



## К вопросу о механизмах действия рефлексотерапии в остром периоде ишемического инсульта (литературный обзор)

Молчанова Е.Е.<sup>1</sup>, **Полунина В.В.<sup>2</sup>**, Поляев Б.А.<sup>2</sup>, Плотников В.П.<sup>2</sup>, Лобов А.Н.<sup>2</sup>, Парастаев С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Амурская государственная медицинская академия Минздрава России, Благовещенск, Россия

<sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

### Резюме

Высокая степень инвалидизации пациентов, перенесших инсульт, наряду с тяжелыми социально-экономическими потерями обуславливают непреходящую актуальность проблемы ранней реабилитации постинсультных больных. Несмотря на доказанную эффективность различных рефлексотерапевтических технологий в реабилитации пациентов с ишемическим инсультом, лежащие в их основе механизмы остаются не до конца ясными. Целью обзора явился анализ возможных механизмов воздействия акупунктурного вмешательства на основные звенья патогенеза ишемического инсульта, на неврологический дефицит и объем инфаркта головного мозга (на основе публикаций в международных базах данных). Применение акупунктуры в остром периоде ишемического инсульта может улучшить способность к цереброваскулярному резерву, уменьшить выраженность артериальной ригидности и эндотелиальной дисфункции, индуцировать нейропротекцию, вызвать ингибирование клеточного апоптоза и стимулировать нейропластичность, облегчить воспалительную реакцию при острой церебральной ишемии-реперфузии, регулировать обмен нейромедиаторов, медиаторов воспаления и окислительного стресса и др., оказывая, таким образом, воздействие на церебральное кровообращение. Проведенный анализ данных литературы показал, что иглоукалывание вызывает многоуровневую регуляцию посредством сложных механизмов, и одного фактора может быть недостаточно для объяснения положительного эффекта против церебральной ишемии.

**Ключевые слова:** акупунктура, рефлексотерапия, острый период ишемического инсульта, механизмы акупунктуры

**Источник финансирования:** Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Молчанова Е.Е., Полунина В.В., Поляев Б.А., Плотников В.П., Лобов А.Н., Парастаев С.А. К вопросу о механизмах действия рефлексотерапии в остром периоде ишемического инсульта (литературный обзор). *Вестник восстановительной медицины*. 2021; 20 (6): 67–75. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-6-67-75>

**Для корреспонденции:** Молчанова Елена Евгеньевна, e-mail: [helendok@mail.ru](mailto:helendok@mail.ru)

Статья получена: 15.01.2021

Статья принята к печати: 24.10.2021

## On the Question of the Reflexotherapy Action Mechanisms in the Ischemic Stroke Acute Period (Literature Review)

Elena E. Molchanova<sup>1</sup>, **Victoria V. Polunina<sup>2</sup>**, Boris A. Polyayev<sup>2</sup>, Valery P. Plotnikov<sup>2</sup>, Andrey N. Lobov<sup>2</sup>, Sergey A. Parastayev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Amur State Medical Academy, Blagoveshchensk, Russian Federation

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

### Abstract

A high degree of disability in stroke patients, along with severe social and economic losses, determine the enduring urgency of the problem of early rehabilitation for post-stroke patients. Despite the proven effectiveness of the various reflexotherapy techniques in rehabilitation of patients with ischemic stroke, the underlying mechanisms remain unclear. The aim of the review was to analyze the mechanisms of the acupuncture intervention effect on the main links of the ischemic stroke pathogenesis, on neurological deficit and the volume of cerebral infarction (based on publications in international databases). The use of acupuncture in the acute period of ischemic stroke can improve the ability to cerebrovascular reserve, reduce the severity of arterial stiffness and endothelial dysfunction, induce neuroprotection, inhibit cell apoptosis and stimulate neuroplasticity, alleviate the inflammatory response in acute cerebral ischemia, regulate mediators of inflammation and oxidative stress etc., thus improving cerebral blood flow.

The analysis of literature data has shown that acupuncture induces multilevel regulation through complex mechanisms, and one factor may not be enough to explain the positive effect against cerebral ischemia.

**Keywords:** acupuncture, reflexotherapy, acute period of ischemic stroke, acupuncture mechanisms

**Acknowledgments:** The study had no sponsorship.

**Conflict of interest:** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Molchanova E.E., Polunina V.V., Polyayev B.A., Plotnikov V.P., Lobov A.N., Parastayev S.A. On the question of the Reflexotherapy Action Mechanisms in the Ischemic Stroke Acute Period (Literature Review). *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2021; 20 (6): 67-75. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2021-20-6-67-75>

**For correspondence:** Elena E. Molchanova, e-mail: helendok@mail.ru

**Received:** Jan 15, 2021

**Accepted:** Oct 24, 2021

Актуальность проблемы ранней реабилитации больных, перенесших инсульт, обусловлена не только высокой степенью инвалидизации этой категории пациентов, но и тяжестью социально-экономических потерь. Если в европейских странах ежегодные затраты на восстановление одного постинсультного больного составляют от 26 до 40 тысяч евро, то в нашей стране они могут быть еще выше (ввиду дороговизны лекарственных препаратов), соответственно многие пациенты могут не получить медицинской помощи в достаточном объеме [1]. Эффективность реабилитации постинсультных больных напрямую зависит от правильной организации лечебного процесса уже в остром периоде, поскольку иначе риск возникновения необратимых анатомических и физиологических изменений и, соответственно, тяжесть развивающегося неврологического дефекта существенно возрастают, даже при наличии признаков благоприятного прогноза в отношении восстановления при проведении нейровизуализации на начальном этапе [2].

Еще один немаловажный аспект проблемы – это вероятность повторного инсульта, которая возрастает у постинсультного пациента более чем в 10 раз, в связи с чем огромное значение приобретает вторичная профилактика цереброваскулярных заболеваний, которую начинать необходимо как можно раньше, сразу после развития первого острого эпизода [3]. Следовательно, оптимизация восстановительного лечения больных, перенесших инсульт, остаётся актуальной проблемой современной сосудистой неврологии, и одним из путей ее решения является совершенствование немедикаментозных реабилитационных технологий, из которых все более широкое применение в медицинской неврологической практике находит рефлексотерапия, использование которой сопровождается весьма незначительными материальными затратами и минимальным риском развития побочных эффектов.

Обширный поиск в электронных базах данных, проведенный с целью выявления всех опубликованных научных статей, исследовательских работ и экспериментальных результатов, касающихся системы меридианов, точек акупунктуры и механизмов действия акупунктуры, из англоязычных и китайских журналов с момента создания до настоящего времени, показал, что исследователи за полвека обнаружили много фактической информации о меридиональной системе, акупунктурных точках, нейромедиаторах и акупунктурной анальгезии, нейрогормональном механизме и т.д. Все эти важные открытия способствовали прояснению тайн меридиональной системы и действия акупунктуры, но все еще не дали неопровержимого научного объяснения, что обуславливает необходимость дальнейших скоординированных исследований для изучения более правдоподобного и научно обоснованного объяснения системы меридианов и действия акупунктуры [4].

Несмотря на то, что эффективность различных рефлексотерапевтических технологий в реабилитации па-

циентов с ишемическим инсультом (ИИ) доказана многочисленными исследованиями [5, 6], патогенетические механизмы, лежащие в основе их терапевтического воздействия не до конца изучены [7], чем и объясняется проводимая в настоящее время активная исследовательская деятельность в отношении механизмов действия акупунктуры при ИИ.

**Целью** настоящего обзора явился анализ (на основе публикаций в международных базах данных преимущественно за последние 5 лет) возможных механизмов воздействия методов рефлексотерапии на основные звенья патогенеза ИИ, а также механизмов влияния акупунктурного вмешательства на неврологический дефицит и объем инфаркта головного мозга.

В процессе акупунктуры точек возникает ряд биомолекулярных и биофизических (биологических) реакций, которые можно объединить в четыре основных механизма, а именно локальное воспаление, развивающееся вокруг места пункции иглы, межклеточная передача, кожно-сомато-висцеральный рефлекс и нервно-мышечная передача [8].

Полученные в результате применения акупунктурных точек эффекты можно объяснить происходящими в организме патофизиологическими процессами. При ИИ в центральной нервной системе происходит образование двух основных зон, характеризующихся поражением клеток: в одной из них гибель клеток происходит немедленно (зона ишемического ядра), а в другой структура ткани не повреждена, несмотря на первоначальное повреждение и нарушение функции (зоны пенумбры, или ишемической полутени). Именно зона ишемической полутени, ввиду обратимости происходящих в ней патологических процессов, является наиболее важной целью терапии в остром периоде ИИ [9, 10].

### Акупунктура и нейрогенез

Иглоукальвание стимулирует пролиферацию клеток центральной нервной системы при ИИ через два различных механизма: во-первых, это нейрогенез, который ограничивается нейрогенной областью (субвентрикулярная зона латерального желудочка и зубчатая извилина гиппокампа); во-вторых, акупунктура увеличивает пролиферацию клеток в тканях, подвергшихся ишемии, а также в нескольких других зонах, прилегающих к повреждению [10]. Потенциальным механизмом полного или частичного регресса нарушенного моторного и когнитивного функционирования и, соответственно, потенциальной целью лечения, может являться существенная структурная перестройка в лобных областях [11], а также выраженные изменения в чувствительной, двигательной и эмоциональной зонах (включая лобную долю, среднюю височную извилину, мозжечок и инсую), которые способны вызвать иглоукальвание, и что может отражать специфический механизм акупунктуры [12]. Терапевтическое воздействие, которое оказывает акупунктура на функциональные на-

рушения при неврологических заболеваниях, объясняя стимулирующим воздействием иглоукалывания в определенных точках, способным активировать периферические нервы и запускать экспрессию различных нейротрофических факторов в головном мозге, которые, в свою очередь, индуцируют аутокринную или паракринную передачу сигналов, стимулирующих нейрогенез [13]. Экспериментальные исследования [14, 15, 16] показали, что защитное воздействие на ткани мозга (через уменьшение неврологического повреждения, площади инфаркта и апоптоза) оказывает терапия иглоукалыванием в сочетании с умеренной гипотермией. В другом эксперименте доказано, что протекторный эффект на ультраструктурное повреждение нейронов, связанное с локальной церебральной ишемией и реперфузией у крыс, оказывает акупунктурное вмешательство, выполненное через 3 часа после реперфузии [17]. В одной из экспериментальных моделей инсульта нейропротекция при проведении электроакупунктуры была связана с активацией парасимпатической нервной системы [18].

#### **Акупунктура и цереброваскулярный резерв**

Известно, что более точным (чем степень стеноза внутренней сонной и средней мозговой артерии) предиктором инсульта может служить цереброваскулярный резерв (CVR), определяемый как увеличение мозгового кровотока в ответ на сосудорасширяющий стимул, что отражает способность головного мозга поддерживать адекватный кровоток в условиях снижения перфузии, вызванной артериальным стенозом [19]. Согласно гипотезе, выдвинутой китайскими исследователями [7], акупунктура может улучшать способность к CVR у пациентов в остром периоде ИИ, и, возможно, это один из механизмов, лежащих в основе эффектов иглоукалывания у таких больных. По наблюдению авторов кровопускание в точках головы оказалось более эффективно для достижения этой цели, чем укалывание 12 дистальных точек-колодцев на конечностях. Адекватный CVR также имеет решающее значение для предупреждения развития, прогрессирования и рецидива церебрального ИИ [7].

#### **Акупунктура и возраст-ассоциированные изменения сосудов**

Последние годы в литературе активно обсуждается роль повышения артериальной жесткости и эндотелиальной дисфункции, которые, являясь основными возраст-ассоциированными изменениями сосудов, играют определяющую роль в патогенезе острых цереброваскулярных и сердечнососудистых катастроф, поскольку создают метаболически и ферментативно активную среду, способствующую прогрессированию заболеваний сосудов [20]. Поэтому возможность коррекции возраст-ассоциированных изменений сосудов можно рассматривать не только как одну из основных задач патогенетического воздействия в остром периоде ИИ, но и как возможность профилактики повторных сосудистых катастроф.

В подтверждение этой гипотезы, китайскими учеными из Гонконга была установлена связь снижения окислительного стресса, повышения биодоступности оксида азота и воздействия на функцию эндотелия при гипертонии с электроакупунктурой в точках Zusanli ST 36 и Taichun LR 3 [21], а значимые ( $p < 0,05$ ) изменения в реоэнцефалограмме, реологии крови, уровне липидов крови и эндотелина-1 в сыворотке, доказанные исследователями Nanjing University of Traditional Chinese Medicine, вызывались электроакупунктурой точек кожи головы, что явилось дополнительным подтверждением связи те-

рапевтического механизма скальптерапии с улучшением мозгового кровообращения [22]. Корейские авторы доказали связь циклооксигеназа-2-зависимого механизма со способностью электроакупунктуры предотвращать эндотелиальную дисфункцию, индуцированную ишемией-реперфузией [23]. В группе больных, ранняя реабилитация которых была оптимизирована курсом рефлексотерапии, улучшение показателей артериальной жесткости были получены в 82,5 % случаев, по сравнению с 48 % в контрольной ( $p=0,042$ ), средние показатели CAVI (cardio-ankle vascular index – сердечно-лодыжечного сосудистого индекса жесткости сосуда) улучшились на 11 % ( $p=0,02$ ), тогда как в группе контроля сохранялись примерно на том же уровне, а также наблюдалось снижение на 46 % ( $p<0,05$ ) уровня эндотелина-1, по сравнению с 21 % ( $p > 0,05$ ) в контрольной группе [24].

#### **Воздействие основных акупунктурных точек на патофизиологические механизмы при ишемическом инсульте**

Проведены также многочисленные исследования по изучению воздействия основных акупунктурных точек на патофизиологические механизмы при ИИ (табл. 1).

Так, значительное активирующее влияние на функционирование префронтальной коры головного мозга может оказать введение иглы в точку Hegu LI 4 [25]. Уменьшить отек мозга, являющийся в основном следствием нарушения гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), способно кровопускание из двенадцати точек Jing, что может стать перспективной стратегией лечения острого ИИ в будущем [26]. Уменьшение объема инфаркта головного мозга у крыс с церебральной ишемией (по крайней мере, частично ввиду снижения окислительного стресса) вызывала лазерная акупунктура точки Baihui GV20, значительно снижая уровень малонового диальдегида, а также увеличивая активность каталазы, глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы у крыс с церебральной ишемией [27].

Понижение экспрессии мРНК гомологичного белка (СНОР) и каспазы-12 и торможение апоптоза клеток [28], возможно, является механизмом, лежащим в основе эффективного уменьшения объема инфаркта мозга, и, соответственно, нейропротекторной роли [29] электроакупунктуры точек Neiguan PC 6 и Baihui GV 20 [28], а также Zusanli ST 36 и Shangjuxu ST 37 [29] в экспериментальных исследованиях.

Подтверждением иммунорегулирующего влияния точек акупунктуры явилась способность регулировать уровни сывороточных интерлейкинов ИЛ-6 и ИЛ-8 воздействие на точки Baihui GV 20 и Dazhui GV 14 [30]. За счет регуляции баланса между провоспалительным цитокином фактором некроза опухоли- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) и противовоспалительным цитокином ИЛ-10 в периферической крови и облегчения таким образом воспалительной реакции при острой церебральной ишемии-реперфузии методом электроакупунктуры можно уменьшить неврологический дефицит и объем церебрального инфаркта [31]. Воздействие на точки Quchi LI 11 и Zusanli ST 36 способно не только усиливать нейронную активность связанных с двигательной функцией областей мозга (включая моторную кору, дорсальный таламус и стриатум у крыс) [32], но также вызывает за счет ослабления чрезмерной активации Iba-1 и ED1-положительной микроглии в периферической сенсомоторной коре с одновременным снижением в тканях и сыворотке TNF- $\alpha$ , ИЛ-1 $\beta$  и ИЛ-6 (т.е. посредством ингибирования опосредованного микроглией нейровоспаления) значительное уменьшение объ-

**Таблица 1.** Воздействие основных акупунктурных точек на патофизиологические механизмы при ишемическом инсульте (на основе публикаций в международных базах данных)  
**Table 1.** Impact of the main acupuncture points on pathophysiological mechanisms in ischemic stroke (based on publications in international databases)

Точки акупунктуры и их сочетание / Acupuncture points and their combination	Эффекты при ишемическом инсульте / Effects in ischemic stroke
Hegu LI 4	Активация префронтальной коры головного мозга / Activation of the prefrontal cortex
Точки Jing (кровопускание) / Jing points (bloodletting)	Уменьшение отека мозга / Reduction of cerebral edema
Baihui GV20	Уменьшение объема инфаркта головного мозга ввиду снижения окислительного стресса (снижение уровня малонового диальдегида, увеличение активности каталазы, глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы) / A decrease in the volume of cerebral infarction due to a decrease in oxidative stress (a decrease in the level of malondialdehyde, an increase in the activity of catalase, glutathione peroxidase and superoxide dismutase)
Neiguan PC 6 и Baihui GV 20; Zusanli ST 36 и Shangjuxu ST 37	Уменьшение объема инфаркта мозга в связи со снижением экспрессии мРНК гомологичного белка (CHOP) и каспазы-12 и апоптоза клеток / A decrease in the volume of cerebral infarction due to a decrease in the expression of mRNA of the homologous protein (CHOP) and caspase-12 and cell apoptosis
Baihui GV 20 и Dazhui GV 14	Регуляция уровня сывороточных интерлейкинов ИЛ-6 и ИЛ-8 / Regulation of the level of serum interleukins IL-6 and IL-8  Усиление нейронной активности областей мозга, связанных с двигательной функцией (моторной коры, дорсального таламуса и стриатума) / Increased neural activity in areas of the brain associated with motor function (motor cortex, dorsal thalamus and striatum)
Quchi LI 11 и Zusanli ST 36	Снижение объема инфаркта вследствие ингибирования опосредованного микроглией нейровоспаления (за счет ослабления чрезмерной активации Iba-1 и ED1-положительной микроглии в периинфарктной сенсомоторной коре с одновременным снижением в тканях и сыворотке TNF- $\alpha$ , ИЛ-1 $\beta$ и ИЛ-6) / Decreased infarction volume due to inhibition of microglia-mediated neuroinflammation (due to attenuation of excessive activation of Iba-1 and ED1-positive microglia in the peri-infarction sensorimotor cortex with a simultaneous decrease TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ and IL-6 in tissues and serum)  Нейропротекция посредством пролиферации GFAP nestin-позитивных реактивных астроцитов и секреции BDNF, полученного из реактивных астроцитов / Neuroprotection by proliferation of GFAP nestin-positive reactive astrocytes and secretion of BDNF derived from reactive astrocytes  Нейротекция через включение ингибирования апоптоза через путь PTEN / Neurotection through the inclusion of inhibition of apoptosis through the PTEN pathway
Shenting GV 24 и Baihui GV 20	Ингибирование клеточного апоптоза посредством регуляции множественных сигнальных путей / Inhibition of cellular apoptosis through the regulation of multiple signaling pathways
Baihui GV 20, Fengfu GV 16, Quchi LI 11 и Zusanli ST 36	Повышение регуляции экспрессии монокарбоксилатного переносчика 2 (MCT2) и стимулировании утилизации лактата в периинфарктной коре / Upregulation of monocarboxylate transporter 2 (MCT2) expression and stimulation of lactate utilization in the perischematic cortex
Neiguan PC 6 и Shuigou (Ren Zhong) GV 26	Регуляция экспрессии ассоциированного с ростом белка-43 (growth-associated protein-43, GAP-43) в периинфарктной коре / Regulation of expression of growth-associated protein-43 (GAP-43) in the perischematic cortex

ема инфаркта, сопровождаемое восстановлением двигательных функций, что может явиться потенциальным средством терапии в остром периоде ИИ [33].

Основным механизмом, лежащим в основе эффективного лечения постинсультной центральной боли методом электроакупунктуры, по результатам одного из

исследований, является ингибирование аутофагии в гиппокампе за счет уменьшения экспрессии  $\beta$ -catenin / COX-2 [34]. Защите клеток от повреждения при церебральной ишемии-реперфузии, как показано в другом исследовании, способствует электроакупунктура, облегчая вызванное нитро/окислительным стрессом митохондриальное

функциональное повреждение и уменьшая накопление поврежденных митохондрий с помощью опосредованного Pink1/Parkin клиренса митофагов [35].

Воздействие электроакупунктурой на точки Quchi LI 11 и Zusanli ST 36 на 3-й день приводило к уменьшению неврологического дефицита и объема церебрального инфаркта у крыс с ишемией и реперфузией за счет нейропротекции посредством пролиферации GFAP (glial fibrillary acidic protein) nestin-позитивных реактивных астроцитов и, вероятно, секреции BDNF (brain-derived neurotrophic factor), полученного из реактивных астроцитов [36], а также индуцировало нейропротекцию через включение ингибирования апоптоза через путь PTEN [37]. Электроакупунктура в точках Neiguan PC 6, участвующих в регуляции активации астроцитов, коррелировала с восстановлением неврологических функций у крыс с окклюзией средней мозговой артерии [38]. Положительный терапевтический эффект электроакупунктуры точек Shenting GV 24 и Baihui GV 20 в отношении постинсультных расстройств возможно связан с ингибированием клеточного апоптоза посредством регуляции множественных сигнальных путей [39].

На основе обзора статей, индексированных в базах данных Ovid, Pubmed и ISI Web of Science (с момента их появления до мая 2018 года), авторам удалось суммировать механизмы электроакупунктуры в остром периоде ИИ, благодаря которым она способна эффективно уменьшать ишемическое повреждение головного мозга с помощью ряда факторов, связанных с апоптозом и аутофагией, факторов воспаления, роста, транскрипционных факторов, каннабиноидных рецепторов CB1 и других [40]. Эффект электроакупунктуры связывают также с увеличением VEGF (фактора роста эндотелия сосудов) в сыворотке периферической крови, мозгового кровотока и объема церебральной крови [41].

Снижение уровня нейронспецифической енолазы (NSE) и гомоцистеина (Hcy), повышение содержания N-ацетил-аспартата (NAA) и элиминацию молочной кислоты (Lac) связывают с высокой клинической эффективностью акупунктуры и регрессом неврологического дефицита (до 97,8%,  $p < 0,01$ ) [42]. Повышением регуляции экспрессии монокарбоксилатного переносчика 2 (MCT2) и активизацией утилизации лактата в периинфарктной коре, вероятно, можно объяснить улучшение неврологических функций у крыс с церебральной ишемией при акупунктурном воздействии на точки Baihui GV 20, Fengfu GV 16, Quchi LI 11 и Zusanli ST 36 [43]. Восстановление нарушенных неврологических функций у крыс с ИИ при применении в комплексной реабилитации «техники иглокальвания для восстановления сознания» («Xingnao Kaiqiao Zhenfa») путем воздействия на точки Neiguan PC 6 и Shuigou GV 26 возможно связано с эффектом повышения регуляции экспрессии ассоциированного с ростом белка-43 (growth-associated protein-43, GAP-43) в периинфарктной коре [44]. Добиться улучшений у пациентов с дисфагией после ИИ наряду со стимуляцией мозгового кровотока и повышением уровня нейротрофических факторов в сыворотке крови позволило применение игл «Tongdu Tiaoshen» в сочетании с тренировками по глотанию [45]. Данная методика также способствовала эффективному улучшению церебрального кровотока у пациентов с гипоперфузией и высоким риском ИИ [22].

Обзор клинических исследований [46] доказал, что акупунктура активирует соответствующие области мозга, модулирует церебральный кровоток и связанные с

ним молекулы у пациентов с инсультом. Лабораторные данные показали, что иглокальвание регулирует метаболизм и церебральный кровоток после прекращения кровоснабжения, регулирует множество молекул и сигнальных путей, приводящих к эксайтотоксичности, окислительному стрессу, воспалению, гибели и выживанию нейронов, способствует нейро- и ангиогенезу, а также нейропластичности после ишемического повреждения. Таким образом, доказательства, полученные путем клинических и лабораторных исследований, показывают, что акупунктура вызывает многоуровневое воздействие посредством сложных механизмов, и для обоснования его положительного влияния при церебральной ишемии одного фактора может быть недостаточно [46].

Основные составляющие механизма действия акупунктуры, способствующие достижению положительных эффектов в остром периоде ИИ, можно представить следующим образом [10, 47]:

1. стимуляция нейрогенеза и пролиферация клеток в центральной нервной системе (в субвентрикулярной зоне боковых желудочков и зубчатой извилины в гиппокампе и в ишемических сетях) в ишемическом ядре и зоне пенумбры [48, 49];
2. регуляция церебрального кровотока в ишемизированной области (вазоактивная модуляция и образования новых кровеносных сосудов в зубчатой извилине и боковых желудочках) [50];
3. уменьшение ишемического повреждения посредством модуляции специфических и неспецифических путей апоптоза (антиапоптоз в зоне ишемии) [51];
4. оптимизация нейромедиаторного обмена, регуляция медиаторов воспаления и окислительного стресса (нейрохимические регуляции): а) нейротрансмиттеры и рецепторы, б) антиоксидантные ферменты, в) медиаторы воспаления, г) нейротропные факторы, д) анаэробный метаболизм;
5. повышение нарушенной долговременной потенциации (Long-term potentiation (LTP)) и памяти после ИИ посредством повышения LTP в ряде областей гиппокампа [10];
6. функциональное восстановление неповрежденных нейронов (стимуляция нейропластичности), обуславливающее компенсацию утраченных после инсульта функций [52]
7. уменьшение проницаемости ГЭБ.

Вызывает интерес также тот факт, что предварительное воздействие методом электроакупунктуры через ингибирование аутофагии вызывает толерантность к церебральной ишемии, и, следовательно, эффект нейропротекции, что, в свою очередь, способствует уменьшению объема инфаркта мозга [53].

Таким образом, если раньше эффективность акупунктуры подвергалась сомнениям со стороны представителей западного научного мира ввиду отсутствия обоснованных исследований, доказывавших ее влияние, то теперь, когда многие лечебные эффекты иглорефлексо-терапии могут быть объяснены с точки зрения современных знаний физиологических механизмов, причем эти эффекты вполне сравнимы, а иногда и превосходят привычные терапевтические технологии наряду с очень низкой частотой побочных реакций, интеграция традиционной восточной медицины с западной становится вполне возможной [54].

## Список литературы

1. Широков Е.А. Технология предупреждения инсульта. Пять лекций для врачей общей практики. Москва. Издательство КВОРУМ. 2011: 123 с.
2. Екушева, Е.В. Современные технологии и перспективы нейрореабилитации пациентов после ишемического инсульта. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017; 117(12): 147-155. <https://doi.org/10.17116/jnevro2017117121147-155>
3. European Stroke Organisation (ESO) Executive Committee; ESO Writing Committee. Guidelines for management of ischemic stroke and transient ischemic attack 2008. *Cerebrovascular Diseases*. 2008; (25): 457-507. <https://doi.org/10.1159/000131083>
4. Elahee S.F., Mao H.-J., Zhao L. Meridian system and mechanism of acupuncture action: A scientific evaluation. *World Journal of Acupuncture – Moxibustion*. 2020; 30(2):130-137. <https://doi.org/10.1016/j.wjam.2020.05.003>
5. Дробышев В.А., Герасименко О.Н., Романовская Н.С., Власов А.А., Шашуков Д.А. Эффективность применения динамической электростимуляции в комплексном лечении больных в остром периоде ишемического инсульта. Вестник восстановительной медицины. 2016; 2(72): 21-24.
6. Молчанова Е.Е. Опыт сочетанного применения динамической электростимуляции и акупунктуры в остром периоде ишемического инсульта. Вестник восстановительной медицины. 2017; 2(78): 63-67.
7. Wang S., Ma T., Wang L., Liu L., Liu H., Li B., Fu Y. Effect of acupuncture on cerebrovascular reserve in patients with acute cerebral infarction: protocol for a randomized controlled pilot study. *Trials*. 2017; 18 (292). <https://doi.org/10.1186/s13063-017-2013-5>
8. Chan Y.T., Zhang H.W., Guo Y.Q., Lin Z. Effectiveness and Safety of Acupuncture for Poststroke Dysphagia: Study Protocol for a Pragmatic Multicenter Nonrandomized Controlled Trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017; 8 p. <https://doi.org/10.1155/2017/2349794>
9. Brouns R., Deyn P.P. De. The complexity of neurobiological processes in acute ischemic stroke. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2009; 111(6): 483-495. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2009.04.001>
10. Chavez L.M., Huang S., Macdonald I., Lin J., Lee Y., Chen Y. Mechanisms of acupuncture therapy in ischemic stroke rehabilitation: A literature review of basic studies. *International Journal of Molecular Sciences*. 2017; 18(11). <https://doi.org/10.3390/ijms18112270>
11. Wu P., Zhou Y.M., Liao C.X., Tang Y.Z., Li Y.X., Qiu L.H., Qin W., Zeng F., Liang F.R. Structural Changes Induced by Acupuncture in the Recovering Brain after Ischemic Stroke. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2018; 8 p. <https://doi.org/10.1155/2018/5179689>
12. Wu P., Zeng F., Li Y., Li J., Qiu L., Qin W., Luo L., Yin C., Xiong Y., Bai Y., Wang D., Zhou Y., Liang F. Effect of acupuncture plus conventional treatment on brain activity in ischemic stroke patients: a regional homogeneity analysis. *Journal of Traditional Chinese Medicine*. 2017; 37(5): 650-658. [https://doi.org/10.1016/S0254-6272\(17\)30319-9](https://doi.org/10.1016/S0254-6272(17)30319-9)
13. Shin H.K., Lee S-W., Choi B.T. Modulation of neurogenesis via neurotrophic factors in acupuncture treatments for neurological diseases. *Biochemical Pharmacology*. 2017; (141): 132-142. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2017.04.029>
14. Lin Y.P., Liu Q., Chen C.T., Chen W., Xiao H., Yang Q.Y., Tian H.M. Effect of acupuncture combined with hypothermia on MAPK/ERK pathway and apoptosis related factors in rats with cerebral ischemia reperfusion injury. *Journal of Central South University. Medical sciences*. 2017; 42(4): 380-388.
15. Lin Y.P., Liu Q., Chen C.T., Chen W., Xiao H., Yang Q.Y., Tian H.M. Effect of acupuncture plus mild hypothermia on MAPK/ERK pathway of brain tissues in rats with cerebral ischemia-reperfusion injury. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2016; 14(5): 311-319. <https://doi.org/10.1007/s11726-016-0942-2>
16. Urban P.P., Wolf T., Uebele M., Marx J.J., Vogt T., Stoeter P., Bauermann T., Weibrich C., Vucurevic G.D., Schneider A., Wissel J. Occurrence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke. *Stroke*. 2010; 41(9): 2016-2020. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.581991>
17. Wang S., Wang Z., Ni G. Influence of Brain-activating Acupuncture on Cerebral Histomorphology in Rats with Focal Cerebral Ischemia and Reperfusion. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2006; 4(4):197-200.
18. Chi L., Du K., Liu D., Bo Y., Li W. Electroacupuncture brain protection during ischemic stroke: A role for the parasympathetic nervous system. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2018; 38(3): 479-491. <https://doi.org/10.1177/0271678X17697988>
19. Liu M., Zhou L. Cerebrovascular Reserve may be a More Accurate Predictor of Stroke than Degree of ICA or MCA Stenosis. *Medical Science Monitor*. 2014; (20): 2082-2087. <https://doi.org/10.12659/MSM.892377>
20. Стражеско, И.Д., Акашева Д.У., Дудинская Е.Н., Ткачева О.Н. Старение сосудов: основные признаки и механизмы. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2012; 11(4): 93-100.
21. Leung S.B., Zhang H., Lau C.W., Lin Z-X. Attenuation of Blood Pressure in Spontaneously Hypertensive Rats by Acupuncture Was Associated with Reduction Oxidative Stress and Improvement from Endothelial Dysfunction. *Chinese Medicine*. 2016; 11(1): 38 p. <https://doi.org/10.1186/s13020-016-0110-0>
22. Chen S., Han W., Sun S., Zhang G., Zhang L. Effects of "Tongdu Tiao-shen" acupuncture on cerebral blood flow in patients with high risk of cerebral ischemic stroke based on ASL and PWI technique. *Zhongguo Zhen Jiu*. 2018; 38(9): 913-917. <https://doi.org/10.13703/j.0255-2930.2018.09.001>
23. Lee S.M.K., Kim H.S., Park J., Woo J.S., Leem J., Park J.H., Lee S., Chung H., Lee J.M., Kim J.B., Kim W.S., Kim K.S., Kim W.S. Electroacupuncture Prevents Endothelial Dysfunction Induced by Ischemia-Reperfusion Injury via a cyclooxygenase-2-dependent Mechanism: A Randomized Controlled Crossover Trial. *PLOS One*. 2017; 12(6): e0178838. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178838>
24. Молчанова Е.Е. Возможности немедикаментозной коррекции возраст-ассоциированных изменений сосудов в остром периоде ишемического инсульта. Амурский медицинский журнал. 2019; 2(26): 33-37. <https://doi.org/10.22448/AMJ.2019.2.33-37>
25. Han Y.D., Yuan B., Zhang Y.F., Wang X.F., Lang W.Y., Yan X.K. Role of fNIRS technology in observing the effect of needling Hegu (LI 4) on the functions of prefrontal cortex in healthy volunteers. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2017; 15(2): 94-98. <https://doi.org/10.1007/s11726-017-0982-2>
26. Yu N., Wang Z., Chen Y., Yang J., Lu X., Guo Y., Chen Z., Xu Z. The ameliorative effect of bloodletting puncture at hand twelve Jing-well points on cerebral edema induced by permanent middle cerebral ischemia via protecting the tight junctions of the blood-brain barrier. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2017; 17(1): 470 p. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1979-6>
27. Jittiwat J. Laser Acupuncture at GV20 Improves Brain Damage and Oxidative Stress in Animal Model of Focal Ischemic Stroke. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. 2017; 10(5): 324-330. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2017.08.003>
28. Li W.H., Yu J., Lin Y., Tan X., Song Y. Effect of electroacupuncture at Neiguan (PC 6) and Baihui (GV 20) on CHOP and caspase-12 gene expressions in rats after ischemia-reperfusion injury. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2017; 15(1): 8-13. <https://doi.org/10.1007/s11726-017-0967-1>
29. Liao S.L., Lin Y.W., Hsieh C.L. Neuronal Regeneration after Electroacupuncture Treatment in Ischemia-Reperfusion-Injured Cerebral Infarction Rats. *BioMed Research International*. 2017; 10 p. <https://doi.org/10.1155/2017/3178014>
30. Wang P., Mu Y., Cheng J., Shen J., Shen M., Chen X., Li Q., Sun Y., Gong M.R. Electroacupuncture on serum interleukin level in rat models of cerebral ischemia-reperfusion injury. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2015; 13(1): 9-14. <https://doi.org/10.1007/s11726-015-0815-0>
31. Ye T., Zhu L., Tang Q., Li H., Wu X., Jiang Y. Effects of electroacupuncture preconditioning on cerebral infarct volume and contents of TNF- $\alpha$ , IL-10 in serum of rats after cerebral ischemia-reperfusion injury. *Zhongguo Zhen Jiu*. 2017; 37(10): 1093-1097. <https://doi.org/10.13703/j.0255-2930.2017.10.017>
32. Liang S., Lin Y., Lin B., Li J., Liu W., Chen L., Zhao S., Tao J. Resting-state functional magnetic resonance imaging analysis of brain functional activity in rats with ischemic stroke treated by electroacupuncture. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2017; 26(9): 1953-1959. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.06.018>
33. Liu W., Wang X., Yang S., Huang J., Xue X., Zheng Y., Shang G., Tao J., Chen L. Electroacupuncture improves motor impairment via inhibition of microglia-mediated neuroinflammation in the sensorimotor cortex after ischemic stroke. *Life Sciences*. 2016; (151): 313-322. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.01.045>
34. Zheng L., Li X-Y., Huang F-Z., Zhang X-T., Tang H-B., Li Y-S., Zhang K.W., Li X-J., Tian G-H. Effect of electroacupuncture on relieving central post-stroke pain by inhibiting autophagy in the hippocampus. *Brain Research*. 2020; (1733): 146680 p. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2020.146680>
35. Wang H., Chen S., Zhang Y., Xu H., Sun H. Electroacupuncture ameliorates neuronal injury by Pink1/Parkin-mediated mitophagy clearance in cerebral ischemia-reperfusion. *Nitric Oxide*. 2019; (91): 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2019.07.004>
36. Tao J., Zheng Y., Liu W., Yang S., Huang J., Xue X., Shang G., Wang X., Lin R., Chen L. Electro-acupuncture at LI11 and ST36 acupoints exerts neuroprotective effects via reactive astrocyte proliferation after ischemia and reperfusion injury in rats. *Brain Research Bulletin*. 2016; (120): 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2015.10.011>
37. Xing Y., Wang M.M., Feng Y.S., Dong F., Zhang F. Possible involvement of PTEN signaling pathway in the anti-apoptotic effect of electroacupuncture following ischemic stroke in rats. *Cellular and Molecular Neurobiology*. 2018; 38(8): 1453-1463. <https://doi.org/10.1007/s10571-018-0615-4>
38. Zhao H., Lu Y., Wang Y., Han X., Zhang Y., Han B., Wang T., Li Y., Wang S. Electroacupuncture contributes to recovery of neurological deficits in experimental

- stroke by activating astrocytes. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2018; 36(3): 301-312. <https://doi.org/10.3233/RNN-170722>
39. Liu J, Wang Q, Yang S, Huang J, Feng X, Peng J, Lin Z, Liu W, Tao J, Chen L. Electroacupuncture Inhibits Apoptosis of Peri-Ischemic Regions via Modulating p38, Extracellular Signal-Regulated Kinase (ERK1/2), and c-Jun N Terminal Kinases (JNK) in Cerebral Ischemia-Reperfusion-Injured Rats. *Medical Science Monitor*. 2018; (24): 4395-4404. <https://doi.org/10.12659/MSM.908473>
  40. Xing Y, Zhang M, Li W.B., Dong F, Zhang F. Mechanisms Involved in the Neuroprotection of Electroacupuncture Therapy for Ischemic Stroke. *Frontiers in Neuroscience*. 2018; 11(12): 929 p. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00929>
  41. Zheng C, Lee Y, Hu B, Wu J. A randomized controlled trial comparing electroacupuncture with manual acupuncture for motor function recovery after ischemic stroke. *European Journal of Integrative Medicine*. 2018; (22): 76-80. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2018.08.005>
  42. Zheng S, Xu J, Wang P, Luo Q. Effect of acupuncture on NSE and Hcy levels and magnetic resonance spectrum in cerebral infarction. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2013; 11(4): 212-217. <https://doi.org/10.1007/s11726-013-0693-2>
  43. Lu Y, Yin Y, Zhao H.J., Wang Y, Han B.B., Wang S.J. Acupuncture up-regulates MCT2 expression of peri-ischemic cortex in middle cerebral artery occlusion rats. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2019; 44(6): 399-404. <https://doi.org/10.13702/j.1000-0607.180836>
  44. Xu L, Yan X.Z., Li Z.Y., Cao X.F., Wang M. Effect of "Xingnao Kaiqiao Zhenfa" (Acupuncture technique for restoring consciousness) combined with rehabilitation training on nerve repair and expression of growth-associated Protein-43 of peri-ischemic cortex in ischemic stroke rats. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2017; 42(3): 223-228.
  45. Xing B.F., Zhou X., Deng X.Q. Effect of "Tongdu Tiaoshen" needling combined with swallowing training on dysphagia, cerebral blood flow and serum BDNF and NGF levels in ischemic stroke patients. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2019; 44(7): 506-511. <https://doi.org/10.13702/j.1000-0607.180631>
  46. Zhu W., Ye Y., Liu Y., Wang X.R., Shi G.X., Zhang S., Liu C.Z. Mechanisms of acupuncture therapy for cerebral ischemia: an evidence-based review of clinical and animal studies on cerebral ischemia. *Journal of Neuroimmune Pharmacology*. 2017; 12(4): 575-592. <https://doi.org/10.1007/s11481-017-9747-4>
  47. Бельская Г.Н., Степанова С.Б., Макарова Л.Д., Сергиенко Д.А., Крылова Л.Г., Антимона К.В. Акупунктура в профилактике и лечении инсульта: обзор зарубежных исследований. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020; 97(2): 68-77. <https://doi.org/10.17116/kurort20209702168>
  48. Kim Y.R., Kim H.N., Ahn S.M., Choi Y.H., Shin H.K., Choi B.T. Electroacupuncture Promotes Post-Stroke Functional Recovery via Enhancing Endogenous Neurogenesis in Mouse Focal Cerebral Ischemia. *PLOS One*. 2014; 9(2): e90000. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090000>
  49. Deb P, Sharma S, Hassan K.M. Pathophysiologic mechanisms of acute ischemic stroke: An overview with emphasis on therapeutic significance beyond thrombolysis. *Pathophysiology*. 2010; 7(3):197-218. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2009.12.001>
  50. Broughton B.R.S., Reutens D.C., Sobey C.G. Apoptotic mechanisms after cerebral ischemia. *Stroke*. 2009; 40(5): e331-339. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.531632>
  51. Liu H., Sun X., Zou W., Leng M., Kang X., He T. Scalp acupuncture attenuates neurological deficits in a rat model of hemorrhagic stroke. *Complementary Therapies in Medicine*. 2017; (32): 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.03.014>
  52. Каримова Г.М., Миндубаева Л.Ж., Абашев А.Р., Билалова А.Ш., Зиннатуллина А.А. Феномен нейропластичности в механизмах рефлексотерапии. *Архивъ внутренней медицины*. 2019; 9(3): 172-181. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2019-9-3-172-181>
  53. Chen C., Yu Q., Xu K., Cai L., Felicia B.M., Wang L., Zhang A., Dai Q., Geng W., Wang J., Mo Y. Electroacupuncture pretreatment prevents ischemic stroke and inhibits Wnt signaling-mediated autophagy through the regulation of GSK-3 $\beta$  phosphorylation. *Brain Research Bulletin*. 2020; (158): 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2020.03.002>
  54. Lund I., Lundeberg T. Mechanisms of acupuncture. *Acupuncture and Related Therapies*. 2016; 4(4): 26-30. <https://doi.org/10.1016/j.arthe.2016.12.001>

## References

1. Shirokov E.A. Tekhnologiya preduprezhdeniya insul'ta. Pyat' lekciy dlya vrachej obshchej praktiki. [Stroke prevention technology. Five Lectures for General Practitioners]. Moscow. Izdatel'stvo KVORUM. 2011: 123 p. (In Russ.)
2. Ekusheva E.V. Sovremennyye tekhnologii i perspektivy neiroreabilitatsii pacientov posle ishemicheskogo insul'ta [Modern technologies and prospects of rehabilitation of patients after ischemic stroke]. *S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2017; 117(12): 147-155. <https://doi.org/10.17116/jnevro2017117121147-155> (In Russ.).
3. European Stroke Organisation (ESO) Executive Committee; ESO Writing Committee. Guidelines for management of ischemic stroke and transient ischemic attack 2008. *Cerebrovascular Diseases*. 2008; (25): 457-507. <https://doi.org/10.1159/000131083>
4. Elahee S.F., Mao H-j., Zhao L. Meridian system and mechanism of acupuncture action: A scientific evaluation. *World Journal of Acupuncture – Moxibustion*. 2020; 30(2):130-137. <https://doi.org/10.1016/j.wjam.2020.05.003>
5. Drobyshev V.A., Gerasimenko O.N., Romanovskaya N.S., Vlasov A.A., SHashukov D.A. Effektivnost' primeneniya dinamicheskoy elektronejrostimulyatsii v kompleksnom lechenii bol'nyh v ostrom periode ishemicheskogo insul'ta [Effectiveness of dynamic electrical stimulation in complex treatment in acute period of ischemic stroke]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2016; 2(72): 21-24 (In Russ.).
6. Molchanova E.E. Opyt sochetannogo primeneniya dinamicheskoy elektronejrostimulyatsii i akupunktury v ostrom periode ishemicheskogo insul'ta [The experience of the combined application of dynamic electrostimulation and acupuncture in acute period of ischemic stroke]. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2017; 2(78): 63-67 (in Russ.).
7. Wang S, Ma T, Wang L, Liu L, Liu H, Li B, Fu Y. Effect of acupuncture on cerebrovascular reserve in patients with acute cerebral infarction: protocol for a randomized controlled pilot study. *Trials*. 2017; 18 (292). <https://doi.org/10.1186/s13063-017-2013-5>
8. Chan Y.T., Zhang H.W., Guo Y.Q., Lin Z. Effectiveness and Safety of Acupuncture for Poststroke Dysphagia: Study Protocol for a Pragmatic Multicenter Non-randomized Controlled Trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2017; 8 p. <https://doi.org/10.1155/2017/2349794>.
9. Brouns R., Deyn P.P. De. The complexity of neurobiological processes in acute ischemic stroke. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2009; 111(6): 483-495. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2009.04.001>
10. Chavez L.M., Huang S, Macdonald I., Lin J, Lee Y, Chen Y. Mechanisms of acupuncture therapy in ischemic stroke rehabilitation: A literature review of basic studies. *International Journal of Molecular Sciences*. 2017; 18(11). <https://doi.org/10.3390/ijms18112270>
11. Wu P, Zhou Y.M., Liao C.X., Tang Y.Z., Li Y.X., Qiu L.H., Qin W, Zeng F, Liang F.R. Structural Changes Induced by Acupuncture in the Recovering Brain after Ischemic Stroke. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2018; 8 p. <https://doi.org/10.1155/2018/5179689>
12. Wu P, Zeng F, Li Y, Li J, Qiu L, Qin W, Luo L, Yin C, Xiong Y, Bai Y, Wang D, Zhou Y, Liang F. Effect of acupuncture plus conventional treatment on brain activity in ischemic stroke patients: a regional homogeneity analysis. *Journal of Traditional Chinese Medicine*. 2017; 37(5): 650-658. [https://doi.org/10.1016/S0254-6272\(17\)30319-9](https://doi.org/10.1016/S0254-6272(17)30319-9)
13. Shin H.K., Lee S-W, Choi B.T. Modulation of neurogenesis via neurotrophic factors in acupuncture treatments for neurological diseases. *Biochemical Pharmacology*. 2017; (141): 132-142. <https://doi.org/10.1016/j.bcp.2017.04.029>
14. Lin Y.P., Liu Q., Chen C.T., Chen W., Xiao H., Yang Q.Y., Tian H.M. Effect of acupuncture combined with hypothermia on MAPK/ERK pathway and apoptosis related factors in rats with cerebral ischemia reperfusion injury. *Journal of Central South University. Medical Sciences*. 2017; 42(4): 380-388.
15. Lin Y.P., Liu Q., Chen C.T., Chen W., Xiao H., Yang Q.Y., Tian H.M. Effect of acupuncture plus mild hypothermia on MAPK/ERK pathway of brain tissues in rats with cerebral ischemia-reperfusion injury. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2016; 14(5): 311-319. <https://doi.org/10.1007/s11726-016-0942-2>
16. Urban P.P., Wolf T., Uebele M., Marx J.J., Vogt T., Stoeter P., Bauermann T., Weibrich C., Vucurevic G.D., Schneider A., Wissel J. Occurrence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke. *Stroke*. 2010; 41(9): 2016-2020. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.110.581991>
17. Wang S, Wang Z., Ni G. Influence of Brain-activating Acupuncture on Cerebral Histomorphology in Rats with Focal Cerebral Ischemia and Reperfusion. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2006; 4(4):197-200.
18. Chi L., Du K., Liu D., Bo Y., Li W. Electroacupuncture brain protection during ischemic stroke: A role for the parasympathetic nervous system. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2018; 38(3): 479-491. <https://doi.org/10.1177/0271678X17697988>

19. Liu M., Zhou L. Cerebrovascular Reserve may be a More Accurate Predictor of Stroke than Degree of ICA or MCA Stenosis. *Medical Science Monitor*. 2014; (20): 2082-2087. <https://doi.org/10.12659/MSM.892377>
20. Strazhesko I.D., Akasheva D.U., Dudinskaya E.N., Tkacheva O.N. Starenie сосудов: osnovnye priznaki i mekhanizmy [Vascular ageing: main symptoms and mechanisms]. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2012; 11(4): 93-100 (In Russ.).
21. Leung S.B., Zhang H., Lau C.W., Lin Z-X. Attenuation of Blood Pressure in Spontaneously Hypertensive Rats by Acupuncture Was Associated with Reduction Oxidative Stress and Improvement from Endothelial Dysfunction. *Chinese Medicine*. 2016; 11(1): 38 p. <https://doi.org/10.1186/s13020-016-0110-0>
22. Chen S., Han W., Sun S., Zhang G., Zhang L. Effects of "Tongdu Tiao-shen" acupuncture on cerebral blood flow in patients with high risk of cerebral ischemic stroke based on ASL and PWI technique. *Zhongguo Zhen Jiu*. 2018; 38(9): 913-917. <https://doi.org/10.13703/j.0255-2930.2018.09.001>
23. Lee S.M.K., Kim H.S., Park J., Woo J.S., Leem J., Park J.H., Lee S., Chung H., Lee J.M., Kim J.B., Kim W.S., Kim K.S., Kim W. Electroacupuncture Prevents Endothelial Dysfunction Induced by Ischemia-Reperfusion Injury via a cyclooxygenase-2-dependent Mechanism: A Randomized Controlled Crossover Trial. *PLOS One*. 2017; 12(6): e0178838. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178838>
24. Molchanova E.E. Vozmozhnosti nemedikamentoznoj korekcii vozrast-associrovannyh izmenenij сосудов v ostrom periode ishemicheskogo insult'a [The possibilities of non-pharmacological correction of age-associated changes of vessels in the acute period of ischemic stroke]. *Amur Medical Journal*. 2019; 2(26): 33-37. <https://doi.org/10.22448/AMJ.2019.2.33-37> (In Russ.).
25. Han Y.D., Yuan B., Zhang Y.F., Wang X.F., Lang W.Y., Yan X.K. Role of fNIRS technology in observing the effect of needling Hegu (LI 4) on the functions of prefrontal cortex in healthy volunteers. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2017; 15(2): 94-98. <https://doi.org/10.1007/s11726-017-0982-2>
26. Yu N., Wang Z., Chen Y., Yang J., Lu X., Guo Y., Chen Z., Xu Z. The ameliorative effect of bloodletting puncture at hand twelve Jing-well points on cerebral edema induced by permanent middle cerebral ischemia via protecting the tight junctions of the blood-brain barrier. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. 2017; 17(1): 470 p. <https://doi.org/10.1186/s12906-017-1979-6>
27. Jittiwat J. Laser Acupuncture at GV20 Improves Brain Damage and Oxidative Stress in Animal Model of Focal Ischemic Stroke. *Journal of Acupuncture and Meridian Studies*. 2017; 10(5): 324-330. <https://doi.org/10.1016/j.jams.2017.08.003>
28. Li W.H., Yu J., Lin Y., Tan X., Song Y. Effect of electroacupuncture at Neiguan (PC 6) and Baihui (GV 20) on CHOP and caspase-12 gene expressions in rats after ischemia-reperfusion injury. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2017; 15(1): 8-13. <https://doi.org/10.1007/s11726-017-0967-1>
29. Liao S.L., Lin Y.W., Hsieh C.L. Neuronal Regeneration after Electroacupuncture Treatment in Ischemia-Reperfusion-Injured Cerebral Infarction Rats. *BioMed Research International*. 2017; 10 p. <https://doi.org/10.1155/2017/3178014>
30. Wang P., Mu Y., Cheng J., Shen J., Shen M., Chen X., Li Q., Sun Y., Gong M.R. Electroacupuncture on serum interleukin level in rat models of cerebral ischemia-reperfusion injury. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2015; 13(1): 9-14. <https://doi.org/10.1007/s11726-015-0815-0>
31. Ye T., Zhu L., Tang Q., Li H., Wu X., Jiang Y. Effects of electroacupuncture preconditioning on cerebral infarct volume and contents of TNF- $\alpha$ , IL-10 in serum of rats after cerebral ischemia-reperfusion injury. *Zhongguo Zhen Jiu*. 2017; 37(10): 1093-1097. <https://doi.org/10.13703/j.0255-2930.2017.10.017>
32. Liang S., Lin Y., Lin B., Li J., Liu W., Chen L., Zhao S., Tao J. Resting-state functional magnetic resonance imaging analysis of brain functional activity in rats with ischemic stroke treated by electroacupuncture. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2017; 26(9): 1953-1959. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.06.018>
33. Liu W., Wang X., Yang S., Huang J., Xue X., Zheng Y., Shang G., Tao J., Chen L. Electroacupuncture improves motor impairment via inhibition of microglia-mediated neuroinflammation in the sensorimotor cortex after ischemic stroke. *Life Sciences*. 2016; (151): 313-322. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2016.01.045>
34. Zheng L., Li X-Y., Huang F-Z., Zhang X-T., Tang H-B., Li Y-S., Zhang K.W., Li X-J., Tian G-H. Effect of electroacupuncture on relieving central post-stroke pain by inhibiting autophagy in the hippocampus. *Brain Research*. 2020; (1733): 146680 p. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2020.146680>
35. Wang H., Chen S., Zhang Y., Xu H., Sun H. Electroacupuncture ameliorates neuronal injury by Pink1/Parkin-mediated mitophagy clearance in cerebral ischemia-reperfusion. *Nitric Oxide*. 2019; (91): 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2019.07.004>
36. Tao J., Zheng Y., Liu W., Yang S., Huang J., Xue X., Shang G., Wang X., Lin R., Chen L. Electro-acupuncture at LI11 and ST36 acupoints exerts neuroprotective effects via reactive astrocyte proliferation after ischemia and reperfusion injury in rats. *Brain Research Bulletin*. 2016; (120): 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2015.10.011>
37. Xing Y., Wang M.M., Feng Y.S., Dong F., Zhang F. Possible involvement of PTEN signaling pathway in the anti-apoptotic effect of electroacupuncture following ischemic stroke in rats. *Cellular and Molecular Neurobiology*. 2018; 38(8): 1453-1463. <https://doi.org/10.1007/s10571-018-0615-4>
38. Zhao H., Lu Y., Wang Y., Han X., Zhang Y., Han B., Wang T., Li Y., Wang S. Electroacupuncture contributes to recovery of neurological deficits in experimental stroke by activating astrocytes. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2018; 36(3): 301-312. <https://doi.org/10.3233/RNN-170722>
39. Liu J., Wang Q., Yang S., Huang J., Feng X., Peng J., Lin Z., Liu W., Tao J., Chen L. Electroacupuncture Inhibits Apoptosis of Peri-Ischemic Regions via Modulating p38, Extracellular Signal-Regulated Kinase (ERK1/2), and c-Jun N Terminal Kinases (JNK) in Cerebral Ischemia-Reperfusion-Injured Rats. *Medical Science Monitor*. 2018; (24): 4395-4404. <https://doi.org/10.12659/MSM.908473>
40. Xing Y., Zhang M., Li W.B., Dong F., Zhang F. Mechanisms Involved in the Neuroprotection of Electroacupuncture Therapy for Ischemic Stroke. *Frontiers in Neuroscience*. 2018; 11(12): 929 p. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00929>
41. Zheng C., Lee Y., Hu B., Wu J. A randomized controlled trial comparing electroacupuncture with manual acupuncture for motor function recovery after ischemic stroke. *European Journal of Integrative Medicine*. 2018; (22): 76-80. <https://doi.org/10.1016/j.eujim.2018.08.005>
42. Zheng S., Xu J., Wang P., Luo Q. Effect of acupuncture on NSE and Hcy levels and magnetic resonance spectrum in cerebral infarction. *Journal of Acupuncture and Tuina Science*. 2013; 11(4): 212-217. <https://doi.org/10.1007/s11726-013-0693-2>
43. Lu Y., Yin Y., Zhao H.J., Wang Y., Han B.B., Wang S.J. Acupuncture up-regulates MCT2 expression of peri-ischemic cortex in middle cerebral artery occlusion rats. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2019; 44(6): 399-404. <https://doi.org/10.13702/j.1000-0607.180836>
44. Xu L., Yan X.Z., Li Z.Y., Cao X.F., Wang M. Effect of "Xingnao Kaiqiao Zhenfa" (Acupuncture technique for restoring consciousness) combined with rehabilitation training on nerve repair and expression of growth-associated Protein-43 of peri-ischemic cortex in ischemic stroke rats. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2017; 42(3): 223-228.
45. Xing B.F., Zhou X., Deng X.Q. Effect of "Tongdu Tiaoshen" needling combined with swallowing training on dysphagia, cerebral blood flow and serum BDNF and NGF levels in ischemic stroke patients. *Zhen Ci Yan Jiu*. 2019; 44(7): 506-511. <https://doi.org/10.13702/j.1000-0607.180631>
46. Zhu W., Ye Y., Liu Y., Wang X.R., Shi G.X., Zhang S., Liu C.Z. Mechanisms of acupuncture therapy for cerebral ischemia: an evidence-based review of clinical and animal studies on cerebral ischemia. *Journal of Neuroimmune Pharmacology*. 2017; 12(4): 575-592. <https://doi.org/10.1007/s11481-017-9747-4>
47. Belskaya G.N., Stepanova S.B., Makarova L.D., Sergienko D.A., Krylova L.G., Antimonova K.V. Akupunktura v profilaktike i lechenii insult'a: obzor zarubezhnyh issledovanij [Acupuncture in the prevention and treatment of stroke: a review of foreign studies]. *Problems of Balneology, Physiotherapy and Exercise Therapy*. 2020; 97(2): 68-77. <https://doi.org/10.11716/curort20209702168> (In Russ.).
48. Kim Y.R., Kim H.N., Ahn S.M., Choi Y.H., Shin H.K., Choi B.T. Electroacupuncture Promotes Post-Stroke Functional Recovery via Enhancing Endogenous Neurogenesis in Mouse Focal Cerebral Ischemia. *PLOS One*. 2014; 9(2): e90000. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090000>
49. Deb P., Sharma S., Hassan K.M. Pathophysiological mechanisms of acute ischemic stroke: An overview with emphasis on therapeutic significance beyond thrombolysis. *Pathophysiology*. 2010; 7(3): 197-218. <https://doi.org/10.1016/j.pathophys.2009.12.001>
50. Broughton B.R.S., Reutens D.C., Sobey C.G. Apoptotic mechanisms after cerebral ischemia. *Stroke*. 2009; 40(5): e331-339. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.531632>
51. Liu H., Sun X., Zou W., Leng M., Kang X., He T. Scalp acupuncture attenuates neurological deficits in a rat model of hemorrhagic stroke. *Complementary Therapies in Medicine*. 2017; (32): 85-90. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2017.03.014>
52. Karimova G.M., Mindubaeva L.G., Abashev A.R., Bilalova A.Sh., Zinnatullina A.A. Fenomen nejroplastichnosti v mekhanizmah refleksoterapii [The phenomenon of neuroplasticity in the mechanisms of reflexotherapy]. *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2019; 9(3): 172-181. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2019-9-3-172-181> (In Russ.).
53. Chen C., Yu Q., Xu K., Cai L., Felicia B.M., Wang L., Zhang A., Dai Q., Geng W., Wang J., Mo Y. Electroacupuncture pretreatment prevents ischemic stroke and inhibits Wnt signaling-mediated autophagy through the regulation of GSK-3 $\beta$  phosphorylation. *Brain Research Bulletin*. 2020; (158): 90-98. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2020.03.002>
54. Lund I., Lundeborg T. Mechanisms of acupuncture. *Acupuncture and Related Therapies*. 2016; 4(4): 26-30. <https://doi.org/10.1016/j.arthe.2016.12.001>

**Информация об авторах:**

**Молчанова Елена Евгеньевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры факультетской и поликлинической терапии, Амурская государственная медицинская академия Минздрава России.

E-mail: helendok@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1819-1581>

**Полунина Виктория Валерьевна**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры педиатрического факультета, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

E-mail: vikt025@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7165-6515>

**Поляев Борис Александрович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

E-mail: polyaev.boris@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9648-2336>

**Плотников Валерий Павлович**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

E-mail: pronator@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7612-7783>

**Лобов Андрей Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

E-mail: a\_lobov54@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2088-6139>

**Парастаев Сергей Андреевич**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова Минздрава России.

E-mail: sergeyparastayev@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2281-9936>

**Вклад авторов:**

Молчанова Е.Е. – написание текста рукописи; Полунина В.В. – идея и научная редакция текста рукописи; Поляев Б.А. – научная редакция и утверждение рукописи для публикации; Плотников В.П., Лобов А.Н., Парастаев С.А. – сбор и анализ материала для статьи.

**Information about the authors:**

**Elena E. Molchanova**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department of Faculty and Polyclinic Therapy, Amur State Medical Academy.

E-mail: helendok@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-1819-1581>

**Viktoria V. Polunina**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education, Pirogov Russian National Research Medical University.

E-mail: vikt025@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-7165-6515>

**Boris A. Polyayev**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education, Pirogov Russian National Research Medical University.

E-mail: polyaev.boris@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9648-2336>

**Valery P. Plotnikov**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education, Pirogov Russian National Research Medical University.

E-mail: pronator@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-7612-7783>

**Andrey N. Lobov**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education, Pirogov Russian National Research Medical University.

E-mail: a\_lobov54@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-2088-6139>

**Sergey A. Parastayev**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Rehabilitation, Sports Medicine and Physical Education, Pirogov Russian National Research Medical University.

E-mail: sergeyparastayev@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-2281-9936>

**Contribution:**

Molchanova E.E. – writing the text of the article; Polunina V.V. – idea and scientific edition of the article text; Polyayev B.A. – scientific edition and approval of the article for publication; Plotnikov V.P., Lobov A.N., Parastayev S.A. – collection and analysis of material for the article.

