

# ПЕРКУТАННАЯ РАДИОЧАСТОТНАЯ НЕВРОТОМИЯ У ПАЦИЕНТОВ С НЕВРАЛГИЕЙ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА, АССОЦИИРОВАННОЙ С РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ

С.В. Кондрахов<sup>1\*</sup>, М.А. Степанян<sup>1</sup>, А.Г. Назаренко<sup>1,2</sup>, Е.Ю. Артёменкова<sup>1</sup>, Л.А. Кадин<sup>1</sup>,  
В.Г. Калюжный<sup>1</sup>, И.О. Кугушев<sup>1</sup>, А.И. Голованёв<sup>3</sup>, И.В. Гладков<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ «Клиническая больница №1» УД Президента РФ, Москва,  
<sup>2</sup>ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко»  
Минздрава РФ, Москва,

<sup>3</sup>ГБУЗ КО «Калужская областная клиническая больница»

## PERCUTANEOUS RADIOFREQUENCY NEUROTOMY IN PATIENTS WITH TRIGEMINAL NEURALGIA ASSOCIATED WITH MULTIPLE SCLEROSIS

S.V. Kondrakhov<sup>1\*</sup>, M.A. Stepanyan<sup>1</sup>, A.G. Nazarenko<sup>1,2</sup>, E.Yu. Artyomenkova<sup>1</sup>, L.A. Kadin<sup>1</sup>,  
V.G. Kalyuzhny<sup>1</sup>, I.O. Kugushev<sup>1</sup>, A.I. Golovanev<sup>3</sup>, I.V. Gladkov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Clinical Hospital № 1 of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russia,

<sup>2</sup>Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, Russia,

<sup>3</sup>Kaluga Regional Clinical Hospital, Kaluga, Russia

E-mail: nskondrakhov@gmail.com

### Аннотация

**Цель исследования** - продемонстрировать и оценить эффективность лечения пациентов с невралгией тройничного нерва, ассоциированной с рассеянным склерозом (НТН с РС), с помощью перкутанной радиочастотной селективной невротомии (ПРСН). **Материал и методы:** проведен ретроспективный анализ результатов лечения 18 пациентов с НТН с РС с помощью ПРСН за 2016-2019 гг. У 16 поступивших пациентов имелась типичная боль в лице, у 2 пациентов – атипичная боль в лице. Выраженность болевого синдрома и степень онемения лица оценивались согласно современным шкалам интенсивности боли и выраженности онемения лица BNI (Barrow Neurological Institute).

**Результаты:** регресс болевого синдрома (I и II классы по шкале BNI) отмечался у 15 (83.3%) из 18 пациентов с НТН с РС. У 2 пациентов эффект от ПРСН отсутствовал и сохранялась атипичная боль в лице. В отдаленном послеоперационном периоде рецидивы болевого синдрома развились у 4 пациентов (25%). Всем пациентам была успешно выполнена повторная процедура ПРСН с хорошим клиническим эффектом (I и II классы по шкале BNI). **Выводы:** ПРСН является методом выбора для лечения пациентов, страдающих классической НТН с РС, так как данная процедура эффективна и безопасна. Эффективность ПРСН у пациентов с атипичной НТН с РС сомнительна.

**Ключевые слова:** тригеминальная невралгия, рассеянный склероз, радиочастотная невротомия

### Abstract

**Purpose.** To demonstrate and to evaluate the effectiveness of percutaneous radiofrequency selective neurotomy (PRSN) in treating patients suffering of trigeminal neuralgia associated with multiple sclerosis (TN and MS). **Material and methods:** A retrospective analysis of outcomes in 18 patients with TN and MS treated with PRSN in 2016-2019 has been made. 16 patients had typical facial pain, 2 patients had atypical facial pain. Pain intensity and numbness severity in the face were assessed with modern scales on pain intensity and facial numbness severity developed by Barrow Neurological Institute (BNI). **Results:** Pain regression (grades I and II by BNI scale) was seen in 15 (83.3%) out of 18 patients with TN and MS. In two patients with atypical facial pain, PRSN treatment was ineffective. Long-term postoperative observation revealed pain relapse in 4 patients (25%). All these patients were successfully treated by the repeated PRSN procedure with a good clinical effect (grades I and II by BNI scale). **Conclusion:** PRSN technique is a method of choice for patients suffering of classical TN with MS since this procedure is effective and safe. PRSN effectiveness in patients with atypical TN and MS is doubtful.

**Key words:** trigeminal neuralgia, multiple sclerosis, radiofrequency neurotomy

*Ссылка для цитирования: Кондрахов С.В., Степанян М.А., Назаренко А.Г., Артёменкова Е.Ю., Кадин Л.А., Калюжный В.Г., Кугушев И.О., Голованев А.И., Гладков И.В. Перкутанная радиочастотная невротомия у пациентов с невралгией тройничного нерва, ассоциированной с рассеянным склерозом. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2020; 3: 48-53.*

Рассеянный склероз (РС) — хроническое воспалительное заболевание центральной нервной системы, вызывающее демиелинизацию и дегенерацию аксонов [1,2]. Течение данного заболевания в

1–2% случаев сопровождается невралгией тройничного нерва (НТН), которая значительно снижает качество жизни данных пациентов [1]. Согласно пересмотренной в 2013 г Международной классификации головных болевых синдромов [2] невралгия тройничного нерва, ассоциированная с рассеянным склерозом (НТН с РС), относится к группе симптоматических невралгий.

С помощью диффузионно-тензорной МРТ удалось доказать, что НТН с РС вызывают бляшки, расположенные в вентролатеральном отделе моста между зоной выхода корешка тройничного нерва и ядрами тройничного нерва, в месте расположения первичных интрапонтинных афферентов тройничного нерва [3]. Тогда как при классической НТН (кНТН) поражения локализуются в зоне выхода корешка тройничного нерва и цистернальном сегменте тройничного нерва, обусловлены васкулярным конфликтом с петлей верхней мозжечковой артерии [4]. У части пациентов, страдающих РС, причиной НТН может быть нейроваскулярный конфликт [3,5] либо комбинация демиелинизирующей бляшки в мосте и нейроваскулярного конфликта [6].

Лечение НТН всегда начинается с консервативной терапии антиконвульсантами. Данные препараты существенно усугубляют неврологическую симптоматику у пациентов с РС, приводя к нарастанию атаксии, головокружения, мышечной слабости, возникновению седативного эффекта, а также могут потенцировать гепатотоксичность иммуномодулирующих препаратов для лечения РС [3,6]. Поэтому применение хирургических методов лечения НТН данной категории пациентов рассматривается как проспективное. Методом выбора хирургического лечения кНТН является васкулярная декомпрессия тройничного нерва. Использование васкулярной декомпрессии тройничного нерва в лечении НТН с РС показало недостаточную эффективность [5]. Поэтому в настоящее время данная методика лечения пациентов с НТН с РС применяется в редких случаях. В последние 30 лет общепризнанным методом хирургического лечения пациентов с НТН с РС считаются перкутанная аблятивные методики деструкции нерва на уровне гассерова узла [7,8].

Цель данного исследования — анализ и обобщение опыта применения перкутанной радиочастотной селективной невротомии (ПРСН) при НТН с РС в нейрохирургическом отделении ФГБУ «Клиническая больница №1» УД Президента РФ.

### Материалы и методы

Проведен ретроспективный анализ результатов лечения 18 пациентов (15 женщин, 3 мужчин)

с НТН с РС с помощью ПРСН за 2016–2019 гг. Возраст пациентов варьировал от 32 до 60 лет (средний возраст — 46,3 года; медиана — 43,5 года; стандартное отклонение — 11,3 года). У всех пациентов имелся достоверный диагноз рассеянного склероза по критериям McDonald (версия 2017 г.) [7]. Все пациенты дали письменное информированное согласие на операцию и обработку данных. Показанием для хирургического лечения являлись: неэффективность медикаментозной терапии болевого синдрома или развитие побочных эффектов при приеме препаратов. Всем пациентам перед операцией ПРСН была выполнена МРТ, позволяющая подтверждать наличие очагов демиелинизации в мосте и исключить иную патологию, которая могла бы явиться причиной симптоматической НТН. У 8 пациентов до обращения в нашу клинику были проведены следующие вмешательства на тройничном нерве: 5 пациентам выполнена микроваскулярная декомпрессия без положительного эффекта и 3 пациента перенесли ПРСН с регрессом болевого синдрома до 2 лет. Всего выполнено 25 процедур ПРСН. У 16 поступивших пациентов имелась типичная (классическая боль, Burchiel Type 1) боль в лице. Диагностические критерии боли первого типа по Burchiel: распределение боли в пределах зон иннервации тройничного нерва, боль интермиттирующая, пароксизмальная, по типу удара током, с наличием триггерных зон, с начальным положительным эффектом от приема карбамазепина. У 2 пациентов имелась атипичная боль в лице (атипичная боль, Burchiel Type 2). Атипичную боль от классической отличает наличие постоянной жгучей боли [8]. У всех наблюдаемых пациентов была односторонняя боль, из них у 11 пациентов — правосторонняя, у 7 пациентов — левосторонняя. Распределение боли по зонам было следующим: I ветвь — 1 пациент; II ветвь — 5 пациентов, III ветвь — 6 пациентов, комбинация II и III ветвей — 6 пациентов.

Выраженность тригеминального болевого синдрома оценивалась с помощью шкалы интенсивности боли BNI (Barrow Neurological Institute) [9], согласно которой: I класс — боли нет, медикаментозное купирование не требуется; II класс — периодические боли, медикаментозное купирование не требуется; III класс — боли, полностью контролируемые медикаментозно; IV класс — боли, не полностью контролируемые медикаментозно; V класс — интенсивные боли без улучшения.

Онемение в лице после операции оценивали с помощью шкалы выраженности онемения лица BNI (Barrow Neurological Institute) [9]: I класс — нет онемения; II класс — легкое онемение, не приносящее дискомфорта и беспокойства; III класс — оне-

мение, приносящее пациенту беспокойство и дискомфорт; IV класс — выраженное онемение, очень беспокоящее пациента.

Оценка динамики болевого синдрома проводилась на следующий день после операции, через 3 и 12 мес. Катамнестические данные были получены путем контрольных обследований, письменного анкетирования или опросов по телефону. Медиана продолжительности периода наблюдения составила 20 мес (от 3 до 36 мес).

Методика выполнения перкутанной радиочастотной селективной невротомии

Данная операция выполняется в операционной, оснащенной ЭОПом. Для определения корректности положения иглы были использованы боковые флюорограммы. ПРСН проводили с помощью G4™ RF Generator Cosman (США).

ПРСН проводили под внутривенной анестезией. Выбор препаратов осуществлялся с учетом минимального времени наступления эффекта и скорости выведения. С учетом этого был выбран пропофол. Режим дозирования: 1.5–2 мг/кг, у пожилых пациентов: 0.5–1 мг/кг, введение по 20–40 мг, дробно, до наступления эффекта. В качестве анальгетика использовали фентанил. Фентанил вводили однократно за 1–3 мин до введения иглы. Дозировку подбирали индивидуально (0.005% в дозах 0.05–0.2 мг, непрерывно оценивая спонтанное дыхание). Следует отметить, что дозировки препаратов у пациентов с РС, как правило, ниже, чем у пациентов без РС, в связи с замедленным пробуждением и замедленным восстановлением самостоятельного дыхания.

Голову пациента укладывают на подголовник прямо. Щеку на пораженной стороне обрабатывают водным раствором антисептиков (р-р октенисепта). Под в/в анестезией иглоочатую канюлю вводят на 2.5–3 см латеральнее оральной комиссуры (рис. 1). Для получения идеальной боковой краниограммы сопоставляются проекции наружных слуховых проходов. Конец канюли направляют к месту пересечения воображаемых плоскостей, проходящих через точки на 3 см кпереди от наружного слухового прохода и медиального края зрачка, фиксированного вперед. Для профилактики повреждения слизистой ротовой полости положение иглы можно контролировать пальцем, введенным в полость рта пациента. Далее под контролем ЭОПа конец канюли направляют к месту пересечения вершины каменистой кости со скатом (5–10 мм ниже дна турецкого седла вдоль ската). Иглу продолжают вводить к месту пересечения каменистой кости со скатом. При прохождении иглы через овальное отверстие и перфорации твердой мозговой оболочки часто возникает непроизвольное со-

кращение жевательных мышц со стороны процедуры. После удаления стилета из иглы каплями начинает поступать ликвор (рис. 2). В случае повторной операции ликвора может не быть. В иглу вводят электрод. Для деструкции I ветви ТН дистальный отдел электрода позиционируют на 3–5 мм выше линии ската; для деструкции II ветки ТН дистальный отдел электрода размещают на линии ската; для деструкции III ветви — ниже линии ската на 3–5 мм. Проверяют импеданс. При правильном расположении электрода в нерве импеданс составляет от 180 до 300 Ом. Импеданс более 400 Ом указывает на неправильное расположение электрода (надкостница или кость), что требует переустановки иглы.

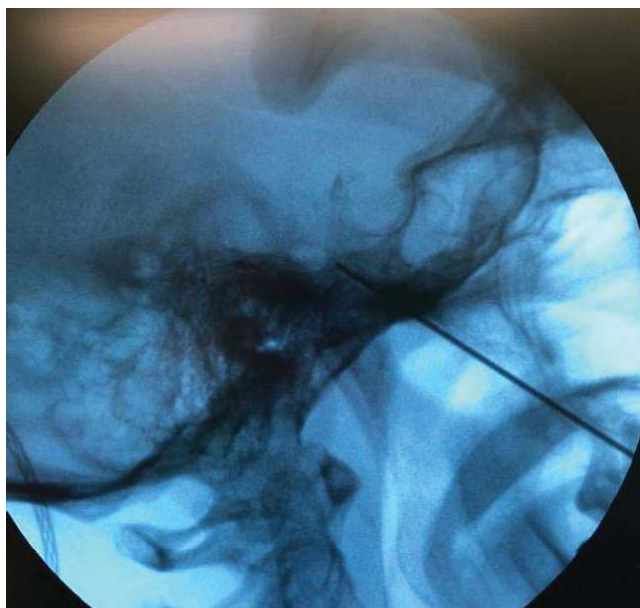
После достижения кончиком электрода предполагаемых анатомических ориентиров (Рис. 3) пациента пробуждают и проводят тестовую стиму-



Рис. 1. Точка введения иглы для проведения ПРСН.



Рис. 2. Правильное расположение иглы. Конец иглы перфорировал твердую мозговую оболочку, через иглу каплями поступает ликвор.



**Рис. 3 – Боковая флюорограмма справа. Игла установлена в проекции III ветви тройничного нерва справа.**

ляцию со следующими параметрами: частота 50 Гц, продолжительность 1 мс, начальная амплитуда 0.1 В, с последующим увеличением до 0.2-0.5 В (при первичной операции), до 1.2 В (при повторных вмешательствах). Если при стимуляции не удается воспроизвести парестезию в той зоне, где у больного имеется НТН, амплитуду снижают до 0 и повторяют репозиционирование и стимуляцию до тех пор, пока не будет достигнута парестезия в желаемой зоне поражения.

После окончания тестовой стимуляции осуществляется седация пациента, РЧ - генератор переводится в режим деструкции. Первая деструкция производится температурой 60-70 °С течение 90 с. Последующие разрушения проводятся с повышением температуры на 5-10 °С. При первичной операции обычно требуется 3 сеанса деструкции. После каждой деструкции проводится оценка неврологического статуса (чувствительность на лице, роговичный рефлекс, функция глазодвигательных мышц, сила жевательных мышц), также проверяется порог парестезии с помощью тестовой стимуляции. Как правило, порог парестезии после каждого сеанса деструкции повышается на 0.2 – 0.3 В. Операция заканчивается после появления стойкой гипестезии в зоне иннервации, соответствующей пораженному корешку, и прекращения болевых пароксизмов. У пациентов с поражением I ветви во избежание возникновения нейротрофического кератита рекомендованная температура деструкции составляет 60 °С.

### Результаты и обсуждение

У 15 (83.3%) из 18 пациентов с НТН с РС сра-

зу после операции отмечался регресс болевого синдрома (I и II классы по шкале BNI). Всем трем пациентам с сохраняющимся болевым синдромом на следующий день была проведена повторная процедура ПРСН. У 2 из 3 пациентов с отсутствием эффекта от ПРСН имелась атипичная боль в лице. После повторной операции у пациента с классической болью отмечался значительный регресс болевого синдрома (II класс по шкале BNI). У пациентов с атипичной болью в лице наблюдался некоторый регресс болевого синдрома, однако это не позволило отказаться от медикаментозной терапии (III класс по шкале BNI). В отдаленном послеоперационном периоде из 16 пациентов с хорошим клиническим эффектом после ПРСН рецидивы болевого синдрома развились у 4 пациентов (25%). Всем пациентам была успешно выполнена повторная процедура ПРСН с хорошим клиническим эффектом (I и II классы по шкале BNI).

Послеоперационное онемение было зарегистрировано у всех пациентов, из них: у 13 пациентов - II класс, у 3 пациентов - I класс и у 2 пациентов - III класс по шкале BNI. С течением времени при катанестическом исследовании этот дискомфорт нивелировался пациентами.

У 2 оперированных пациентов отмечались транзиторное снижение роговичного рефлекса, невыраженные проявления кератита, что потребовало назначения кератопротекторов на срок до 2 нед. 2 пациента предъявляли жалобы на онемение, приносящее беспокойство и дискомфорт (III класс по шкале BNI). Описанные в литературе осложнения, такие как слабость жевательных мышц, парез глазодвигательных мышц, менингит, интракраниальные кровоизлияния, появление высыпаний herpes simplex, anesthesia dolorosa, у наблюдавшихся нами пациентов не встречались.

У пациентов с РС риск развития НТН в 20 раз выше, чем в общей популяции; 1.9-4.9 % пациентов с РС страдают НТН, независимо от формы РС [10]. НТН с РС, подобно классической кНТН, чаще встречается у женщин, чем у мужчин, и поражает правую сторону чаще, чем левую [6]. В отличие от кНТН, НТН с РС встречается в более раннем возрасте, средний возраст дебюта заболевания от 40 до 50 лет [10]. У 18% пациентов с НТН с РС отмечается двусторонний болевой синдром [10], у 37% пациентов с НТН с РС – чувствительные нарушения в зоне иннервации тройничного нерва, что нехарактерно для кНТН [11].

Лечение пациентов с НТН с РС представляет собой сложную проблему для неврологов и нейрохирургов. Антиконвульсанты, назначаемые как препараты первой линии в лечении пациентов с кНТН, у пациентов с НТН с РС менее эффектив-

ны и чаще вызывают развитие побочных эффектов [1,4,6]. В связи с этим в настоящее время для лечения пациентов с НТН с РС актуально применение миниинвазивных методик деструкции тройничного нерва. Эти методики основаны на разрушении тройничного нерва на уровне гассерова узла с помощью радиочастотной термокоагуляции, баллонной компрессии, инъекции глицерола и их комбинации.

Использование радиочастотной ризотомии тройничного нерва имеет ряд преимуществ по сравнению с баллонной компрессией и ризотомией глицеролом ввиду более точного контроля локализации и степени разрушения гассерова узла [12]. Иное мнение обнародовали А. Mohammad-Mohammadi [13], которые проанализировали результаты лечения 6 групп пациентов, оперированных различными методами (89 пациентов после ризотомии глицеролом; 82 пациента после баллонной компрессии, 52 — после стереотаксической радиохирургии, 28 — после периферической невротомии, 15 — после ПРСР, 10 — после васкулярной декомпрессии). Существенных различий в эффективности и частоте осложнений при выполнении данных операций авторы не выявили.

Большинство современных исследований чрескожных деструктивных вмешательств на тройничном нерве включают пациентов с идиопатической НТН и НТН с РС, несмотря на различную этиологию проблемы (см. таблицу). Публикации на тему перкутаных деструктивных операций у пациентов с НТН с РС в настоящее время малочисленны, результаты их противоречивы [10,12,14-18].

Самая большая серия наблюдений пациентов после ПРСН опубликована М.Т. Bender и соавт. в 2013 г. [16]. В это исследование было включено 50 пациентов с диагнозом НТН с РС с 1998 по 2010 г. Регресс болевого синдрома (I и II классы

по шкале BNI) после первичной процедуры ПРСР был достигнут у 36 пациентов (72%), у 4 пациентов (8%) наблюдался регресс болевого синдрома с сохранением медикаментозной терапии (III класс по шкале BNI), у 7 пациентов (14%) отмечался частичный регресс болевого синдрома (IV класс по шкале BNI), эффект от проведенной операции отсутствовал у 3 пациентов (6%) (V класс по шкале BNI). У 33 (66%) пациентов после операции онемения в иннервируемой зоне деструкции не наблюдалось (I класс по шкале BNI). У 17 (32%) пациентов после операции отмечалось онемение, не приносящее дискомфорта и беспокойства (II класс по шкале BNI). Из осложнений авторы статьи указывают на 1 случай снижения роговичного рефлекса и 1 случай дисфункции височно-нижнечелюстного сустава. Медиана наблюдения в данном исследовании была 29 мес. Медиана времени рецидива составила 20 мес. Рецидив болевого синдрома был выявлен у 23 (64%) из 36 пациентов.

Сравнение полученных результатов с данными М.Т. Bender [16] показало, что частота регресса болевого синдрома после ПРСН был сопоставим (83 и 72% соответственно). Однако количество рецидивов болевого синдрома в группе пациентов М.Т. Bender было выше, чем в нашей серии наблюдений (64 против 25%). Этот факт может быть связан с двумя причинами: большей глубиной катамнеза и небольшим количеством пациентов с онемением после операции в серии пациентов у М.Т. Bender. Корреляцию между чувствительными нарушениями после ПРСН и вероятностью регресса/рецидива болевого синдрома оценивали несколько исследователей. У. Kanpolat и соавт. [14] в группе из 17 пациентов статистически доказали эту закономерность, тогда как G. W. Mallory и соавт. [19] не нашли достоверной корреляции. Учитывая малое количество пациентов в вышеописанных статьях, на

Таблица

Сводные данные мировой литературы о применении ПРСН у пациентов с НТН с РС

Источник литературы	Количество пациентов	Регресс болевого синдрома, %	Медиана наблюдения, мес	Частота осложнений, %	Частота рецидивов, %
У.Р. Hooge, 1995 [10]	17	57	72	НД	43
У. Kanpolat и соавт., 2000 [14]	17	70.6	60	76.5	29.4
Р. Berk и соавт., 2003 [15]	13	81	52	0	50
В.Т. Bender и соавт., 2013 [16]	50	72	29	4	64
В.М. Туруников и соавт., 2015 [12]	28	100	НД	14,3	21
М.Т. Holland и соавт., 2017 [17]	10	71	66	66	60
Noorani и соавт., 2019 [18]	13	55.2	23	27.6	НД
Наши данные	18	83.3	20	22.2	25

Примечание. НД — нет данных.

наш взгляд, данная закономерность требует дальнейшего исследования на большей группе пациентов.

### Заключение

ПРСН является методом выбора для лечения пациентов, страдающих классической НТН с РС, так как данная процедура эффективна и безопасна. При рецидиве тригеминальной невралгии после ПРСН повторные операции эффективны. Эффективность ПРСН у пациентов с атипичной НТН с РС сомнительна.

### Литература

1. Solaro P. et al. Pain and multiple sclerosis: pathophysiology and treatment // *Current neurology and neuroscience reports*. — 2013. — V. 13. — №. 1. — P. 320. doi: 10.1007/s11910-012-0320-5.
2. Arnold M. Headache classification committee of the international headache society (IHS) the international classification of headache disorders // *Cephalalgia*. — 2018. — V. 38. — №. 1. — P. 1-211.
3. Cruccu G. et al. Trigeminal neuralgia: new classification and diagnostic grading for practice and research // *Neurology*. — 2016. — V. 87. — №. 2. — P. 220-228. doi: 10.1212/WNL.0000000000002840.
4. Chen D. Q. et al. Diffusivity signatures characterize trigeminal neuralgia associated with multiple sclerosis // *Multiple Sclerosis Journal*. — 2016. — V. 22. — №. 1. — P. 51-63. doi: 10.1177/1352458515579440.
5. Broggi G. et al. Operative findings and outcomes of microvascular decompression for trigeminal neuralgia in 35 patients affected by multiple sclerosis // *Neurosurgery*. — 2004. — V. 55. — №. 4. — P. 830-839. doi: 10.1227/01.NEU.0000137656.59536.0E.
6. Cruccu G. et al. Trigeminal neuralgia and pain related to multiple sclerosis // *PAIN*. — 2009. — V. 143. — №. 3. — P. 186-191. doi: 10.1016/j.pain.2008.12.026.
7. Thompson A. J. et al. Diagnosis of multiple sclerosis: 2017 revisions of the McDonald criteria // *The Lancet Neurology*. — 2018. — V. 17. — №. 2. — P. 162-173. doi: 10.1016/S1474-4422(17)30470-2.
8. Burchiel K. J. A new classification for facial pain // *Neurosurgery*. — 2003. — V. 53. — №. 5. — P. 1164-1167. doi: 10.1227/01.neu.0000088806.11659.d8.
9. Kumar S. et al. Pain in trigeminal neuralgia: neurophysiology and measurement: a comprehensive review // *Journal of medicine and life*. — 2013. — V. 6. — №. 4. — P. 383.
10. Hooge J. P., Redekop W. K. Trigeminal neuralgia in multiple sclerosis // *Neurology*. — 1995. — V. 45. — №. 7. — P. 1294-1296. doi: 10.1212/WNL.45.7.1294.
11. Zakrzewska J. M. Multi-dimensionality of chronic pain of the oral cavity and face // *Journal of headache and pain*. — 2013. — V. 14. — №. 1. — P. 37. doi: 10.1186/1129-2377-14-37.
12. Tyurnikov V. M. et al. Experience in the use of high-frequency selective percutaneous rhizotomy in trigeminal neuralgia associated with multiple sclerosis // *Zhurnal voprosy neurokhirurgii imeni NN Burdenko*. — 2015. — V. 79. — №. 5. — P. 34. doi: 10.17116/neuro201579534-42.
13. Mohammad-Mohammadi A. et al. Surgical outcomes of trigeminal neuralgia in patients with multiple sclerosis // *Neurosurgery*. — 2013. — V. 73. — №. 6. — P. 941-950. doi: 10.1227/NEU.000000000000128.
14. Kanpolat Y. et al. Percutaneous controlled radiofrequency rhizotomy in the management of patients with trigeminal neuralgia due to multiple sclerosis // *Acta neurochirurgica*. — 2000. — V. 142. — №. 6. — P. 685-690. doi: 10.1007/s007010070113.
15. Berk P. et al. The treatment of trigeminal neuralgia in patients with multiple sclerosis using percutaneous radiofrequency rhizotomy // *Canadian journal of neurological sciences*. — 2003. — V. 30. — №. 3. — P. 220-223. doi: 10.1017/S0317167100002626.
16. Bender M. T. et al. Glycerol rhizotomy and radiofrequency thermocoagulation for trigeminal neuralgia in multiple sclerosis // *Journal of neurosurgery*. — 2013. — V. 118. — №. 2. — P. 329-336. doi: 10.3171/2012.9.JNS1226.
17. Holland M. T. et al. Stereotactic radio surgery and radio frequency rhizotomy for trigeminal neuralgia in multiple sclerosis: A single institution experience // *Clinical neurology and neurosurgery*. — 2017. — V. 162. — P. 80-84. doi: 10.1016/j.clineuro.2017.09.004.
18. Noorani I. et al. The effectiveness of percutaneous balloon compression, thermocoagulation, and glycerol rhizolysis for trigeminal neuralgia in multiple sclerosis // *Neurosurgery*. — 2019. — V. 85. — №. 4. — P. E684-E692. doi: 10.1093/neuros/nyz103.
19. Mallory G. W. et al. Outcomes after percutaneous surgery for patients with multiple sclerosis-related trigeminal neuralgia // *Neurosurgery*. — 2012. — V. 71. — №. 3. — P. 581-586. doi: 10.1227/NEU.0b013e31825e795b