



Сидорович Р.Р.

Республиканский научно-практический центр неврологии и нейрохирургии,
Минск, Беларусь

Тактика нейрохирургического лечения посттравматических невропатий с хроническим болевым синдромом

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 10.05.2022
Принята: 13.06.2022
Контакты: ninh@mail.ru

Резюме

В статье описана тактика нейрохирургического лечения пациентов с хроническими болевыми синдромами, связанными с посттравматическими невропатиями, приводится перечень необходимых диагностических процедур и критериев для оценки консервативного лечения пациентов с данной патологией. На основании проведенного исследования разработаны перечень показаний, сроков и алгоритм тактики нейрохирургического лечения хронического болевого синдрома, а также проведен анализ ближайших и отдаленных результатов лечения, выполненного с помощью данного алгоритма.

Ключевые слова: хроническая боль, невропатия, радиочастотная абляция

Sidorovich R.

Republican Research and Clinical Center of Neurology and Neurosurgery, Minsk, Belarus

Tactics of Neurosurgical Treatment of Posttraumatic Neuropathies with Chronic Pain Syndrome

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 10.05.2022
Accepted: 13.06.2022
Contacts: ninh@mail.ru

Abstract

The article describes the tactics of neurosurgical treatment of patients with chronic pain syndromes associated with post-traumatic neuropathies. The author provides a list of necessary diagnostic procedures and criteria for evaluating the conservative treatment of patients in this group. Based on the conducted retrospective study, the author developed a list of indications, terms and an algorithm for the tactics of neurosurgical treatment



of chronic pain syndrome, and also analysed the immediate and long-term results of treatment performed using this algorithm.

Keywords: chronic pain syndrome, neuropathy, radiofrequency ablation

■ ВВЕДЕНИЕ

Повреждения периферических нервов остаются одной из актуальных проблем и составляют 3–10% от всех травм опорно-двигательного аппарата [9]. Между тем травмы и заболевания периферической нервной системы приводят к стойкой утрате трудоспособности у 60–63% пациентов, более того, почти 80% этой группы составляют лица молодого трудоспособного возраста. Болевые невропатии, обусловленные травматическим повреждением нервов конечностей, существенно ухудшают качество жизни пострадавших, что требует применения дополнительных методов устранения болевого синдрома [22]. Невропатический болевой синдром разной выраженности диагностируют у 6–30% пострадавших при травме периферических нервов [9]. Более 5% пациентов с травматическим повреждением нервов страдают от выраженного болевого синдрома [22]. Хроническая интенсивная (иногда непереносимая) боль вследствие травмы периферических нервов нередко становится причиной психоэмоциональных нарушений, частичной или полной утраты трудоспособности, социальной дезадаптации, ухудшения качества жизни таких пациентов. Более половины пациентов с хронической болью сообщают о чувстве бессилия, беспомощности, безнадежности и не представляют возможным возвращение к нормальной жизнедеятельности. Боль способствует инвалидизации пациентов [3].

В случае неэффективности консервативного лечения хронического болевого синдрома при периферических посттравматических невропатиях пациентам показано хирургическое лечение, по разным данным, этого этапа лечения требуют до 50% пациентов с данной патологией [1, 12]. При этом у 15–20% пациентов общепринятые нейрохирургические методы лечения (ревизия-невролиз, шов нерва, невротизация и др.) неэффективны [12]. Деструктивные методы нейрохирургического лечения считаются неэффективными, за исключением DREZ-миелотомии при авульсии корешков спинного мозга и нейротомии при фасеточном синдроме [5, 8, 17]. Предпочтительным методом лечения хронического болевого синдрома является нейромодуляция (хроническая стимуляция с помощью имплантированных электродов в заднее эпидуральное пространство спинного мозга либо к периферическому нерву) [10, 13, 31, 34]. Однако продолжающиеся исследования подтверждают эффективность хирургических операций, направленных на восстановление функции нерва (невролиз, нейрорафия, аутонейропластика) [18] и высокочастотной нейротомии – контролируемой термодеструкции нервной ткани электродом при помощи токов высокой частоты, с доказанной высокой противоболевой эффективностью при невралгии тройничного, затылочного нервов и фасеточном синдроме [2, 16, 19, 24, 33, 35]. Существенное улучшение исходов лечения наблюдается на ранних стадиях болевого синдрома и при соблюдении принципа «нарастающего радикализма» [21, 30]. Однако нет единого общепризнанного концептуального подхода к хирургическому лечению хронического болевого синдрома.

Таким образом, проводимые на сегодняшний день нейрохирургические операции при хронических болевых периферических синдромах зачастую не имеют выраженного эффекта, сопровождаются высокими рисками развития осложнений, отличаются высокой стоимостью [4, 5, 30]. Также отсутствует единый алгоритм выбора того или иного вида нейрохирургического лечения. Существующие исследования по хирургии периферических болевых синдромов не отражают картину проблемы в целом, склонны к выбору дорогостоящих методик, таких как нейромодуляция, в качестве операции выбора [12]. Сохраняется множество вопросов по методике отбора пациентов, технике операций и анализу ближайших и отдаленных результатов, а также остается недооцененным метод высокочастотной деструкции периферических нервов [5, 30], что требует дополнительного проведения научных исследований.

Диагностика посттравматических невропатий с хроническим болевым синдромом

Диагностические мероприятия включают в себя три основных направления: сбор анамнеза и оценку болевого синдрома по шкалам, объективный и неврологический осмотр, инструментальные и лабораторные исследования. Заполняются шкалы оценки боли: визуально-аналоговая шкала, диагностические вопросники нейропатической боли DN4 и painDETECT. Объективный осмотр проводится посистемно с целью выявления сопутствующих патологий, затем выполняется оценка неврологического статуса, определение неврологического дефицита [4–7]. Общеклинические исследования (анализы крови, мочи, коагулограмма) обязательны перед выполнением любых хирургических вмешательств. Методы нейровизуализации позволяют диагностировать уровень и характер повреждения, что в значительной мере может повлиять на выбор метода хирургического лечения. Присутствие нейрохирурга во время выполнения ультразвукового исследования (УЗИ) обязательно для планирования оперативного вмешательства. Электронейромиография (ЭНМГ) выполняется с целью определения степени нарушения проведения нервных волокон. По показаниям при наличии сопутствующих патологий выполняются другие инструментальные методы исследования: рентгенография, компьютерная томография, ЭНМГ спинного мозга и др. Осмотр невролога и нейрохирурга обязательны, психиатра – при наличии выраженного нейропатического болевого синдрома, а также при определении показаний к имплантации дорогостоящего оборудования: нейростимуляторов и морфиновой помпы. Консультации других специалистов (терапевт, хирург, травматолог) проводятся при наличии показаний [3–5, 11, 15].

Оценка эффективности консервативного лечения болевого синдрома

Перед установлением показаний к оперативному лечению необходимо провести оценку эффективности консервативного лечения болевого синдрома, которая включает оценку обезболивающей терапии, качества терапии и нежелательных эффектов лечения.

Оценка обезболивающего эффекта проводится с обязательным выполнением и отражением в медицинской документации динамической оценки интенсивности болевого синдрома по шкалам оценки боли (в условиях стационара – ежедневно; в амбулаторных условиях – при каждом посещении). Так, уменьшение хронической боли на 30% от исходного уровня говорит о том, что анальгетик действует и имеет смысл



продолжить его прием. Однако при этом уровень боли по ВАШ должен составлять меньше 5 [1, 7, 23].

Для проведения анализа эффективности терапии не менее важна и оценка качества лечения. Должны использоваться препараты с доказанной эффективностью в адекватных дозах согласно клиническим протоколам; необходимо обеспечить регулярное введение обезболивающего препарата через определенные интервалы времени с учетом его периода полувыведения и эффекта действия предшествующей дозы. Обезболивающие препараты для регулярного приема должны быть назначены в неинвазивных формах. Кроме того, проводимая терапия не должна вызывать побочных явлений либо ухудшать качество жизни пациента [1, 3, 4, 23].

С учетом вышесказанного сформирован алгоритм оценки эффективности консервативного лечения пациентов с постоянной некупирующейся болью при невропатиях.

Алгоритм оценки эффективности консервативного лечения пациентов с постоянной некупирующейся болью при невропатиях:

1. Оценка обезболивающей эффективности терапии (выполнена и отражена в медицинской документации динамическая оценка интенсивности болевого синдрома по шкалам оценки боли (в условиях стационара – ежедневно; в амбулаторных условиях – при каждом посещении)):
 - a. интенсивность боли уменьшилась более чем на 30%;
 - b. уровень болевого синдрома менее 5 баллов по ВАШ.
2. Оценка качества обезболивающей терапии:
 - a) выполнено регулярное введение обезболивающего препарата через определенные интервалы времени с учетом его периода полувыведения и эффекта действия предшествующей дозы;
 - b) использовались препараты с доказанной эффективностью в адекватных дозах согласно клиническим протоколам;
 - c) обезболивающие препараты для регулярного приема назначены в неинвазивных формах.
3. Оценка нежелательных эффектов терапии:
 - a) побочные реакции лекарственной терапии;
 - b) ухудшение качества жизни в результате проводимой терапии;
 - c) наличие явлений, требующих прекращения проводимой терапии.

Терапия считается эффективной при соблюдении всех условий, указанных в пунктах 1, 2, и отсутствии нежелательных эффектов, указанных в пункте 3. Терапия считается неэффективной при соблюдении всех условий в пункте 2 и невыполнении условий пункта 1, а также при наличии хотя бы одного из условий пункта 3.

Показания и сроки нейрохирургического лечения посттравматических невропатий с хроническим болевым синдромом

При отсутствии эффекта от консервативного лечения необходимо рассмотреть вопрос об интервенционном лечении болевого синдрома.

Основное показание к нейрохирургическому лечению – это наличие болевого синдрома, связанного с травмой одного или нескольких периферических нервов интенсивностью не менее 5 баллов по ВАШ. При этом необходимо удостовериться в отсутствии эффекта от консервативного лечения пациентов при адекватном

назначении обезболивающей терапии либо появлении необходимости в назначении опиоидных анальгетиков. Кроме того, вопрос о нейрохирургическом лечении следует рассматривать в случае наличия побочных реакций, вынуждающих прекратить или ограничить проведение консервативного лечения [4, 11].

Следует отметить, что специализированные противоболевые хирургические операции необходимо проводить после установления показаний при отсутствии возможности выполнения вмешательств, направленных на восстановление функции нервов, либо при неэффективности ранее выполненных операций [11].

Важную роль в профилактике формирования хронической непрерывной боли играют сроки первичного вмешательства. Так, при чистой колотой или резаной ране, установлении диагноза полного или частичного перерыва нерва, возможности оказания специализированной помощи восстановление нерва следует проводить максимально рано; оптимально – одновременно с первичной хирургической обработкой. При огнестрельных поражениях нарушение проводимости нерва может быть вызвано вторичными изменениями, поэтому показания к операции могут быть поставлены не ранее чем через 2–3 недели после ранения. При закрытых повреждениях нервов, а также при сочетании с переломами поражение нередко происходит по тракционному типу с сохранением оболочек и последующим самопроизвольным восстановлением – операция при закрытом повреждении нерва производится при отсутствии восстановления или минимальном восстановлении через 3–4 месяца. Соблюдение оптимальных сроков оперативного лечения данной группы пациентов позволит не только с большей вероятностью восстановить функцию поврежденного нерва, но и избежать многих осложнений, в том числе развития хронической непрерывной боли [18, 21, 22].

Нейрохирургическое лечение посттравматических невропатий с хроническим болевым синдромом

При отсутствии эффекта от консервативной терапии и выполненных ранее вмешательств, направленных на восстановление функции нерва, первым этапом нейрохирургического лечения хронического болевого синдрома при посттравматических невропатиях является радиочастотная абляция (РЧА) нервов и невром. В связи с тем, что при радиочастотной абляции происходит деструкция нервной ткани, данный вид вмешательства не выполняется у пациентов с сохраненной функцией травмированного нерва без полного его повреждения [26, 28, 29, 33]. В этих случаях необходимо рассматривать метод хронической противоболевой стимуляции спинного мозга (спинальная нейростимуляция, с англ. – Spinal Cord Stimulation, SCS) [11, 33].

Проведение РЧА периферических нервов как противоболевого вмешательства при посттравматической невропатии может рассматриваться сразу после определения показаний, не дожидаясь формирования выраженного невропатического болевого синдрома, который может сформироваться при длительности боли более трех месяцев, чтобы избежать применения дорогостоящих методов нейромодуляции. РЧА выполняется при полном повреждении нерва, образовании концевых невром, а также в случаях неполного повреждения, когда восстановление функции нерва невозможно либо проведение деструктивных вмешательств не приведет к значительному неврологическому дефициту (например, РЧА общепальцевых ветвей подошвенного нерва) [26, 28, 33, 35].



Алгоритм тактики нейрохирургического лечения пациентов с постоянной некупирующейся болью при посттравматических невропатиях
Algorithm of the tactics of neurosurgical treatment of patients with persistent intractable pain in post-traumatic neuropathies

Перед проведением РЧА необходимо выполнить диагностическую блокаду поврежденного нерва местным анестетиком. Это позволяет спрогнозировать эффективность лечения, а также исключить пациентов с предполагаемым отрицательным результатом хирургического лечения. Положительный эффект от введенного анестетика заключается в снижении болевого синдрома более чем на 50% и уменьшении проявления нейропатического компонента боли (жжение, покалывание и др.). Кроме того, уменьшаются болевые ощущения при пальпации в проекции зоны травмированного нерва или концевой невралгии. Характерным является то, что данный эффект является кратковременным и после окончания действия анестетика все клинические проявления болевого синдрома возвращаются. Возможен частичный положительный эффект, когда болевой синдром снижается менее чем на 50%, но болезненные ощущения от пальпации значительно меньше, чем до блокады. В неясных случаях блокаду можно повторить, чтобы исключить врачебную ошибку [27, 14].

При положительном или частично положительном эффекте от диагностической блокады пациенту выполняется радиочастотная абляция нерва или невралгии с использованием ультразвукового и нейрофизиологического контроля [25, 27, 35]. В случаях отсутствия эффекта от диагностической блокады или выполненной РЧА необходимо рассмотреть вопрос о проведении стимуляции периферического нерва [13, 34]. При отрицательном результате стимуляции периферического нерва либо невозможности его проведения показано проведение хронической противоболевой стимуляции спинного мозга [12, 13].

Критерии эффективности нейрохирургического лечения

Оценка обезболивающего эффекта проводится с обязательным выполнением и отражением в медицинской документации динамической оценки интенсивности болевого синдрома по шкалам оценки боли (в условиях стационара – ежедневно; в амбулаторных условиях – при каждом посещении) [1, 4, 5].

Нейрохирургическое лечение считается эффективным при снижении болевого синдрома более чем в два раза, удовлетворенности пациента и отмене обезболивающих препаратов [16, 19, 20, 23].

Ведущим критерием эффективности является уменьшение хронической боли на 50% и более от исходного уровня. Однако при этом уровень боли по ВАШ должен составлять меньше 5. Учитывая субъективность суждений пациента, необходимо также оценить динамику результатов по опросникам painDETECT и DN4. Так, снижение уровня нейропатического компонента боли может быть расценено положительно при наличии других эффектов проведенного вмешательства [1, 4, 11, 16, 23].

Важным критерием является оценка динамики лекарственной терапии. Полная отмена обезболивающих препаратов, уход от наркотических обезболивающих являются значимыми результатами хирургического лечения хронических болевых синдромов. Снижение дозировок и кратности приема лекарственных средств более чем в два раза также может быть расценено положительно как с экономической точки зрения, так и с позиции улучшения качества жизни пациентов [1, 5, 7].

Положительным считается результат, оцененный пациентом как удовлетворительный либо удовлетворительный с замечаниями (например, гипестезия либо



локальные изменения, рубцы и т. п.). При этом изменения в неврологическом и соматическом статусе не должны влиять на качество жизни пациента [3, 7].

Оценка критериев должна быть комплексной и индивидуальной. Так, например, пациент может быть не удовлетворен лечением ввиду психологических особенностей, однако при этом отмечает снижение боли более чем в два раза, и наркотические анальгетики были отменены. В этом случае можно говорить о положительном результате лечения. В исключительных случаях нейрохирургическое лечение можно считать эффективным только при удовлетворенности пациента, когда предполагаемый результат совпадает с ожиданием пациента и обсуждался с лечащим врачом перед хирургическим вмешательством [7, 11].

Таким образом, вышеперечисленные критерии являются значимыми в оценке результатов нейрохирургического лечения. В каждом случае оценка эффективности должна проводиться индивидуально.

С учетом вышесказанного сформирован перечень критериев эффективности нейрохирургического лечения пациентов с постоянной некупирующейся болью при посттравматических невропатиях:

1. Оценка обезболивающей эффективности лечения (выполнена и отражена в медицинской документации динамическая оценка интенсивности болевого синдрома по шкалам оценки боли):
 - а) интенсивность боли уменьшилась более чем на 50%;
 - б) уровень болевого синдрома менее 5 баллов по ВАШ;
 - в) исчезновение нейропатического компонента боли по опросникам PainDETECT и DN4.
2. Оценка динамики лекарственной терапии:
 - а) полная отмена обезболивающих препаратов;
 - б) отмена наркотических анальгетиков;
 - в) снижение дозировок либо кратности приема препаратов более чем в два раза.
3. Оценка статуса пациента:
 - а) пациент оценивает результат как удовлетворительный либо удовлетворительный с замечаниями при этом отсутствуют ухудшения в неврологическом статусе либо изменения в неврологическом статусе не влияют на качество жизни пациента и его удовлетворенность лечением;
 - б) положительная динамика в психоэмоциональной сфере пациента (по оценке врача – психиатра-нарколога).

Терапия считается эффективной при соблюдении условий, указанных в подпункте «а» всех трех разделов, либо подпункта «а» хотя бы одного раздела и подпунктов «б» или «в» двух других разделов. В исключительных случаях терапия может считаться эффективной при соблюдении только пункта «а» третьего раздела, когда предполагаемый результат совпадает с ожиданием пациента и обсуждался с лечащим врачом перед хирургическим вмешательством.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценка ближайших и отдаленных результатов хирургического лечения пациентов с постоянной некупирующейся болью при посттравматических невропатиях с применением радиочастотной абляции.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В РНПЦ неврологии и нейрохирургии проведено лечение 142 пациентов с травматическими невромами. Из них 47 мужчин (33,1%), 95 женщин (66,9%). Все пациенты старше 18 лет. Средний возраст составил 45,6 года (от 20 до 68 лет). Трудоспособный возраст был у 117 пациентов, из них работающих – 106 человек. Консервативное лечение болевого синдрома у всех пациентов без эффекта. Всем пациентам выполнено плановое нейрохирургическое лечение методом радиочастотной абляции. Выполнение РЧА данным пациентам не предполагало ухудшения неврологического статуса, а диагностические блокады с местным анестетиком показывали положительный результат и снижение болевого синдрома более чем на 50% на время действия анестетика.

Радиочастотная абляция выполнялась следующим образом. Проводилась трехкратная обработка антисептическим раствором операционного поля в проекции нерва или невroma. Выполнялась пункция иглой диаметром 1 мм, длиной 150 мм, покрытой изоляционным материалом снаружи. Под ультразвуковым контролем конец иглы устанавливался в невrome. Канюля извлекалась, в иглу вводился электрод, подключенный к нейрогенератору, при этом конец электрода на 1 мм выступал за пределы иглы. Проводилось нейрофизиологическое тестирование: на электрод подавались импульсы частотой 100 Hz, вызывающие болевые ощущения при установке электрода в нервной ткани. При положительном результате тестирования и подтверждении факта установки электрода в невrome проводилась высокочастотная термодеструкция невroma при температуре 90 °C и экспозиции 90 секунд. Далее проводился ультразвуковой и нейрофизиологический контроль. При положительном ответе от нейрофизиологической стимуляции выполнялась коррекция положения конца иглы в невrome и повторная термодеструкция. Эффективность термодеструкции подтверждалась отрицательным результатом нейрофизиологической стимуляции и характерными изменениями изображения невroma при интраоперационном ультразвуковом исследовании – появлении зон деструкции светлых оттенков. Далее электрод вместе с иглой извлекался, на место пункции накладывалась асептическая наклейка.

Интенсивность боли оценивалась с помощью десятибалльной визуально-аналоговой шкалы (ВАШ). Диагностика нейропатического компонента боли производилась по диагностическому опроснику нейропатической боли painDETECT. Оценка болевого синдрома проводилась перед операцией, на следующий день после операции, через 3, 6 и 12 месяцев. Статистический анализ результатов исследования выполнен непараметрическими методами в программе Statistica 10.0 (StatSoftInc., USA) с применением критериев Манна – Уитни и Краскела – Уоллиса. Результаты считались достоверными при значениях $p < 0,05$. Данные представлены в виде среднего арифметического и ошибки среднего арифметического ($M \pm m$).

■ РЕЗУЛЬТАТЫ

Ближайшие и отдаленные результаты лечения пациентов с постоянной некупирующейся болью при посттравматических невропатиях методом радиочастотной абляции

Уровень боли до операции пациенты оценивали в среднем в $8,1 \pm 1,3$ балла по ВАШ. У 42,96% пациентов был выявлен нейропатический болевой синдром по painDETECT (выше 18 баллов), у 13,38% – неопределенный.



Все пациенты отмечали снижение боли на следующий день после РЧА в среднем до $2,8 \pm 1,3$ балла по ВАШ ($p < 0,001$). При контрольном осмотре через три месяца 15 (10,56%) пациентов отметили рецидив болевого синдрома, а через 6 месяцев – еще один пациент (в общем 11,27%). Средний период наблюдения составил $12,8 \pm 2,9$ месяца. Болевой синдром снизился в среднем до $1,9 \pm 0,9$ балла по ВАШ ($p < 0,001$). 14 (9,86%) пациентам с рецидивом болевого синдрома РЧА выполнена повторно, одному пациенту данное вмешательство выполнено трижды – с положительным результатом и снижением уровня боли больше чем в два раза ($2,1 \pm 0,9$ балла по ВАШ ($p < 0,05$)).

Положительный результат РЧА и снижение болевого синдрома более чем в два раза при среднем наблюдении 12,8 месяца отмечен у 137 (96,48%) пациентов, из них у 119 (83,8%) пациентов отмечено полное отсутствие болевого синдрома, а у 18 (12,68%) имелись жалобы, не вызывающие дискомфорта (незначительный болевой синдром, наличие парестезий, онемения). Отрицательный результат РЧА отмечен у 5 (3,52%) пациентов, из них у трех (2,11%) пациентов улучшение было незначительным, а у двух (1,41%) – отсутствие каких-либо изменений в уровне болевого синдрома в сравнении с дооперационным периодом.

Клинический пример: у пациента Н. имеется посттравматическая ампутиационная культя на уровне средней трети правого бедра (травма более пяти лет назад). Около трех лет беспокоит выраженный нейропатический болевой синдром до 10 баллов по ВАШ и 25 баллов по PainDETECT. Медикаментозное лечение – без выраженного эффекта. По данным УЗИ выявлена концевая неврома культи седалищного нерва. После информированного согласия выполнена радиочастотная денервация культи седалищного нерва. В послеоперационном периоде средний уровень болевого синдрома снизился до 6 баллов по ВАШ, сохранилась необходимость приема обезболивающих препаратов. В отдаленном периоде пациент оценивал болевой синдром на 6 баллов по ВАШ, однако локальное давление в проекции культи седалищного нерва не вызывало выраженного усиления боли, что позволило осуществить пациенту протезирование правой нижней конечности и значительно улучшить его качество жизни.

Осложнений во время и после проведения РЧА не наблюдалось. Средняя длительность госпитализации составила $2,05 \pm 0,67$ койко-дня.

■ ВЫВОДЫ

1. Радиочастотная абляция – эффективный малоинвазивный метод лечения пациентов с постоянной некупирующейся болью при посттравматических невропатиях с выраженным обезболивающим эффектом.
2. Алгоритм тактики нейрохирургического лечения пациентов с постоянной некупирующейся болью при посттравматических невропатиях с применением радиочастотной абляции позволяет улучшить качество жизни пациентов, сократить сроки стационарного лечения и последующей реабилитации, уменьшить число хирургических операций, связанных с имплантацией дорогостоящего оборудования.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Avanesova O.V., Katunina E.A., Kazakov A.Yu. Clinical and neurophysiological evaluation of complex therapy in patients with post-traumatic neuropathies. *Bulletin of the Russian State Medical University*. 2011;1:31–35. (In Russian)
2. Alekseevec V.V., Lihachev S.A., Shan'ko Yu.G. Modern approaches to the treatment of trigeminal neuralgia. *Neurology and neurosurgery. Eastern Europe*. 2016;6(3):308–318. (In Russian)
3. Andreeva G.O., Emelyanov A.Yu., Barsukov I.N. Psychopathological disorders in patients suffering from diseases of the peripheral nervous system, accompanied by chronic pain syndrome. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2017;3(59):118–121. (In Russian)
4. Andreeva G.O. *Chronic pain syndrome in diseases of the peripheral nervous system (clinic, psychopathological disorders, treatment and prognosis)*. St. Petersburg: Politehnika service; 2014. (In Russian)
5. Golubev V.L. *Pain syndromes in neurological practice*. M.: MEDpress-inform, 2010. (In Russian)
6. Danilov A.B. Mixed pain. Pathophysiological mechanisms – implications for clinical practice. Approaches to the diagnosis and treatment of mixed types of pain syndromes. *RMF*. 2014;22(32):10–14. (In Russian)
7. Danilov A.B. Pain management. Biopsychosocial approach. M.: AMM PRESS, 2012. (In Russian)
8. Dashyan G.G. Destruction of the entrance zones of the posterior roots as a method of surgical treatment of incurable pain and spasticity in various diseases of the Central nervous system. *Neurosurgery*. 1999;1:26–28. (In Russian)
9. Devlikamova F.I., Safina D.R. Factors Contributing to Long-term Persistence of Neuropathic Pain in Peripheral Nerve Injuries. *Practical medicine*. 2012;2(57):29–35. (In Russian)
10. Isagulyan E.D., Tomsy A.A., Kononov N.A. Neuromodulation in the treatment of chronic non-cancer pain (from the clinical recommendation "surgical treatment of chronic neuropathic pain syndrome"). *Clinical and experimental surgery. Journal named after Academician V.V. Petrovsky*. 2016;4(3):74–88. (In Russian)
11. Isagulyan E.D. Pain neuromodulation. Effective control of severe pain syndromes. Moscow: IP "T.A. Alekseeva", 2020. (In Russian)
12. Isagulyan E.D. Surgical treatment of neuropathic pain syndromes. Part 1. *Neurosurgery*. 2009;2:5–12. (In Russian)
13. Isagulyan E.D., Shabalov V.A., Salova E.M. Electrical stimulation of peripheral nerves in the treatment of chronic pain syndromes. *Russian Journal of Pain*. 2015;1(46):135. (In Russian)
14. Kononov N.A. *Clinical guidelines for the diagnosis and treatment of facet syndrome of the lumbosacral spine*. Moscow: Clinical guidelines; 2015. (In Russian)
15. Kukushkin M.L. Pathophysiological mechanisms of pain syndromes. *Pain*. 2003;1(1):5–12. (In Russian)
16. Nechipurenko N.I. Effectiveness of treatment of patients with trigeminal neuralgia. Proceedings of the *National Academy of Sciences of Belarus*. 2015;3:5–13. (In Russian)
17. Pevzner K.B., Egorov O.E., Evzikov G.Yu. Percutaneous high-frequency destruction of facet joints in the treatment of post-discectomy syndrome at the lumbar level. *Spine surgery*. 2007;3:45–48. (In Russian)
18. Pertsov V.I., Ivakhnenko D.S., Deinichenko Yu.K. Efficiency of neurolysis in post-traumatic peripheral neuropathy. *Ukrainian neurosurgical journal*. 2007;3:72. (In Russian)
19. Sidorovich R.R., Alekseevec V.V., Shkut D.N. An integrated approach to the surgical treatment of trigeminal neuralgia using transbuccal high-frequency selective rhizotomy. *Ukrainian neurosurgical journal*, 2009;3:48. (In Russian)
20. Sidorovich R.R., Smeyanovich A.F. Surgical treatment of chronic pain syndrome in the consequences of traumatic injury to the brachial plexus. *Bulletin of VSMU*. 2005; 4(1):82–88. (In Russian)
21. Stadnikov V.V., Ninel V.G., Livshits L.Ya. *Surgical tactics for injuries of nerves and bones of the upper limb*. St. Petersburg: Interregional public organization "Man and his health", 2006. (In Russian)
22. Tsybalyuk V.I., Nelepin S.N., Nikiforova A.N. Features of the formation of chronic neuropathic pain syndrome in traumatic injury to the nerves of the extremities. *Ukrainian neurosurgical journal*, 2010;2:51–54. (In Russian)
23. Shcherbakova N.E. (2014) *Modern methods of anesthesia and criteria for their effectiveness in chronic tension headaches*. Moscow, 24 p. (In Russian)
24. Abd-Elseyed A., Jackson M., Plovanich E. Pulsed Radiofrequency Ablation for Treating Sural Neuralgia. *Ochsner J. Spring*, 2018;18(1):88–90.
25. Brooks D., Parr A., Bryceson W. Three cycles of radiofrequency ablation are more efficacious than two in the management of Morton's neuroma. *Foot&Ankle Specialist*. 2017; 20(10):50–55.
26. Cahaba A., Vutskits L., Muller D. Acute differential modification of synaptic transmission and cell survival during exposure target position pulsed and continuous radiofrequency energy. *J. Pain*. 2003;4(4):197–202.
27. Cohen S. Consensus practice guidelines on interventions for lumbar facet joint pain from a multispecialty, international working group. *Reg. Anesth. Pain Med*. 2020;45:424–467.
28. Cosman Jr., Cosman E.Sr. Electric and thermal field effects in tissue around radiofrequency electrodes. *Pain Medicine*. 2005;6(6):405–424.
29. Cosman B., Cosman E. Guide to radiofrequency lesion generation in neurosurgery: radionics procedure technique series monographs. Burlington, MA: Radionics; 1974. 115 p.
30. Fontaine D. Traitement neurochirurgical de la douleur chronique. *Rev Prat*. 2013;63(6):805–809.
31. Jensen M., Day M., Miró J. Neuromodulatory treatments for chronic pain: efficacy and mechanisms. *Nat Rev Neurol*. 2014;10(3):167–178.
32. Kwo Wei David, Przkora R., Sanjeev K. Sphenopalatine ganglion: block, radiofrequency ablation and neurostimulation – a systematic review. *The Journal of Headache and Pain*. 2017;18(118):78–99.
33. Lipinski L.J., Spinner R. Neurolysis, neurectomy, and nerve repair/reconstruction for chronic pain. *Neurosurg Clin N Am*. 2014;25(4):777–787.
34. Petersen E., Slavin K. Peripheral nerve/field stimulation for chronic pain. *Neurosurg Clin N Am*. 2014;25(4):789–797.
35. Vanneste T., Van Lantschoot A., Van Boxem K. Pulsed radiofrequency in chronic pain. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2017;30(5):577–582.