

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСКАТЕТЕРНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛЕЧЕНИИ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

*И.В. Максимович – д.м.н., руководитель клиники

*Клиника сердечно-сосудистых заболеваний Святителя Иоанна Тобольского
119619 Россия, г. Москва, 6-я ул. Лазенки, 2, стр.15*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

- цереброваскулярные заболевания
- когнитивные нарушения
- транскатетерная лазерная реваскуляризация
- регенерация

РЕЗЮМЕ:

Исследование посвящено изучению возможности восстановления церебрального кровоснабжения у больных, страдающих атеросклерозом головного мозга, как неотягощенным, так и отягощенным развитием малых инсультов, с использованием для этого метода транскатетерной лазерной реваскуляризации.

Материалы и методы: для проводимого исследования отобрано 946 больных в возрасте от 29 до 81 года (средний возраст 74 года), страдающих различными видами церебрально-атеросклероза. Транскатетерное лечение проведено у 568(60,04%) больных – исследуемая группа. Консервативное лечение проведено у 378(39,96%) больных – контрольная группа. В план обследования входили: лабораторная диагностика, оценка CDR, MMSE, IB, церебральная СГ, РЭГ, КТ, МРТ, МРА, АГ. Для проведения реваскуляризации при поражениях магистральных интракраниальных артерий использовались высокоэнергетические импульсные лазеры, для проведения реваскуляризации при поражениях дистальных интракраниальных ветвей – низкоэнергетические непрерывные лазеры.

Результаты: исследуемая группа: хороший клинический результат – получен у 459(80,81%) пациентов; удовлетворительный клинический результат – получен у 91(16,02%) пациента; относительно удовлетворительный клинический результат – получен у 18(3,17%) пациентов; относительно положительный клинический результат – не был получен ни в одном случае. Контрольная группа: хороший клинический результат – не получен ни в одном случае; удовлетворительный клинический результат – получен у 65(17,20%) пациентов; относительно удовлетворительный клинический результат – получен у 121(23,26%) пациента; относительно положительный клинический результат – получен у 192(50,79%) пациентов.

Выводы: метод транскатетерной лазерной реваскуляризации головного мозга является физиологичным, эффективным и малотравматичным методом лечения больных, страдающих атеросклеротическими поражениями головного мозга. Полученный эффект сохраняется до 10 и более лет, он вызывает регресс ментальных и двигательных нарушений, способствует регрессу деменции и в значительной степени позволяет улучшить качество жизни пациентов, это значительно отличает предлагаемый метод от консервативных методов лечения.

APPLICATION OF TRANSCATHETER LASER TECHNOLOGIES IN TREATMENT OF ATHEROSCLEROTIC LESIONS OF THE BRAIN

*Maksimovich I.V. – MD, PhD head of the clinic

*Clinic of Cardiovascular Diseases named after Most Holy John Tobolsky
Build. 2, Block 15, 6th Lazenki Str., Moscow, Russian Federation, 119619*

KEY-WORDS:

- cerebrovascular disease
- cognitive impairment
- transcatheter laser revascularization
- regeneration

ABSTRACT:

The research investigates the possibility of restoring the blood supply in patients with atherosclerosis of the brain, as well as the treatment of chronic cerebrovascular insufficiency, both not burdened and the burdened development of small strokes, with use for this method of transcatheter laser revascularization.

The research involves 946 patients aged 29–81 (average age 74) suffering from various types of cerebral atherosclerosis. 568(60,04%) patients underwent transcatheter treatment – Test Group. 378 (39,96%) patients underwent conservative treatment – Control Group. The examination plan included laboratory diagnostics, assessment CDR, MMSE, IB, cerebral SG, REG, CT, MRI, MRA, MUGA. To restore the blood supply, the method of transcatheter laser revascularization was applied; high-energy pulsed lasers were used for major intracranial arteries treatment, and low-energy CW lasers – for distal intracranial branches treatment.

Test Group: 459(80,81%) patients had good clinical outcome, 91(16,02%) – satisfactory clinical outcome, 18(3,17%) – relatively satisfactory clinical outcome; relatively positive clinical outcome was not obtained in any case. Control Group: good clinical outcome was not obtained in any case; 65(17,20%) patients had satisfactory clinical outcome, 121(23,26%) – relatively satisfactory clinical outcome; 192(50,79%) – relatively positive clinical outcome.

*Адрес для корреспонденции (Correspondence to): Максимович Иван Васильевич (Maksimovich I.V), e-mail: carvasc@yandex.ru

The method of transcatheter laser revascularization of cerebral vessels is a physiological, effective and low-invasive treatment for patients suffering from atherosclerosis of the brain. Obtained results last up to 10 years and more; it causes regression of mental and motor disorders, promotes regression of dementia and largely improves patients' quality of life; it has virtually no alternative – which makes the proposed method significantly different from conservative treatment methods.

Введение

Цереброваскулярный атеросклероз приводит к нарушениям кровоснабжения, прогрессирующей ишемии головного мозга, что, в свою очередь, вызывает развитие ментальных, когнитивных, двигательных нарушений, и, в конечном итоге, приводит к развитию инсультов, инвалидизации и смерти [1–3]. Ежегодная смертность от инсульта, только в США составляет порядка 800 тысяч человек [4].

Головой мозг самый высоко кровоснабжаемый орган, он занимает первое место в организме по кровоснабжению, в связи с чем, его ткани очень чувствительны к снижению кровотока [5]. Несмотря на то, что ангиоархитектоника головного мозга достаточно разнообразна и сложна, долгое время считалось, что основное значение в кровоснабжении играют крупные экстракраниальные и интракраниальные артериальные ветви, и что атеросклеротическое поражение именно этих ветвей приводит к ишемическим нарушениям [6, 7]. Конечно, значение магистральных ветвей достаточно высоко, но они выполняют транспортную функцию и только доставляют кровь. Медленно развивающиеся окклюзии двух, а то и трех экстракраниальных сосудов часто протекают без выраженной симптоматики и не приводят к фатальным исходам [2]. В нормальных условиях особо важное значение в кровоснабжении и обменных процессах церебральной ткани выполняет интракраниальное артериальное и капиллярное русло [2, 6]. В норме у человека количество капилляров в 1 кубическом сантиметре ткани головного мозга достигает 3–4 тысяч [5]. Физиологией человека обусловлено, что в случае развития ишемических процессов, стимулируется естественный ангиогенез, происходит перестройка кровоснабжения головного мозга, большое значение приобретает коллатеральное русло, которое позволяет обходным путем доставить кровь в ишемизированные участки, при этом коллатеральные ветви так же имеют свою капиллярную сеть [2, 8]. При развитии ишемии очень важно, на сколько быстро протекает ангиогенез и начинает функционировать коллатеральное русло [9].

В определенных ситуациях развитие церебрального атеросклероза протекает достаточно медленно, при этом обычно имеет более распространенный характер, поражая многие мелкие артериальные ветви [2]. Процесс вызывает длительную хроническую ишемию, приводящую к медленно нарастающим нейродеге-

неративным изменениям, сопровождающимся атрофическими изменениями ткани, нарастающими ментальными и когнитивными нарушениями [2, 8, 9]. Часто этот процесс сопровождается множественными рассеянными лакунарными микро инсультами, которые протекают достаточно незаметно, без выраженных ишемических атак [5].

Консервативное лечение церебральных ишемических нарушений бывает эффективно только на ранних стадиях заболевания, когда стенотические поражения не имеют выраженного и распространенного характера. В последние годы все чаще появляются работы, посвященные успешному транскраниальному использованию лазерного излучения в лечении последствий ишемических инсультов [10, 11], черепно-мозговых травм и деменции [12–14]. Авторы указывают на хороший нейротективный эффект, проводимого лечения, способствующий успешной нейрореабилитации, но необходимо отметить, что данные методы лечения также эффективны на нетяжелых, ранних стадиях заболевания. При усугублении поражений больным требуется проведение транскатетерных или реконструктивных операций [15].

Проведение реконструктивных сосудистых операций, хорошо себя зарекомендовало на экстракраниальных сосудах [16,17]. При интракраниальном поражении проведение подобных операций достаточно затруднено в связи с анатомическими особенностями и малым диаметром сосудов. Выполнение реконструктивных операций по созданию экстра-интракраниальных артериальных анастомозов не всегда бывает эффективно, и последние годы идут споры о целесообразности их проведения [18].

На экстракраниальных отделах брахиоцефальных ветвей хорошо себя зарекомендовали интервенционные методы лечения, такие как баллонная ангиопластика и различные виды стентирования [17,19]. Проведение вмешательств на интракраниальных артериях чаще проводится в острых состояниях и ограничивается только проксимальными отделами сосудистого русла [20–24]. Проведение вмешательств на дистальных отделах, имеющих малый диаметр, несет определенные сложности, связанные с доступом.

В существующей ситуации сохраняется необходимость в разработке новых транскатетерных методов лечения.

Настоящее исследование посвящено изучению возможности восстановления церебрального кровоснабжения у больных, страдающих атеросклерозом головного мозга, как не отягощенным, так и отягощенным развитием малых инсультов, с помощью метода транслюминальной лазерной ревазуляризации, анализу полученных результатов снижения ментальных нарушений и восстановления когнитивных и двигательных функций у этих больных в ближайшем и отдаленном периоде, а так же сравнению эффективности данного метода с консервативными методами лечения.

Материалы и методы

Для проводимого исследования отобрано 946 больных в возрасте от 29 до 81 года (средний возраст 74 года): мужчины составили – 701(74,10%) человек, женщины – 245(25,90%) человек.

Все тестирования и обследования проводились при поступлении больных, далее с интервалом 6-12 месяцев. Лабораторное обследование проводилось по общепринятым в интервенционной нейроангиологии схемам и включало клинические, биохимические и коагулологические исследования. Определение тяжести деменции проводилась в соответствии с классификацией J.C. Morris – The Clinical Dementia Rating (CDR) [25]. Оценка когнитивных нарушений проводилась с помощью Mini-Mental State Examination (MMSE) [26]. Оценка повседневной жизнедеятельности проводилась с помощью The Barthel Index (IB) [27]. Сцинтиграфия (СГ) головного мозга проводилась на гаммакамере фирмы «Ohio Nuclear, США» по классической методике в динамическом и статическом режимах с использованием TC 99M pertechnetat 555. Реоэнцефалография (РЭГ) проводилась на аппарате «Реоспектр-8, Россия» по стандартной автоматической методике с определением нарушений пульсового кровенаполнения в полушариях головного мозга. КТ, МРТ и МРА головного мозга выполнялись на аппаратах «Somatom» (Siemens), «Hi Speed» (GE), «Tomoscan» (Philips), «Apetro Eterna» (Hitachi) по классической методике. Ангиография (АГ) головного мозга выполнялась на аппаратах «Advantx» (GE) по классической методике трансфеморальным доступом. Синхронно, с учетом начала и скорости введения, интракаротидно вводилось 10–12 мл и интравентрикулярно 7–8 мл Омипака 350. Регистрация выполнялась в прямой и боковой проекциях со скоростью 25 кадров в 1 сек, в режиме постоянного вычитания. Далее, проводился покадровый анализ полученных ангиограмм в каждую фазу контрастирования [28]. Анализ плотности капиллярного контрастирования проводился в соответствующую фазу автоматическим методом с помощью компьютерной программы «Angio Vision 2D Perfusion», основанной на определении степени почернения соответствующего участка ткани головного мозга [29].

Для проведения транскатетерного лечения отобрано 568(60,04%) больных, в возрасте от 29 до 80 лет (средний возраст 74 года), мужчины составили 408(71,83%) человек, женщины 160(28,17%) человек – исследуемая группа.

Для проведения консервативного лечения отобрано 378(39,96%) больных в возрасте от 33 до 81 год (средний возраст 75 лет), мужчины составили 259(68,52%) человек, женщины 119(31,48%) человек – контрольная группа.

По данным обследования, у отобранных больных выявлены следующие нарушения: повышенный уровень липидов в крови у 764(80,76%) больных; явления гиперкоагуляции у 735(77,70%) больных; признаки деменции у 264(27,91%) больных; признаки когнитивных нарушений (MMSE ниже 28 баллов) у 242(25,58%) больных; признаки снижения повседневной жизнедеятельности (IB ниже 100 баллов) у 39(4,12%) больных; снижение кровотока в полушариях головного мозга у всех 946 (100%) больных; снижение объемного пульсового кровенаполнения в каротидной и вертебробазиллярной системах у всех 946(100%) больных; отложение солей кальция в стенках церебральных сосудов у 775(81,92%) больных; общие инволютивные изменения коры головного мозга, сопровождающиеся расширением субарахноидального пространства у 758(80,13%) больных; расширение Сильвиевых борозд у 612(64,69%) больных; снижение четкости границ серого и белого вещества головного мозга у 462(48,83%) больных; признаки неокклюзионной гидроцефалии у 412(43,55%) больных; признаки лейкоаоризиса у 161(17,02%) больных; мелкоочаговые (до 2–3 см) постинфарктные кисты головного мозга у 132(13,95%) больных; единичные и множественные микрокисты (до 2–5 мм) у 116(12,26%) больных; отсутствие постинфарктных кист на фоне атеросклеротических поражений у 698(73,78%) больных (нельзя исключить, что у этих больных имелось наличие крайне мелких кист, размер которых меньше разрешающей способности используемой аппаратуры); множественные атеросклеротические стенозирующие или окклюзионные поражения в бассейне передней, средней или задней мозговых артерий у всех 946(100%) больных. Из них двухстороннее поражение выявлено у 912(96,41%) пациентов.

В отдаленном периоде (2–10 лет) повторно обследовано 482(50,95%) пациента. Из них пациенты исследуемой группы составили 286(59,34%) человек, пациенты контрольной группы составили 196(40,66%) человек.

Исследуемая группа. Эффективность и безопасность метода транслюминальной лазерной ревазуляризации доказана в проведенных ранее экспериментальных и клинических исследованиях [2, 9, 30–34].

Для проведения ревазуляризации магистральных интракраниальных артерий использовались высокоэнергетические импульсные лазерные установки на

парах меди «КЛЕН» Россия (длина волны 510 и 580 нм, энергия в импульсе 1,5 мДж, частота повторения импульсов 8 кГц, средняя мощность 5–25 Вт.), YAL лазер «ЛАГЕН-3» Россия (вторая гармоника, длина волны 539 нм, энергия в импульсе 1,5–2,0 мДж, частота повторения импульсов 10–15 кГц, средняя мощность 15–30 Вт). Для проведения реваскуляризации дистальных интракраниальных ветвей использовались низкоэнергетические непрерывные гелий-неоновые лазерные установки «УЛФ-01» Россия (длина волны 633 нм, мощность 45 мВт).

Суть метода заключается в следующем:

Под местной анестезией, по классической методике Сельдингера, пунктируется и катетеризируется общая бедренная артерия с установкой интродьюсера диаметром 6–9F. Через этот интродьюсер и коаксиально проведенные проводниковые катетеры, установленные в общей и далее внутренней сонной или вертебральной артерии, заводится тонкий, гибкий, оптоволоконный световодный инструмент, диаметром от 50 до 200 микрометров, соединенный с лазерной установкой. Световодный инструмент подводится к месту поражения внутримозговых артерий, после чего производится лазерное воздействие. Дистальный торец световодного инструмента постоянно омывается гепаринизированным физиологическим раствором. Учитывая специфику лазерного воздействия на атеросклеротические ткани и сосудистую стенку [23, 25, 26], применения средств дистальной защиты не требуется. Для осуществления рентгенотелевизионного контроля, периодически, малыми дозами вводится рентгеноконтрастное вещество. Время воздействия зависит от характера атеросклеротического поражения, типа используемой лазерной установки и, в общей сложности, составляет время от 30 секунд до 40 минут. После проведения эндоваскулярного вмешательства пациенту по вышеописанной методике проводится повторная церебральная ангиография, по результатам которой судят о степени реваскуляризации и восстановления церебрального васкулярного русла [2, 23, 30]. Мы допускаем, что в случае, если после первой попытки вмешательства, церебральный кровоток недостаточно восстановлен, манипуляцию можно повторить, но при проведении данных транскатетерных вмешательств это не потребовалось.

Руководствуясь данными АГ, а так же учитывая то, что атеросклероз это системное заболевание и поражения развиваются в различных бассейнах, транскатетерные вмешательства обычно проводились с двух сторон с целью улучшения кровоснабжения всего головного мозга. Такой подход позволяет добиться не только прямой реваскуляризации, но и дает возможность улучшить кровоснабжение за счет коллатерального русла из контрлатерального сосудистого бассейна [9, 24]. После проведенного транскатетерного лечения больные получали обычную дезагригантную, антикоагу-

лянтную, сосудорасширяющую и ноотропную терапию, включающую Aspirin, Heparin, непрямые антикоагулянты (в зависимости от показателей свертывающей системы крови), Pentoxifylline 100 мг, Complamin 150 мг, Inosin 200 мг Nootropil (Piracetam) 1200 мг (или Gliatilin 1000 мг.) внутривенно, капельно, №10–15, с последующим переводом на таблетированные формы. В последующем курсы лечения повторялись 2 раза в год по 1–2 месяца.

Контрольная группа. Больным контрольной группы проводилось терапевтическое лечение по аналогичным схемам и дозам применяемых препаратов. В последующий период времени больным так же проводились повторные курсы инфузионной терапии и таблетированных препаратов 2 раза в год на протяжении 1–2 месяца.

Результаты

Полученные результаты после проведенного лечения подразделялись на следующие группы:

- Хороший клинический результат – практически полное восстановление ментальных и двигательных функций.
- Удовлетворительный клинический результат – неполное восстановление ментальных и двигательных функций.
- Относительно удовлетворительный клинический результат – частичное восстановление ментальных и двигательных функций.
- Относительно положительный клинический результат – отсутствие отрицательной динамики с незначительным восстановлением ментальных и двигательных функций.

Исследуемая группа. Хороший непосредственный ангиографический результат, проявляющийся в восстановлении проходимости и просвета сосудов, а так же коллатеральной реваскуляризации на стороне с более выраженным атеросклерозом, получен у 546 (96,13%) пациентов. Улучшение кровоснабжения полушарий головного мозга за счет коллатеральной реваскуляризации из контрлатерального сосудистого бассейна получен у 542(95,42%) пациентов, при этом отрицательного эффекта не наблюдалось.

По данным СГ улучшение кровотока в полушариях головного мозга, получено у всех 568(100%) больных, при этом полученная положительная динамика сохранялась в течение всего периода наблюдения.

По данным РЭГ улучшение объемного пульсового кровенаполнения в каротидных и вертебробазиллярных бассейнах получено у всех 568(100%) пациентов, при этом полученная положительная динамика сохранялась в течение всего периода наблюдения.

В последующий период – 12–24 месяца по данным КТ и МРТ выявлено:

- общие инволютивные изменения коры головного

мозга из 515 пациентов снизились у 494(95,92%) пациентов;

- сужение Сильвиевых борозд из 406 пациентов отмечено у 384(94,58%) пациентов;
- тенденция к восстановлению четкости границ серого и белого вещества головного мозга из 307 пациентов выявлена у 204 (66,45%) пациентов;
- снижение признаков неокклюзионной гидроцефалии из 274 пациентов выявлено у 178(64,96%) пациентов;
- признаки лейкоариозиса из 107 пациента выявлены у 99(92,52%) пациентов;
- признаки остаточных явлений мелкоочаговых постишемических кист головного мозга из 88 пациентов выявлены у 12(13,64%) пациентов;
- единичных и множественных микрокист не выявлено ни в одном случае;

Необходимо отметить, что в более отдаленном периоде времени (2–10 лет) полученная положительная динамика сохранялась, что свидетельствует о дальнейшем процессе восстановления церебральной ткани.

Повторная церебральная ангиография или МРА выполнены с интервалом в 2–10 лет после проведенного лечения у 72(12,68%) пациентов:

- сохранение проходимости и просвета восстановленных сосудов, а так же усиление коллатеральной реваскуляризации получены у 69(95,83%) пациентов;
- сохранение улучшенного кровоснабжения за счет коллатеральной реваскуляризации из контрлатерального бассейна получено у 67(93,06%) пациентов.

Клинические результаты оценивались в различные сроки после проведенного транскатетерного вмешательства. Восстановление ментальных, и двигательных функций в значительной степени зависело от тяжести исходных ишемических нарушений и сроков проведения транскатетерного вмешательства после проявления симптомов заболевания.

Через 2–6 месяцев после проведенного лечения получено:

- хороший клинический результат у 459(80,81%) пациентов;
- удовлетворительный клинический результат у 91 (16,02%) пациента;
- относительно удовлетворительный клинический результат у 18(3,17%) пациентов;
- относительно положительный клинический результат не был получен ни в одном случае.

В отдаленные сроки (2–10 лет) повторно обследовано 286 (62,31%) пациентов, полученная положительная динамика сохранялась у подавляющего числа пролеченных пациентов:

- хороший клинический результат сохранен у 212 (92,98%);
- удовлетворительный клинический результат сохранен у 48(92,31%);
- относительно удовлетворительный клинический результат сохранен у 5(83,33%);

Клинический пример 1

Большая Х. 60 лет перенесла малый ишемический инсульт правой гемисферы, в результате развились частичный левосторонний гемипарез, снижение памяти, вестибулярные расстройства. Через 2 месяца

Таблица 1. Сравнительная характеристика клинических результатов, полученных после проведенного лечения у пациентов исследуемой и контрольной группы

Категории	Совокупные/Агрегированные показатели: Краткосрочный период					Совокупные/Агрегированные показатели: Отдаленный период			
	Группы	Частота	Кумулят. частота	Процент	Кумулят. процент	Частота	Кумулят. частота	Процент	Кумулят. процент
относительно полож. клинический результат	Иssl.	0	0	0	0	1	1	0,34965	0,3497
относительно удовл. клинический результат	Иssl.	18	18	3,16901	3,1690	9	10	3,14685	3,4965
удовл. клинический результат	Иssl.	91	109	16,02113	19,1901	64	74	22,37762	25,8741
хороший клинический результат	Иssl.	459	568	80,80986	100,0000	212	286	74,12587	100,0000
относительно положит. клинический результат	Контр.	192	192	50,79365	50,7937	144	144	73,46939	73,4694
относительно удовл. клинический результат	Контр.	121	313	32,01058	82,8042	38	182	19,38776	92,8571
удовл. клинический результат	Контр.	65	378	17,19577	100,0000	14	196	7,14286	100,0000

Примечание: Исходные данные, распределение которых приведено в сводной таблице, анализировались с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни. Проведенный статистический анализ показал, что на момент начала терапии значимых различий между исследуемой и контрольной группой не наблюдалось ($p = 0,12$), в то время как после проведенной терапии эти различия становились значимыми ($p < 0,01$). Анализ динамики данного показателя с помощью критерия Манна-Уитни также выявил значимые различия между группами: эффект терапии в исследуемой группе значимо выше, чем в контрольной ($p < 0,01$).

после развития инсульта признаков деменции нет, когнитивные нарушения на уровне – MMSE-26 баллов, уровень повседневной жизнедеятельности – IB-90 баллов. При проведении КТ головного мозга выявлено умеренное расширение субарахноидального пространства, небольшая неоднородная постишемическая киста правой гемисферы (рис. 1) При проведении СГ и РЭГ выявлено достаточно выраженное снижение кровотока и пульсового кровенаполнения с преобладанием процесса справа.

При проведении церебральной АГ выявлены множественные окклюзии дистальных ветвей правой средней мозговой артерии, множественное, рассеянное стенозирование интракраниальных ветвей (рис. 2).

Больной проведена транскатетерная лазерная ревакуляризация сначала правого, а затем левого полушария. При проведении послеоперационной церебральной ангиографии выявлено: проходимость и просвет дистальных ветвей правой средней мозговой артерии полностью восстановлены, выраженная коллатеральная ревакуляризация (рис. 3).

При проведении повторных СГ и РЭГ отмечена положительная динамика кровотока и пульсового кровенаполнения в обоих полушариях головного мозга.

Через 1 месяц у больной отмечалось восстановление двигательных, когнитивных функций и профессиональных навыков. MMSE-30 баллов, IB-100 баллов, больная возвратилась к профессиональной деятельности.

Через 12 месяцев, при повторной КТ головного мозга выявлено восстановление субарахноидального про-

странства, уменьшение размеров постишемической кисты с признаками восстановления структуры церебральной ткани (рис. 4).

Через 6 лет после проведенного транскатетерного лечения, жалоб больная не предъявляет, признаков деменции нет, активно занимается интеллектуальной деятельностью, когнитивных нарушений нет, IB-100. При проведении КТ головного мозга признаков постишемической кисты нет, структура церебральной ткани правого полушария восстановлена (рис. 5).

При проведении церебральной МРА (рис. 6) выявлено: проходимость и просвет дистальных ветвей правой внутренней сонной артерии полностью сохранены, отмечено дальнейшее прогрессирование коллатеральной ревакуляризации.

Контрольная группа. Непосредственно после проведенного курса консервативного лечения у больных отрицательной динамики не было, отмечалась отдельная положительная динамика, проявляющаяся снижением ментальных и двигательных нарушений.

По данным СГ и РЭГ частичное улучшение кровотока и пульсового кровенаполнения в полушариях головного мозга наблюдалось у 253 (66,93%) больных. Улучшение не носило стабильный характер и при последующем обследовании через 12–36 месяцев у 128(65,31%) отмечался частичный регресс.

По данным КТ и МРТ в первые 12–24 месяцев после проведенного курса лечения существенного снижения инволютивных изменений в ткани головного мозга не отмечалось. В более отдаленный период

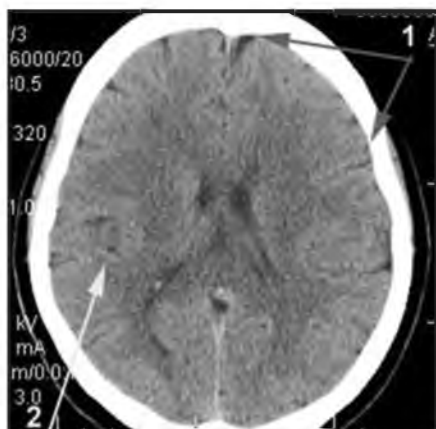


Рис. 1. Пациент X, женщина, 60 лет. КТ головного мозга до проведения эндовакулярного лечения:
1. Умеренное расширение субарахноидального пространства;
2. Небольшая неоднородная постишемическая киста в бассейне правой средней мозговой артерии.

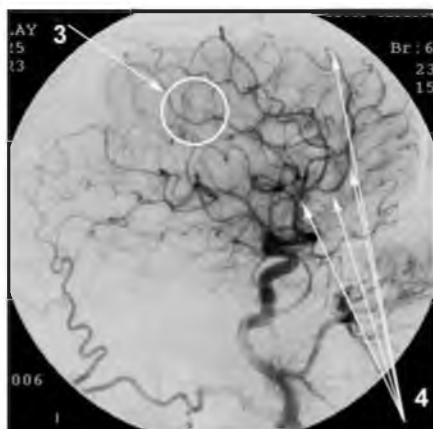


Рис. 2. Тот же пациент X. АГ правой внутренней сонной артерии (боковая проекция) до проведения эндовакулярного лечения:
3. Окклюзии дистальных ветвей правой средней мозговой артерии;
4. Множественное стенозирование интракраниальных ветвей.



Рис. 3. Тот же пациент X. АГ правой внутренней сонной артерии (боковая проекция) после проведения эндовакулярного лечения: Восстановление проходимости и просвета дистальных ветвей правой средней мозговой артерии, выраженная коллатеральная ревакуляризация.

у 137(69,90%) пациентов наблюдалось усиление инволютивных изменений.

Повторная церебральная АГ или МРА выполнены с интервалом в 2 – 10 лет после проведенного лечения у 34(9,00%) пациентов, из них у 31(91,18%) больного выявлено дальнейшее прогрессирование атеросклеротического процесса.

Клинические результаты

В раннем периоде (2-6 месяцев) и позднем периоде (2–10 лет) после проведенного лечения получено:

- хороший клинический результат не получен ни в одном случае.
- удовлетворительный клинический результат получен у 65(17,20%) пациентов, из которых в позднем периоде обследовано 36 пациентов, результат сохранен у 14(38,88%);
- относительно удовлетворительный клинический результат у 121(23,26%) пациента, из которых в позднем периоде обследовано 74, результат сохранен у 34(45,95%);
- относительно положительный клинический результат у 192(50,79%) пациентов, из которых в позднем периоде обследовано 86, результат сохранен у 40(46,51%);

Клинический пример 2

Больной К. 61 год – жалобы на снижение памяти, снижение интеллекта, периодические вестибулярные расстройства, признаков деменции нет, когнитивные нарушения на уровне – MMSE - 26, уровень повседневной жизнедеятельности IB – 95 баллов. При проведении КТ головного мозга выявлены признаки инволю-

тивных изменений: расширение субарахноидального пространства, расширение конвекситальных борозд, расширение желудочков, повышение «прозрачности» белого вещества перивентрикулярных отделов, множественные мелкие кальцификаты в проекции передних мозговых артерий, очаги демиелизации кортикальных отделов лобных долей (**рис. 7**).

При проведении СГ и РЭГ выявлено достаточно выраженное снижение скорости мозгового кровотока и пульсового кровенаполнения. При проведении церебральной МР ангиографии выявлено множественное стенозирование интракраниальных ветвей (**рис. 8**).

Больному проведен курс консервативного лечения. Клинически отмечается уменьшение вестибулярных расстройств. При проведении СГ и РЭГ отмечена некоторая положительная динамика скорости мозгового кровотока и пульсового кровенаполнения. В последующий период курсы консервативного лечения проводились по 2 раза в год.

Через 3 года клинически сохраняется некоторая положительная динамика, четких признаков деменции нет, выраженность когнитивных нарушений сохраняется на уровне MMSE-27 баллов, уровень повседневной жизнедеятельности IB - 100 баллов. По данным СГ и РЭГ положительная динамика сохраняется. При проведении КТ отмечается дальнейшее нарастание инволютивных изменений (**рис. 9**).

Еще через 3 года на фоне проводимых курсов консервативного лечения клинически положительной динамики нет, уровень деменции CDR-1, выраженность

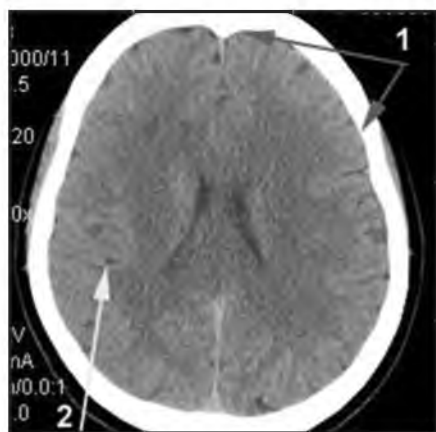


Рис. 4. Тот же пациент X. КТ головного мозга через 12 месяцев после проведения эндовакулярного лечения:

1. Восстановление субарахноидального пространства;
2. Уменьшение размеров постинсультной кисты с признаками восстановления структуры церебральной ткани.

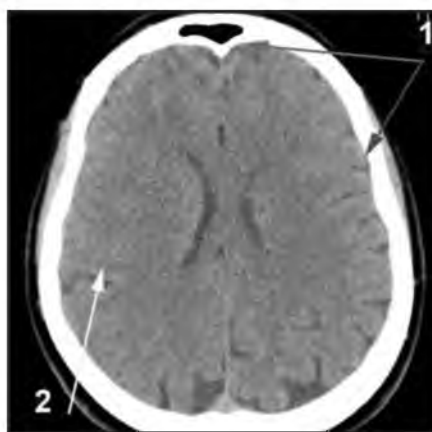


Рис. 5. Тот же пациент X. КТ головного мозга через 6 лет после проведения эндовакулярного лечения:

1. Отсутствие признаков расширения субарахноидального пространства;
2. Отсутствие признаков остаточных явлений постинсультной кисты, структура церебральной ткани правого полушарья восстановлена.

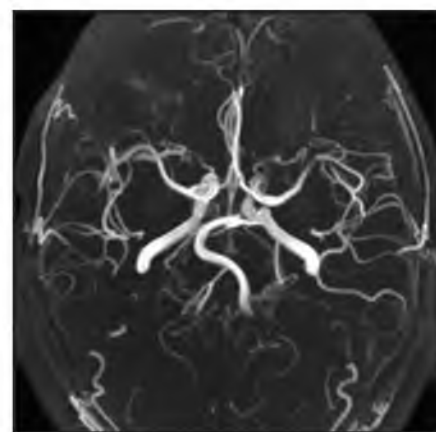


Рис. 6. Тот же пациент X. МРА головного мозга через 6 лет после проведения эндовакулярного лечения. Пройодимость и просвет дистальных ветвей правой внутренней сонной артерии полностью сохранены, отмечено дальнейшее прогрессирование коллатеральной реваскуляризации.

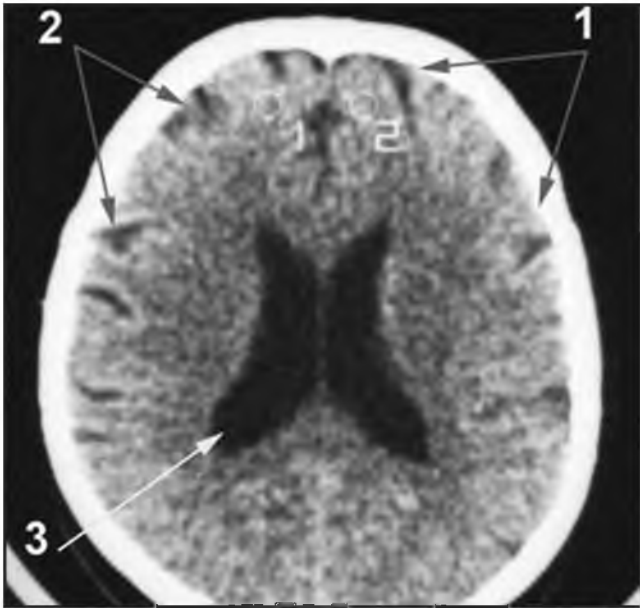


Рис. 7. Пациент К., 61 год. КТ головного мозга до проведения консервативного лечения:
1. расширение субарахноидального пространства;
2. расширение конвексимальных борозд;
3. расширение желудочков.



Рис. 8. Тот же пациент К. МРА головного мозга до проведения консервативного лечения:
4. Множественное стенозирование интракраниальных ветвей.

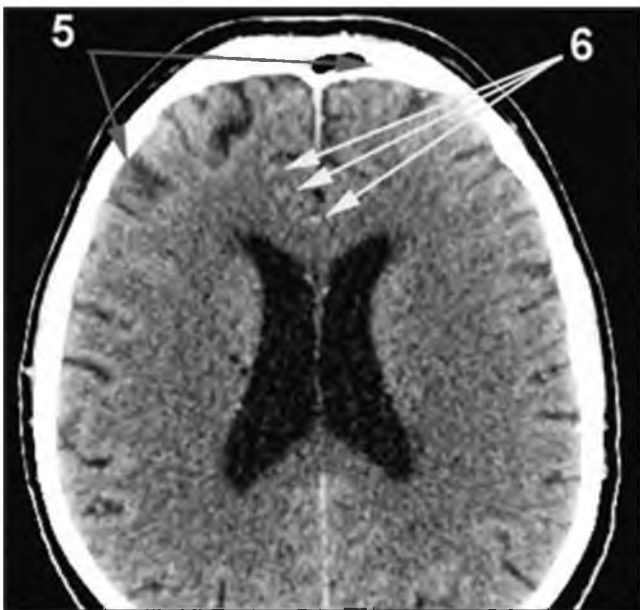


Рис. 9. Тот же пациент К. КТ головного мозга через 3 года после начала консервативного лечения: 5. дальнейшее нарастание инволютивных изменений; 6. множественные мелкие кальцификаты в проекции передних мозговых артерий.



Рис. 10. Тот же пациент К. КТ головного мозга через 6 лет после начала консервативного лечения: дальнейшее нарастание инволютивных изменений.

когнитивных нарушений сохраняется на уровне MMSE-26 баллов, уровень повседневной жизнедеятельности IV - 95 баллов. По данным СГ и РЭГ положительная динамика сохраняется. При проведении КТ отмечается дальнейшее прогрессирование церебральных инволютивных изменений (**рис. 10**).

Обсуждение

Атеросклероз – системное заболевание и, естественно, что при поражении сосудов головного мозга атеросклеротические изменения развиваются в различных артериальных бассейнах, как в правом, так и в левом

полушарии [5]. Процесс может развиваться с различной скоростью, но всегда с 2-х сторон. Двухсторонний характер поражения необходимо учитывать при проведении любых вмешательств как на брахиоцефальных сосудах, так и на сосудах головного мозга [23]. Проведение одностороннего вмешательства не всегда бывает целесообразно [30]. По этой причине при проведении лазерной ревазуляризации головного мозга, основываясь на данных АГ, мы практически всегда проводили вмешательства как с одной, так и с другой стороны. Естественно, что улучшение кровоснабжения более пораженного полушария способствует его функциональному восстановлению. Улучшение кровоснабжения менее пораженного атеросклерозом контрлатерального полушария, так же способствует улучшению его функциональных возможностей и, одновременно, за счет стимуляции коллатерального кровоснабжения улучшает кровоснабжение другого полушария [2, 9, 23, 34]. Таким образом, двухстороннее улучшение кровоснабжения приводит к общему функциональному восстановлению головного мозга.

Прицельное высокоэнергетическое лазерное воздействие позволяет разрушить атеросклеротические ткани и восстановить проходимость и просвет пораженных атеросклерозом сосудов, не оказывая при этом разрушительного действия на сосудистую стенку [9, 23, 33]. Образующиеся при этом продукты распада атеросклеротических тканей имеют крайне малый размер, который составляет 2–6 микрометра [32–34], они утилизируются естественным путем, что не требует использования средств дистальной защиты [24, 34].

Механизм действия низкоэнергетического лазерного воздействия заключается в мощной стимуляции естественного физиологического ангиогенеза, вызывающего коллатеральную и капиллярную ревазуляризацию тканей [2, 34–38]. Одновременно с этим, достаточно глубоко проникающая лазерная энергия, стимулирует обменные процессы в нейронах, повышая их энергетический ресурс за счет воздействия на митохондрии и оказывая нейропротективное действие [34]. Эти данные подтверждаются работами многих авторов, проводивших как экспериментальные, так и клинические исследования по экстракраниальному

лазерному воздействию на головной мозг [11–15, 39, 40]. Последующее после проведенного лечения, постепенное увеличение массы ткани головного мозга, свидетельствует о развивающихся регенеративных процессах в его ткани [34, 39, 41]. Наши данные так же косвенно подтверждаются экспериментальными и клиническими исследованиями, в которых доказывается развитие регенеративных процессов в ткани головного мозга [42].

Консервативные методы лечения, при атеросклеротических поражениях головного мозга, не позволяют добиться выраженной и стойкой церебральной ревазуляризации. Они только позволяют в определенной степени улучшить его кровоснабжение и обменные процессы. Получаемый терапевтический эффект не продолжителен и, в основном, связан с частичным улучшением обменных процессов, но этого часто бывает недостаточно для функционального восстановления ишемизированного головного мозга.

Выводы

Метод транскатетерной лазерной ревазуляризации головного мозга является физиологичным, эффективным и малотравматичным методом лечения больных, страдающих церебральным атеросклерозом и хронической цереброваскулярной недостаточностью. Метод позволяет восстанавливать проходимость и просвет различных по диаметру сосудов, одновременно он стимулирует естественный ангиогенез, вызывает коллатеральную и капиллярную ревазуляризацию как в ишемизированной области, так и близ расположенных тканей, способствует развитию репаративных процессов в церебральной ткани, что, в свою очередь, способствует функциональному восстановлению головного мозга. Полученный после проведенного транскатетерного лечения эффект сохраняется длительное время (до 10 лет и более). Применение этого метода вызывает регресс ментальных и двигательных нарушений, способствует регрессу деменции и позволяет улучшить качество жизни пациентов. Предлагаемый метод значительно превосходит консервативные методы лечения. ■

Список литературы / References

1. Gillum R.F., Kwagyan J., Obisesan Th.O. Ethnic and Geographic Variation in Stroke Mortality Trends. *Stroke*. 2011; 42(2): 3294–3296.

2. Maksimovich I.V. Transcatheter Treatment of Atherosclerotic Lesions of the Brain Complicated by Vascular Dementia Development. *World Journal of Neuroscience*. 2012; 2(4): 200–209.

3. Frölich A.M., Psychogios N.M., Klotz E., et al. Angiographic Reconstructions From Whole-Brain Perfusion CT for the Detection of Large Vessel Occlusion in Acute Stroke. *Stroke*. 2012; 43: 97–102.

4. Abou-Chebl A. Management of acute ischemic stroke. *Curr Cardiol Rep*. 2013; 15(4): 348–354.

5. Жулев Н.М., Пустозвонцев В.Г., Жулев С.Н.

Цереброваскулярные заболевания. М.: BINOM, 2002.
Gjulev N.M., Pustozertsev V.G., Gjulev S.N. Cerebrovaskuljarnye zabojevanija [Cerebrovascular Diseases]. М.: BINOM, 2002 [In Russ].

6. Qureshi A.I., Caplan L.R. Intracranial atherosclerosis. *Lancet*. 2014; 15, 383 (9921): 984–998.

7. Caplan L.R., Thomas A.J., Inoa V. Interventional treatment of brain ischemia related to intracranial cerebrovascular occlusive lesions. *Curr Opin Neurol*. 2014; 27(1):1–7.

8. Pendlebury S.T., Wadling S., Silver L.E., et al. Transient Cognitive Impairment in TIA and Minor Stroke. *Stroke*. 2011; 42: 3116–3121.

9. Maksimovich I.V. Possibilities of transcatheter treatment of patients after extensive ischemic stroke. *World Journal of Neuroscience*. 2013; 3: 171–185.

10. Hashmi J.T., Huang Y.Y., Osmani B.Z., et al. Role of Low-Level Laser Therapy in Neurorehabilitation, PM&R. 2010; 2, 12 Suppl 2: S292–S305.

11. Naeser M.A., Hamblin M.R. Potential for transcranial laser or LED therapy to treat stroke, traumatic brain injury, and neurodegenerative disease. *Photomed Laser Surg*. 2011; 29(7): 443–446.

12. Song S., Zhou F., Chen W.R. Low-level laser therapy regulates microglial function through Src-mediated signaling pathways: implications for neurodegenerative diseases. *J Neuroinflammation*. 2012; 18(9): 219.

13. Stephan W., Banas L.J., Bennett M., et al. Efficacy of super-pulsed 905 nm Low Level Laser Therapy (LLLТ) in the management of Traumatic Brain Injury (TBI): A case study, *World Journal of Neuroscience*. 2012; 2(4): 231–233.

14. Konstantinovi L.M., Jeli M.B., Jeremi A., et al. Transcranial application of near-infrared low-level laser can modulate cortical excitability. *Lasers Surg Med*. 2013; 45(10):648–653.

15. Klopfenstein J.D., Ponce F.A., Kim L.J., et al. Middle cerebral artery stenosis: endovascular and surgical options. *Skull Base*. 2005; 15(3), 175–189.

16. Takaiwa A., Kuwayama N., Akioka N., et al. Effect of carotid endarterectomy on cognitive function in patients with asymptomatic carotid artery stenosis. *Acta Neurochirurgica*. 2013; 155: 627–633.

17. Altinbas A., Algra A., Martin M., et al. Effects of carotid endarterectomy or stenting on hemodynamic complications in the International Carotid Stenting Study: a randomized comparison. *International Journal of Stroke*, 2014; 9(3): 284–290.

18. Muroi C., Khan N., Bellut D., et al. Extracranial-intracranial bypass in atherosclerotic cerebrovascular disease: Report of a single centre experience. *British Journal of Neurosurgery*. 2011; 25: 357–362.

19. Papanagiotou P., Roth C., Walter S., et al. Carotid artery stenting in acute stroke. *Journal of the American College of Cardiology*. 2011; 58: 2363–2369.

20. Matsumaru Y., Tsuruta W., Takigawa T., et al. Per-

cutaneous Transluminal Angioplasty for Atherosclerotic Stenoses of Intracranial Vessels. *Interv Neuroradiol*. 2004; 10 Suppl 2, 17–20.

21. Derdeyn C.P., and Chimowitz M.I. Angioplasty and Stenting for Atherosclerotic Intracranial Stenosis: Rationale for a Randomized Clinical Trial. *Neuroimaging Clin N Am*. 2007; 17(3): 355–ix.

22. Dorn F. Prothmann S., Wunderlich S., et al. Stent angioplasty of intracranial stenosis: single center experience of 54 cases. *Clin Neuroradiol*. 2012; 22(2):149–156.

23. Максимович И.В. Возможности использования транслюминальной лазерной реваскуляризации сосудов головного мозга в лечении васкулярной деменции. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2013; 7(2): 65–76.

Maksimovich I.V. Vozmozhnosti ispol'zovanija transljuminal'noj lazernoj revaskuljarizacii sosudov golovnoego mozga v lechenii vaskuljarnoj demencii. [Possibilities of Using Transluminal Laser Revascularization of Cerebral Vessels in the Treatment of Vascular Dementia]. *Diagnostic & interventional radiology*. 2013; 7(2): 65–67 [In Russ].

24. Maksimovich I.V. Intracerebral Transcatheter Technologies in the Treatment of Ischemic Stroke. *J Am Coll Cardiol*. 2015; 66:15S.

25. Morris J.C. The Clinical Dementia Rating (CDR): Current version and scoring rules. *Neurology*. 1993; 43: 2412–2414.

26. Folstein M.F., Folstein S.E. and McHugh P.R. «Mini-mental state». A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 1975; 12: 189–198.

27. Mahoney F.I. and Barthel D.M. Functional evaluation: The barthel index. *Maryland State Medical Journal*. 1965; 14: 61–65.

28. Максимович И.В. Способ транслюминальной лазерной реваскуляризации головного мозга при атеросклеротических поражениях. 2297861 патент РФ 2006.

Maksimovich I.V. Sposob transljuminal'noj lazernoj revaskuljarizacii golvnogo mozga pri ateroskleroticheskikh porazhenijah. [Method for carrying out transluminal laser-induced brain revascularization in atherosclerotic injury cases]. 2006; RF Patent No. 2297861 [In Russ].

29. Maksimovich I.V. Method of transluminal laser revascularization of cerebral blood vessels having atherosclerotic lesions. 2006; US Patent No. 7490612.

30. Maksimovich I.V. Transcatheter Treatment of Patients after Extensive Ischemic Stroke. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013; 62(18): S1: B155–B156.

31. Девятков Н.Д., Рабкин И.Х., Максимович И.В. и др. Применение излучения лазера на парах меди для испарения атеросклеротических поражений магистральных артерий in vitro. *Хирургия*. 1986; 4: 116–121.

Deviatkov N.D., Rabkin I.Kh. Maksimovich, I.V. et al. Prime-

ateroskleroticheskikh porazhenij magistral'nyh arterij in vitro. [Use of copper-vapor laser radiation for the evaporation of atherosclerotic lesions of the major arteries in vitro]. *Surgery*. 1986; 4: 116-121 [In Russ].

32. Петровский Б.В., Девятков Н.Д., Рабкин И.Х., Максимович И.В. и др. Разрушение атеросклеротических поражений кадаверных артерий человека излучением лазера на парах меди. *Хирургия*. 1986; 5: 112–116.

Petrovskiy B.V., Deviatkov N.D., Rabkin I.Kh., Maksimovich I.V. et al. Razrushenie ateroskleroticheskikh porazhenij kadavernykh arterij cheloveka izlucheniem lazera na parah medi. [Destruction of arteriosclerotic lesions of human cadaveric arteries by laser irradiation with copper vapors]. *Surgery*, 1986; 5, 112-116 [In Russ].

33. Кулешов Е.В., Максимович И.В. Эндovasкулярная хирургия у пациентов старше 65 лет с распространенным атеросклерозом сосудов таза и нижних конечностей. *Вестник хирургии им И.И. Грекова*. 1994; 152: 27–30.

Kuleshov E.V., Maksimovich I.V. Jendovaskuljarnaja hirkrgija u pacientov starshe 65 let s rasprostranennym aterosklerozom sosdov taza i nizhnih konechnostej. [Endovascular surgery in patients over 65 with disseminated atherosclerosis of the vessels of the pelvis and lower extremities]. *Vestnik Surgery Imeni I. I. Grekova*, 1994; 152: 27–30 [In Russ].

34. Максимович И.В. Транслюминальная лазерная ангиопластика в лечении ишемических поражений головного мозга. Дисс. докт. мед. наук. М., 2004.

Maksimovich I.V. Transljuminal'naja lazernaja angioplastika v lechenii ishemicheskikh porazhenij golovnogo mozga. [Transluminal laser angioplasty in treatment of ischemic lesions of a brain]. M.D. Dissertation, Russian University of Friendship of the People, 2004; Moscow [In Russ].

35. Чизов Г.К., Ковальская Н.И. и Козлов В.И. Эффект энергии излучения гелий-неонового лазера на метаболические индексы миокарда. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 1991; 111: 302–305.

Chizhov, G.K., Kovalskaia, N.I. and Kozlov V.I. Jeffekt jenergii izluchenija gelij-neonovogo lazera na metabolicheskie indeksy miokarda. [The effect of helium-neon laser radia-

tion on the energy metabolic indices of the myocardium]. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*, 1991; 111: 302–305 [In Russ].

36. Козлов В.И., Азизов Г.А. Патофизиологические особенности микроциркуляторных нарушений в хронической артериальной ишемии нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2007; 13: 17–23.

Kozlov V.I., Azizov G.A. Patofiziologicheskie osobennosti mikrocirkuljatornyh narushenij v hronicheskoj arterial'noj ishemii nizhnih konechnostej. [Pathophysiological characteristics of microcirculatory disorders in chronic arterial ischaemia of lower limbs]. *Angiology and Vascular Surgery*. 2007; 13: 17–23 [In Russ].

37. Москвин С.В. Системный анализ эффективности управления биологическими системами низкоэнергетическим лазерным излучением. Дисс. докт. мед. наук. М., 2008.

Moskvin S.V. Sistemnyj analiz jeffektivnosti upravlenija biologicheskimi sistemami nizkojenergeticheskim lazernym izlucheniem. [System analysis of efficiency in controlling biological systems with low-energy laser radiation]. Thesis for Degree of Doctor of Biological Sciences. 2008; City of Tula [In Russ].

38. Mak M.C., Cheing G.L. Immediate Effects of Monochromatic Infrared Energy on Microcirculation in Healthy Subjects. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2012; 30(4): 193–199.

39. Barrett D.W, Gonzalez-Lima F. Transcranial infrared laser stimulation produces beneficial cognitive and emotional effects in humans. *Neuroscience*. 2013; 29(230):13–23.

40. Yang X., Askarova S., Sheng, W., et al. Low energy laser light (632.8 nm) suppresses amyloid-peptide-induced oxidative and inflammatory responses in astrocytes. *Neuroscience*, 2010; 171, 3(15): 859–868.

41. Starck T., Nissild J., Aunio A., et al. Stimulating brain tissue with bright light alters functional connectivity in brain at the resting state. *World Journal of Neuroscience*. 2012; 2: 81–90.

42. Heinrich C., Blum R., Gascyn S., et al. Directing astroglia from the cerebral cortex into subtype specific functional neurons. *PLOS Biology*. 2010; 8, e1000373.