигавшие уровня достовер-

ности. Так, прирост баллов по шкале Бартела в группе ФХТ был на уровне $22,31 \pm 14,67$ балла при контрольных значениях $32,50 \pm 14,94$ балла ($p = 0,08$); по шкале FAB в группе ФХТ — $2,18 \pm 1,89$ балла, в контроле — $4,14 \pm 3,25$ балла ($p = 0,06$); по формализованной оценке функции восприятия в группе ФХТ — $0,46 \pm 0,52$ балла, в контроле — $0,81 \pm 0,40$ балла ($p = 0,06$).

Таким образом, было установлено, что основные позитивные эффекты ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм наблюдаются в подгруппе пациентов с ишемической природой поражения головного мозга. Так, у данных пациентов зарегистрированы достоверно лучшие ($p < 0,05$) показатели динамики прироста по шкале Карновского, тесту Шульте и устному счету. Кроме того, баллы, отражающие динамику улучшения навыков чтения и речи, также были выше в основной группе по сравнению с контролем и находились на грани достовер-

ности (уровень значимости p составил по этим показателям 0,05 и 0,07 соответственно).

В подгруппе пациентов с геморрагическим инсультом по показателям собственно когнитивного статуса достоверных различий обнаружено не было. Вместе с тем отмечалось достоверное ($p < 0,05$) улучшение общего функционального состояния при воздействии ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм по модифицированной шкале Рэнкина в подгруппе геморрагического инсульта.

При этом противоположные закономерности были обнаружены в подгруппе пациентов с удаленными опухолями головного мозга. У этих пациентов ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм в сравнении с контролем приводила к достоверному ($p < 0,05$) замедлению восстановления когнитивного статуса (шкала Рожиной) и депрессии (шкала Гамильтона). Кроме того, имели место тенденции, не достигавшие степени достоверности, заключающиеся в меньшем приросте баллов по батарее лобной дисфункции FAB ($p = 0,06$), по шкале Бартела ($p = 0,08$) и по оценке функции восприятия ($p = 0,06$).

Обсуждение

Применение энергии фотонов, в том числе видимого диапазона, для лечения разнообразных заболеваний известно еще с античных времен. В медицинских целях издавна и с большим успехом использовали солнечный свет [10–12].

Значительный прогресс в фототерапии был связан с созданием в середине прошлого века лазеров, а затем и светодиодов с узкополосным излучением. Излучение с различными длинами волн обладает различной проникающей способностью в отношении биологических объектов. Наибольшая проникающая способность характерна для фотонов красного и ближнего инфракрасного диапазона с максимумом 70 мм от поверхности кожи, соответствующим длине волны 900 нм [10]. По этой причине низкоинтенсивное лазерное излучение и узкополосное оптическое излучение в этом диапазоне в последние два десятилетия стали широко применяться в неврологии для воздействия как на центральную, так и на периферическую нервную систему. Причем применение этой методики в медицине в англоязычной литературе получило специальное название — биофотоника [13], а в неврологии метод стал называться фотобиомодуляцией [14, 15].

В нашей стране разработаны и выпускаются дешевые светодиодные аппараты, способные

оказывать лечебное воздействие излучением с различными длинами волн видимого диапазона. Стали активно применяться светодиодные матрицы красного, зеленого, синего, фиолетового цветов. При этом в русскоязычной медицинской литературе для обозначения применения в лечебных целях света в узком диапазоне длин волн различного цвета утвердился термин «фотохромотерапия» [16, 17].

ФХТ УОИ с начала нынешнего века активно применяется в лечении самых разнообразных заболеваний кожи, сердечно-сосудистой и нервной систем, желудочно-кишечного тракта [6, 7, 18–20].

Важно подчеркнуть, что российские ученые используют не только локальные эффекты света, зависящие от проникающей способности излучения в ткани, но и рефлекторные дистанционные эффекты, дающие возможность эффективно влиять на сосудистое русло и функциональное состояние нервной системы опосредованно. По этой причине в неврологии помимо света красного и ближнего инфракрасного диапазона используют высокоэффективный зеленый свет, оказывающий универсальное гармонизирующее влияние на сердечно-сосудистую и нервную системы [6–8].

За последние годы накоплены значительные данные по влиянию различных вариантов фототерапии на когнитивные функции и эмоционально-волевую сферу при сосудистых поражениях и травмах головного мозга [21–27]. Одним из универсальных механизмов реализации этих эффектов является доказанное воздействие фототерапии на дыхательную цепь митохондрий [28]. Кроме того, ФХТ способствует повышению внутримозгового кровотока [18]. Показана позитивная роль фототерапии при непосредственном воздействии на нейроны при лечении травматических повреждений периферических нервов [6, 29, 30].

Обнаруженное нами влияние ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм на когнитивные функции, требующие существенного энергетического обеспечения (память, внимание, исполнительские функции), согласуется с приведенными литературными данными. Следует подчеркнуть, что максимальный положительный эффект когнитивно-тропного влияния ФХТ УОИ с длиной волны 530–540 нм (зеленый свет) зафиксирован при ишемической природе повреждения головного мозга, когда актуальны задачи повышения мозгового кровотока, нейропротекции и активации нейропластичности мозговой ткани.

Выявленное нами влияние ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм на общее функциональное состояние больных с внутримозговыми кровоизлияниями сосудистого генеза может стать полезным фактором не только в повышении эффективности реабилитационного процесса в целом, но и в улучшении высших мозговых функций в частности.

Представляет интерес отсутствие позитивного влияния ФХТ на когнитивный статус пациентов с удаленными опухолями головного мозга. В данном случае наблюдалось даже некоторое замедление восстановления когнитивных функций по сравнению с контролем. Это может косвенно свидетельствовать об опосредованном воздействии ФХТ на когнитивные функции, а именно через улучшение мозгового кровотока, что актуально именно при ишемической природе мозгового повреждения.

Выводы

1. Как стандартная программа когнитивной реабилитации, так и ее сочетание с ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм являются высокоэффективными методами восстановления когнитивных функций у пациентов с очаговыми поражениями головного мозга.
2. ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм имеет дополнительные преимущества в восстановлении общего функционального состояния, внимания и навыков устного счета, а также чтения и речи при ишемической природе повреждения головного мозга.
3. У пациентов с геморрагическим инсультом влияние ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм собственно на когнитивные функции достоверно не доказано, однако при этом фотохромотерапия способствует улучшению общего функционального состояния пациентов с данной патологией.
4. ФХТ УОИ с длиной волны 530 нм в дополнение к нейрокогнитивным тренировкам и медикаментозной ноотропной терапии при реабилитации нейроонкологических больных не имеет достоверных преимуществ по сравнению со стандартной программой когнитивной реабилитации.

Литература

1. Гусев Е.И., Боголепова А.Н. Когнитивные нарушения при цереброваскулярных заболеваниях. – 3-е изд., доп. – М.: МЕДпресс-информ, 2013. – 176 с. [Gusev EI, Bogolepova AN. Kognitivnye narusheniya pri cere-

brovaskulyarnykh zabolevaniyah. 3rd ed. Moscow; 2013. 176 p. (In Russ.)]

2. Парфенов В.А., Захаров В.В., Преображенская И.С. Когнитивные расстройства. – М.: ООО «Группа ремедиум», 2014. – 192 с. [Parfenov VA, Zaharov VV, Preobrazhenskaya IS. Kognitivnye rasstrojstva. Moscow; 2014. 192 p. (In Russ.)]
3. Густов А.В., Антипенко Е.А. Когнитивные расстройства в неврологии: методы диагностики, пути коррекции: монография. – 3-е изд., испр. и доп. – Н. Новгород: Изд-во Нижегородской гос. медицинской академии, 2013. – 190 с. [Gustov AV, Antipenko EA. Kognitivnye rasstrojstva v nevrologii: metody diagnostiki, puti korrekcii: monografiya. 3rd ed. N. Novgorod; 2013. 190 p. (In Russ.)]
4. Когнитивные расстройства. Новые подходы к решению актуальной задачи: Методические рекомендации для врачей / Под ред. Е.Н. Катунинной. – М., 2015. – 44 с. [Kognitivnye rasstrojstva. Novye podhody k resheniyu aktual'noj zadachi. Metodicheskie rekomendacii dlya vrachej. Moscow; 2015. 44 p. (In Russ.)]
5. Киспаева Т. Когнитивная реабилитация в остром периоде церебрального инсульта. Принципы и методы воздействия. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. – 42 с. [Kispaeva T. Kognitivnaya reabilitaciya v ostrom periode cerebral'nogo insul'ta. Principy i metody vozdejstviya; 2012. 42 p. (In Russ.)]
6. Гузалов П.И. Фотохромотерапия в комплексном лечении заболеваний периферической нервной системы: Дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2014. – 238 с. [Guzalov PI. Fotohromoterapiya v kompleksnom lechenii zabolevanij perifericheskoy nervnoj sistemy [dissertation]. Saint Petersburg; 2014. 238 p. (In Russ.)]
7. Братова Е.А., Кирьянова В.В., Александрова В.А. Влияние фотохромотерапии на церебральную гемодинамику у детей с последствиями перинатальных поражений центральной нервной системы // Инновационные технологии фототерапии в восстановительной медицине: Материалы международной научно-практической конференции. – СПб., 2011. – С. 12–13. [Bratova EA, Kir'yanova VV, Aleksandrova VA. Vliyanie fotohromoterapii na cerebral'nuyu gemodinamiku u detej s posledstviyami perinatal'nyh porazhenij central'noj nervnoj sistemy. Innovacionnye tekhnologii fototerapii v vosstanovitel'noj medicine: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Conference proceedings). Saint Petersburg; 2011. P. 12-13 (In Russ.)]
8. Братова Е.А., Кирьянова В.В., Александрова В.А. Применение фотохромотерапии в лечении детей с последствиями перинатальных поражений центральной нервной системы // Нефармацевтическая медицина. – 2007. – № 2. – С. 11–15. [Bratova EA, Kir'yanova VV, Aleksandrova VA. Primenenie fotohromoterapii v lechenii detej s posledstviyami perinatal'nyh porazhenij central'noj nervnoj sistemy. Nelekarstvennaya medicina. 2007;(2):11-15. (In Russ.)]

9. Нейропсихологическая диагностика. Классические стимульные материалы. – 4-е изд. – М.: Генезис, 2014. – 12 с. [Nejropsihologicheskaya diagnostika. Klassicheskie stimul'nye materialy. 4th ed. Moscow; 2014. 12 p. (In Russ.)]
10. Абрамович С.Г. Фототерапия. – Иркутск: РИО ФГБУ «НЦПВХ» СО РАМН, 2014. – 200 с. [Abramovich SG. Fototerapiya. Irkutsk; 2014. 200 p. (In Russ.)]
11. Генина Э.А. Методы биофотоники: Фототерапия. – Саратов: Новый ветер, 2012. – 119 с. [Genina EA. Metody biofotoniki: Fototerapiya. Saratov; 2012. 119 p. (In Russ.)]
12. Шевелева Н.И., Ракова Т. Хромотерапия: Учебно-методическое пособие. – Караганда, 2009. – 21 с. [Sheveleva NI, Rakova T. Hromoterapiya. Uchebno-metodicheskoe posobie. Karaganda; 2009. 21 p. (In Russ.)]
13. Hutchinson MR, Stoddart PR, Mahadevan-Jansen A. Challenges and opportunities in neurophotonics discussed at the International Conference on Biophotonics 2017. *Neurophotonics*. 2018;5(4):040-402. <https://doi.org/10.1117/1.NPh.5.4.040402>.
14. Rochkind S. Photobiomodulation in Neuroscience: A Summary of Personal Experience. *Photomed Laser Surg*. 2017;35(11):604-615. <https://doi.org/10.1089/pho.2017.4381>.
15. Salehpour F, Mahmoudi J, Kamari F, et al. Brain Photobiomodulation Therapy: a Narrative Review. *Mol Neurobiol*. 2018;55(8):6601-6636. <https://doi.org/10.1007/s12035-017-0852-4>.
16. Веселовский А.Б., Кирьянова В.В., Митрофанов А.С., и др. Тенденции развития, разработка и исследование физиотерапевтической аппаратуры для фотохромотерапии // Оптические и лазерные технологии: Сб. статей / Под ред. В.Н. Васильева. – СПб.: СПбГИТМО (ТУ), 2001. – С. 149–164. [Veselovskij AB, Kir'yanova VV, Mitrofanov AS, et al. Tendencii razvitiya, razrabotka i issledovanie fizioterapevticheskoy apparatury dlya fotohromoterapii. Opticheskie i lazernye tekhnologii (Collected articles). Saint Petersburg: SPb GITMO (TU); 2001. P. 149-164. (In Russ.)]
17. Веселовский А.Б., Гузалов П.И., Кирьянова В.В., и др. Пространственно-энергетические характеристики светодиодов, используемых в фотохромотерапии // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2013. – Т. 56. – № 9 – С. 57–62. [Veselovskij AB, Guzalov PI, Kir'yanova VV, et al. Prostranstvenno-energeticheskie harakteristiki svetodiodov, ispol'zuemyh v fotohromoterapii. *Journal of Instrument Engineering*. 2013;56(9):57-62. (In Russ.)]
18. Машковская Я.Н., Иванова Н.Е. Применение хромотерапии у больных с сосудистой патологией головного мозга // Материалы 6-го Всероссийского съезда физиотерапевтов. – СПб., 2006. – С.134. [Mashkovskaya YaN, Ivanova NE. Primenenie hromoterapii u bol'nyh s sosudistoj patologiej golovnogno mozga: Materialy 6 Vserossijskogo s'ezda fizioterapevtov (Conference proceedings). Saint Petersburg; 2006. 134 p. (In Russ.)]
19. Кирьянова В.В., Александрова В.А., Гордейчук А.В. Узкополосное оптическое излучение с длиной волны 540 нм в комплексной терапии детей с хроническим гастродуоденитом // Вестник Северо-Западного государственного медицинского университета им. И.И. Мечникова. – 2017. – Т. 9. – № 2. – С. 102–106. [Kir'yanova VV, Aleksandrova VA, Gordejchuk AV. Narrowband optical emission wavelength of 540 nm in the complex treatment of children with chronic gastritis. *Herald of North-Western Medical University named after I.I. Mechnikov*. 2017;9(2):102-106. (In Russ.)]
20. 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. [Batrakov AV, Kir'yanova VV, Vasil'ev AV. Primenenie svetodiodnogo izlucheniya (470 nm) v kompleksnom lechenii bol'nyh furunkulami lica: Uchebnoe posobie. Saint Petersburg: Chelovek; 2011. 32 p. (In Russ.)]
21. Rojas JC, Bruchey AK, Gonzalez-Lima F. Low-level light therapy improves cortical metabolic capacity and memory retention. *J Alzheimers Dis*. 2012;32(3):741-52. <https://doi.org/10.3233/JAD-2012-120817>.
22. Rojas JC, Gonzalez-Lima F. Neurological and psychological applications of transcranial lasers and LEDs. *Biochem Pharmacol*. 2013;86(4):447-57. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2013.06.012>.
23. Barrett DW, Gonzalez-Lima F. Transcranial infrared laser stimulation produces beneficial cognitive and emotional effects in humans. *Neuroscience*. 2013;230:13-23. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.11.016>.
24. De la Torre JC. Treating cognitive impairment with transcranial low level laser therapy. *J Photochem Photobiol*. 2017;168:149-155. <https://doi.org/10.1016/j.jphoto-biol.2017.02.008>.
25. Naeser MA, Martin PI, Ho MD, et al. Transcranial, Red/Near-Infrared Light-Emitting Diode Therapy to Improve Cognition in Chronic Traumatic Brain Injury. *Photomed Laser Surg*. 2016;34(12):610-626. <https://doi.org/10.1089/pho.2015.4037>.
26. Vargas E, Barrett DW, Saucedo CL, et al. Beneficial neurocognitive effects of transcranial laser in older adults. *Lasers Med Sci*. 2017;32(5):1153-1162. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2221-y>.
27. Cassano P, Petrie SR, Mischoulon D, et al. Transcranial Photobiomodulation for the Treatment of Major Depressive Disorder. The ELATED-2 Pilot Trial. *Photomed Laser Surg*. 2018. <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4490>.
28. Gonzalez-Lima F, Barksdale BR, Rojas JC. Mitochondrial respiration as a target for neuroprotection and cognitive enhancement. *Biochem Pharmacol*. 2014;88(4):584-93. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2013.11.010>.

29. Andreo L, Soldera CB, Ribeiro BG, et al. Effects of photobiomodulation on experimental models of peripheral nerve injury. *Lasers Med Sci.* 2017;32(9):2155-2165. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2359-7>.
30. Anders JJ, Moges H, Wu X, et al. *In vitro* and *in vivo* optimization of infrared laser treatment for injured peripheral nerves. *Lasers Surg Med.* 2014;46(1):34-45. <https://doi.org/10.1002/lsm.22212>.

◆ Адрес автора для переписки (*Information about the author*)

Алексей Евгеньевич Терешин / *Aleksey Tereshin*

Тел. / Tel. +7(981)8278785

E-mail: aet-spb@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0002-1982-8620>

SPIN-код: 8637-8007