

НЕВРОЛОГИЯ И НЕЙРОХИРУРГИЯ NEUROLOGY AND NEUROSURGERY

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ЛЕЧЕНИЯ НЕВРАЛГИИ ТРОЙНИЧНОГО НЕРВА И РОЛЬ НЕЙРОХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ЕЁ РЕШЕНИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Журкин А.Н.¹,
Семенов А.В.¹,
Сороковиков В.А.¹,
Бартуль Н.В.²

¹ ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» (664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, 1, Россия)

² ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 3» (664011, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 31, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Журкин Артём Николаевич,
e-mail: spike@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Тройничный нерв является смешанным пятым черепно-мозговым нервом, который обладает двигательным и чувствительным компонентами. Чувствительный компонент принимает в центральную нервную систему соматезическую информацию от кожи и слизистых оболочек лица, а двигательный отвечает за иннервацию жевательной мускулатуры. Одним из проявления патологии тройничного нерва является болевой синдром. Невралгия тройничного нерва (НТН) занимает основное место среди невrogenных болевых синдромов в области лица, отличается тяжёлым течением и недостаточной эффективностью консервативных методов лечения. По данным Всемирной организации здравоохранения, распространённость НТН в разных странах составляет 2–5 случаев на 100 тыс. населения в год. Выделяют следующие виды невралгий тройничного нерва: идиопатическая (11 %); классическая (74 %); симптоматическая (15 %). На современном этапе существует множество разных вариантов хирургического лечения. Основными эффективными и доказанными хирургическими методами лечения НТН считаются микроваскулярная декомпрессия корешка, радиохирургическая деструкция Гассерова узла, радиочастотная деструкция, глицериновая ризотомия, баллонная компрессия. Однако остаются открытыми вопросы диагностики причины заболевания и выбора адекватного хирургического метода лечения терапевтически резистентной НТН для конкретного пациента. Развитие хирургических методов начинается с древних времён и продолжается до наших дней. В представленном литературном обзоре отражены основные этапы развития нейрохирургических методов лечения. Описаны следующие оперативные методики: открытый метод – микроваскулярная декомпрессия; закрытые чрескожные деструктивные методы – радиочастотная деструкция, глицериновая ризотомия, баллонная компрессия, радиохирургия, криодеструкция, лазерная деструкция, инъекции ботулиноксина.

Ключевые слова: невралгия тройничного нерва, глицериновая ризотомия, микроваскулярная декомпрессия, радиочастотная деструкция, баллонная компрессия, радиохирургическая деструкция Гассерова узла

Для цитирования: Журкин А.Н., Семенов А.В., Сороковиков В.А., Бартуль Н.В. Исторические аспекты проблемы лечения невралгии тройничного нерва и роль нейрохирургических методов в её решении (обзор литературы). *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(4): 123-136. doi: 10.29413/ABS.2021-6.4.11

Статья поступила: 28.05.2021

Статья принята: 06.08.2021

Статья опубликована: 12.10.2021

HISTORICAL ASPECTS OF THE PROBLEM OF TREATMENT OF TRIGEMINAL NEURALGIA AND THE ROLE OF NEUROSURGICAL METHODS IN ITS SOLUTION (LITERATURE REVIEW)

Zhurkin A.N.¹,
Semenov A.V.¹,
Sorokovikov V.A.¹,
Bartul N.V.²

¹ Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology (Bortsov Revolyutsii str. 1, Irkutsk 664003, Russian Federation)

² Irkutsk City Clinical Hospital N 3 (Timiryazeva str. 31, Irkutsk 664011, Russian Federation)

Corresponding author:
Artem N. Zhurkin,
e-mail: cpike@mail.ru

ABSTRACT

The trigeminal nerve is a mixed fifth cranial nerve, consisting of motor and sensory components. The sensitive component receives somesthetic information from the skin and mucous membranes of the face into the central nervous system, and the motor component is responsible for the innervation of chewing muscles. One of the manifestations of the pathology of the trigeminal nerve is pain syndrome. Trigeminal neuralgia occupies the main place among neurogenic pain syndrome in the face, is characterized by a severe course and the absence of sufficiently effective methods of treatment. According to the World Health Organization (WHO), the prevalence of trigeminal neuralgia in different countries is 2–5 cases per 100 thousand people per year. Trigeminal neuralgia is classified into 3 etiologic categories. Idiopathic trigeminal neuralgia occurs without apparent cause. Classical trigeminal neuralgia is caused by vascular compression of the trigeminal nerve root. Secondary trigeminal neuralgia is the consequence of a major neurologic disease, e. g., a tumor of the cerebellopontine angle or multiple sclerosis. Today, there are many different options for the surgical treatment of trigeminal neuralgia. microvascular decompression of the root, radiosurgical destruction of the Gasser's node, radiofrequency destruction, glycerol rhizotomy, balloon microcompression are considered the main effective and proven surgical methods for treating trigeminal neuralgia. But the questions of diagnosing the cause of the disease and choosing an adequate surgical method for treating therapeutically resistant trigeminal neuralgia for a particular patient remain open. The development of surgical methods begins from ancient times to the present day. The main stages in the development of neurosurgical treatment methods are presented. The following surgical techniques are described: open method – microvascular decompression, and closed percutaneous destructive methods – radiofrequency destruction, glycerol rhizotomy, balloon compression, radiosurgery, cryodestruction, laser destruction, botulinum toxin injections.

Key words: trigeminal neuralgia, microvascular decompression surgery, gamma knife radiosurgery, radiofrequency catheter ablation, tic douloureux, trigeminal nerve

For citation: Zhurkin A.N., Semenov A.V., Sorokovikov V.A., Bartul N.V. Historical aspects of the problem of treatment of trigeminal neuralgia and the role of neurosurgical methods in its solution (literature review). *Acta biomedica scientifica*. 2021;6(4): 123-136. doi: 10.29413/ABS.2021-6.4.11

Received: 28.05.2021

Accepted: 06.08.2021

Published: 12.10.2021

ВВЕДЕНИЕ

Тригеминальная невралгия (болезнь Фозергиля, тик долороза, прозопалгия) определяется как синдром, характеризующийся внезапными, кратковременными, интенсивными, повторяющимися болями в зоне иннервации одной или нескольких ветвей тройничного нерва, обычно с одной стороны лица, с последующим периодом облегчения [1, 2, 3]. Однако даже во время этого периода пациенты часто живут в страхе ожидания следующего эпизода. Невралгия тройничного нерва (НТН) является серьёзной нейрохирургической проблемой с момента возникновения нейрохирургии как специальности и до нашего времени.

Развитие методов воздействия на тройничный нерв (ТН) с целью прекращения лицевых болей начинается с древних времён. В писаниях древних учёных Галена, Авиценны, Аретея были упоминания о лицевой боли [4] и способе её лечения, включающие в себя отдых в тёмной комнате, принятие горячей ванны и употребление вина [5].

Первые клинические представления о невралгии были представлены в XVII веке врачами академии естественных наук Леопольдина Йоханнес Майкл Фер (Johannes Michael Fehr) и Элиас Шмидт (Elias Schmidt) [6]. Немного позднее, в 1756 г., Николас Андре (Nicholas André) ввёл термин «*tic douloureux*», включающий всю лицевую боль и клонические спазмы в области лица [5]. В лечении болей он использовал аппликации каустика (гидрооксида натрия или щелочи) для разрушения нерва [7]. Британский врач Джон Фозергилл (John Fothergill) (рис. 1) в 1773 г описал 14 случаев *tic douloureux* в своей книге «*Of a Painful Affection of the Face*», и благодаря подробному описанию клиники НТН это заболевание получило название по автору – болезнь Фозергиля [6].



РИС. 1.
Британский врач Джон Фозергилл (1712–1780) [8]

FIG. 1.
John Fothergill (1712–1780), British physician [8]

ОТКРЫТЫЕ ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ

Одна из первых попыток хирургического лечения лицевой боли была предпринята Яном Даниэлем Шлихтингом (Jan Daniel Schlichting) в 1748 г.: он пересекал инфраорбитальный нерв, но эффективность этого метода была незначительная [6].

В течение XIX века было предложено и выполнено много различных операций на периферических ветвях тройничного нерва, таких как нейротомия, нейроэктомия, перевязка нерва [5]. С развитием анестезии стали расширяться и объёмы оперативных вмешательств. Так, в 1853 г. в Германии Карл Эдлер фон Патрубан (Carl Edler von Patruban) отсекал инфраорбитальный нерв на глубине орбиты при помощи специального инструмента тенотома, изобретённого им же [9]. В 1858 г. Джон Мюррей Карнохан (John Murray Carnochan) выполнил резекцию II ветви ТН вместе с Гассеровым узлом открытым субтемпоральным доступом, а Томас Фредерик Шавасс (Thomas Frederick Chavasse) усовершенствовал этот метод путём расширения области оперативного вмешательства – он выполнял дополнительную резекцию II ветви ТН в круглом отверстии [10].

Джозеф Панкост (Joseph Pancoast) и Фридрих Сальцер (Friedrich Salzer) в 1872 г. использовали экстракраниальный доступ к овальному и круглому отверстиям для пересечения II и III ветвей ТН [7].

Результаты оперативных вмешательств были не особо эффективными, так как менее чем за 6 месяцев возвращались лицевые боли. В 1890 г. Уильям Роуз (William Rose) выявил, что пересечённый нерв со временем регенерирует. Он выполнял экстракраниальный доступ, а именно трепанацию черепа в области овального отверстия и удаление Гассерова узла по частям [11]. Виктор Хорсли (Victor Horsley) в этом же году сделал максимально возможную резекцию Гассерова узла через птериональный доступ без повреждения кавернозного синуса [12]. У всех пациентов после оперативного вмешательства развивался кератит, исход которого чаще всего приводил к энуклеации глаза, поэтому Хорсли рекомендовал ушивать веки на стороне операции на одну неделю. В декабре этого же года он выполнил отсечение преганглионарной части нерва от моста [7].

Американский хирург Фрэнк Хартли (Frank Hartley) (рис. 2а) в 1891 г. выполнил подвисочный доступ, фрагментальную резекцию II и III ветвей с последующим выдавливанием их через отверстия и тотальную гассерэктомию [11]. В связи с недостаточным развитием методов гемостаза большинство открытых операций сопровождалось осложнениями. В 1892 г. Фёдор Краузе (Fedor Krause) (рис. 2б) выполнил операцию с частичной гассерэктомией, впервые для остановки кровотечения он использовал кусочек височной мышцы [10].

Джонатан Хатчинсон (Jonathan Hutchinson) в 1897 г. впервые осуществил гассерэктомию с сохранением внутренней части ганглия для профилактики кератита [12]. С 1896 по 1900 гг. Харви Кушинг (Harvey Cushing) и Поль Пурье (Paul J. Poireir) с помощью подвисочного



а

РИС. 2.

Хирурги Фрэнк Хартли (а) и Фёдор Краузе (б), которые выполнили экстрадуральный и субтемпоральный доступ к Гассерову узлу [8]



б

FIG. 2.

Surgeons Frank Hartley (a) and Fedor Krause (b) who performed extradural and subtemporal approach to the gasserian ganglion [8]

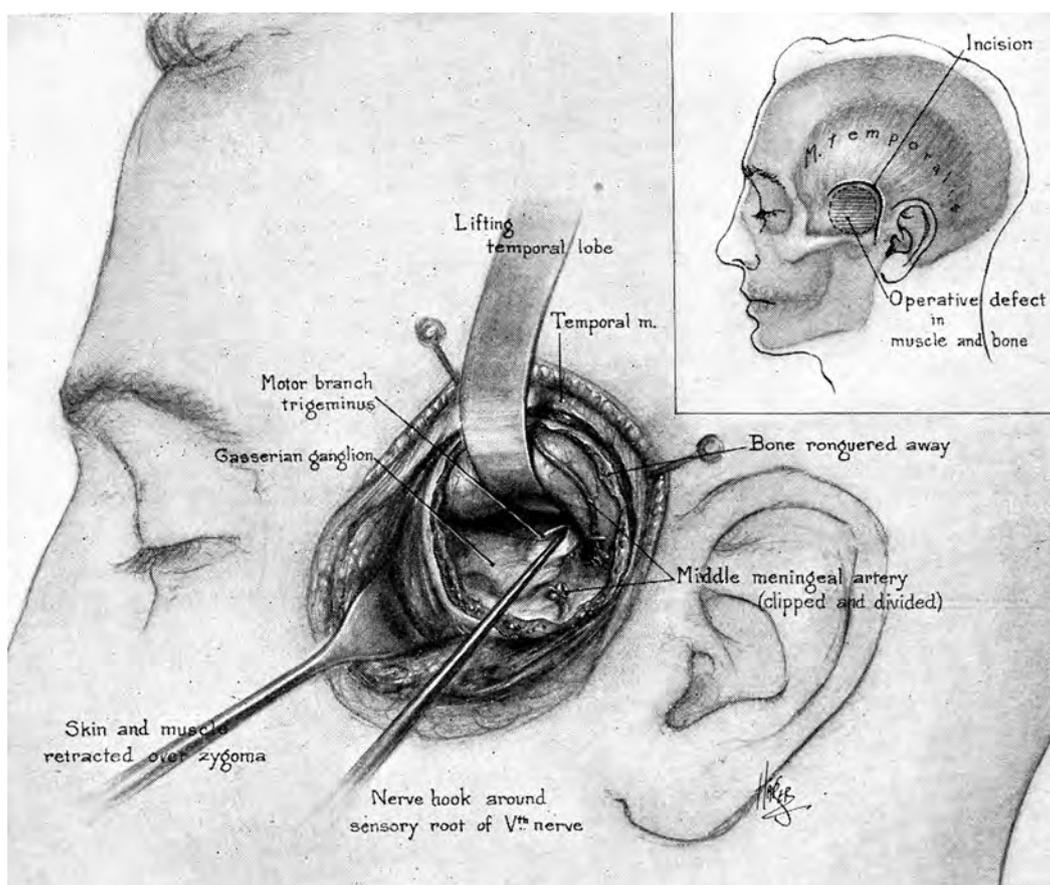


РИС. 3.

Доступ Hartley – Krause в модификации Spiller – Frazier: височная доля с помощью ретрактора отведена вверх, тройничный нерв располагается спереди от крючка, а моторный корешок располагается медиальнее (no: Dandy WE. The brain. In: Walters W, Ellis FH Jr (eds). Lewis – Walters practice of surgery. 1963; XII: 1-671)

FIG. 3.

Hartley – Krause approach as modified by Spiller – Frazier. The temporal lobe is retracted upward. Trigeminal nerve is located in front of the hook, and the motor root is located medially (source: Dandy WE. The brain. In: Walters W, Ellis FH Jr (eds). Lewis – Walters practice of surgery. 1963; XII: 1-671)

доступа и с резекцией скуловой кости выполнили гас-серэктомию [7].

В 1901 г. Уильям Спиллер (William G. Spiller), Чарльз Фразьер (Charles H. Frazier) в экспериментальной работе подтвердили, что преганглионарные волокна ТН при пересечении не восстанавливаются, и в этом же году выполнили полное пересечение преганглионарной части [7].

В России первую резекцию II и III ветвей ТН выполнил Василий Иванович Разумовский [13]. В 1907 г. при использовании открытого доступа к узлу ТН Джордж Райт (Georges A. Wright) производил инъекции в него осмиевой кислоты, а через год после этого В.И. Разумовский выполнил то же самое, но вводил спирт [14].

В 1921 г. Чарльз Фразьер внедрил электростимуляцию ТН для сохранения и определения двигательных волокон при открытых операциях, а в 1925 г. совместно с Уильямом Спиллером выполнил субтотальное (фракционное) пересечение наружных 2/3 нерва в препонтинной цистерне ближе к ганглию для сохранения офтальмической порции волокон, чтобы избежать осложнений со стороны глаз – этот метод назвали методом Spiller – Frazier (модифицированный метод Hartley – Krause)) (рис. 3). Это оперативное вмешательство было широко распространено в мире и считалось единственным эффективным и безопасным в то время [7, 15].

В 1920 г. Уолтер Денди (Walter Dandy) (рис. 4) выполнил субокципитальный доступ к ТН с последующим полным пересечением корешка тройничного нерва в пределах задней черепной ямки. При описании своего доступа он подчеркнул важность определения места соединения поперечного и сигмовидного синусов для подхода к ТН [15].



РИС. 4.
Американский нейрохирург Уолтер Денди (1886–1947)

FIG. 4.
Walter Dandy, American neurosurgeon (1886–1947)

Позже эмпирическим путём он усовершенствовал свою технику, выполняя частичное пересечение волокон, что позволило уменьшить количество осложнений. Операция Уолтера Денди (рис. 5) была относительно бескровной и имела меньший риск повреждения лицевого нерва и моторной ветви ТН [16]. В 1925 г. он опубликовал свой хирургический опыт лечения НТН в качестве предварительного отчета в бюллетене больницы Джона Хопкинса [17]. Он начал использовать свой метод и заметил разницу в сравнении с методом Spiller – Frazier. У. Денди заметил, что при его технике выполнения не наблюдаются такие осложнения, как кератит, лицевой паралич, мышечная слабость жевательной мускулатуры.

К 1927 г. он полностью отказался от метода Spiller – Frazier в пользу своего, а в 1929 г. опубликовал описание своей техники с результатами лечения первых 88 пациентов [18].

В своей публикации У. Денди впервые описал случайные артериальные петли, которые затрудняли его обзор при доступе к корешку ганглия ТН. Сам того не зная, он впервые выполнил микроваскулярную декомпрессию в истории нейрохирургии. Однако на тот момент он не совсем понимал важность сосудистых петель, с которыми иногда сталкивался. В 1932 г. У. Денди опубликовал отчёт, в котором описал более 250 случаев оперативного лечения [19]. В своём отчёте он описал, что часто обнаруживал сдавление ТН сосудами или опухолями, и решил, что выявил причину НТН. Однако открытие У. Денди не было признано в нейрохирургическом сообществе [15].

Несмотря на это к 1934 г. он прооперировал около 500 пациентов и написал оперативный отчёт под названием «Касательно причины невралгии тройничного нерва» [20]. Он обнаружил, что в 60 % случаев всегда присутствовал какой-то масс-эффект в области корешка ТН. В большинстве случаев это была верхняя мозжечковая артерия или каменная вена, в меньшем количестве случаев – опухоли и аневризмы. Даже в тех случаях, где не было выявлено сдавления, У. Денди придерживался мнения, что имело место сдавление нервных структур. Важно отметить, что он описал свои наблюдения без помощи хирургического микроскопа. После 1934 г. он продолжал оперировать пациентов с НТН с помощью своей методики, но в дальнейшем уже не опубликовал ни одной статьи о невралгии. В 1940-е годы его методика и наработки были в значительной степени забыты на 18 лет [15].

В 1938 г. Олаф Шёквист (Olof Sjoqvist) опубликовал данные о болевых волокнах в ТН, располагающихся в ядре спинномозгового пути ТН, и в связи с этими данными был предложен новый метод – медулярная трактомиия, – выполненный Хербертом Оливекруна (Herbert Olivecrona). Метод заключался в следующем: выполнялся разрез глубиной 3 мм от точки на 8–10 мм выше нижнего угла ромбовидной ямки кнаружи и на 4 мм к точке на 1 мм выше корешка X пары черепно-мозговых нервов [7].

В 1938 г. Марио Долиотти (Mario Dogliotti), в 1942 г. Артур Эрл Уокер (Arthur Earl Walker), в 1947 г. Жерар Гю

(Gerard Guiot) и С.В. де Фозаж (S.V. de Forjaz) рекомендовали ещё один метод – мезенцефальную тракотомию, пересечение медиальной петли после перехода волокон на противоположную сторону [11]. В 1946 г. Уолтер Фриман II (Walter J. Freeman II) и Джеймс Уоттс (James Watts)

выполнили префронтальную лоботомию, но в связи с серьёзными кровотечениями дальнейшего распространения данный метод не получил [10].

В 1950-е годы идеи Уолтера Денди обрели новую жизнь, но уже не в США, а в Европе. Палле Торнхей (Palle

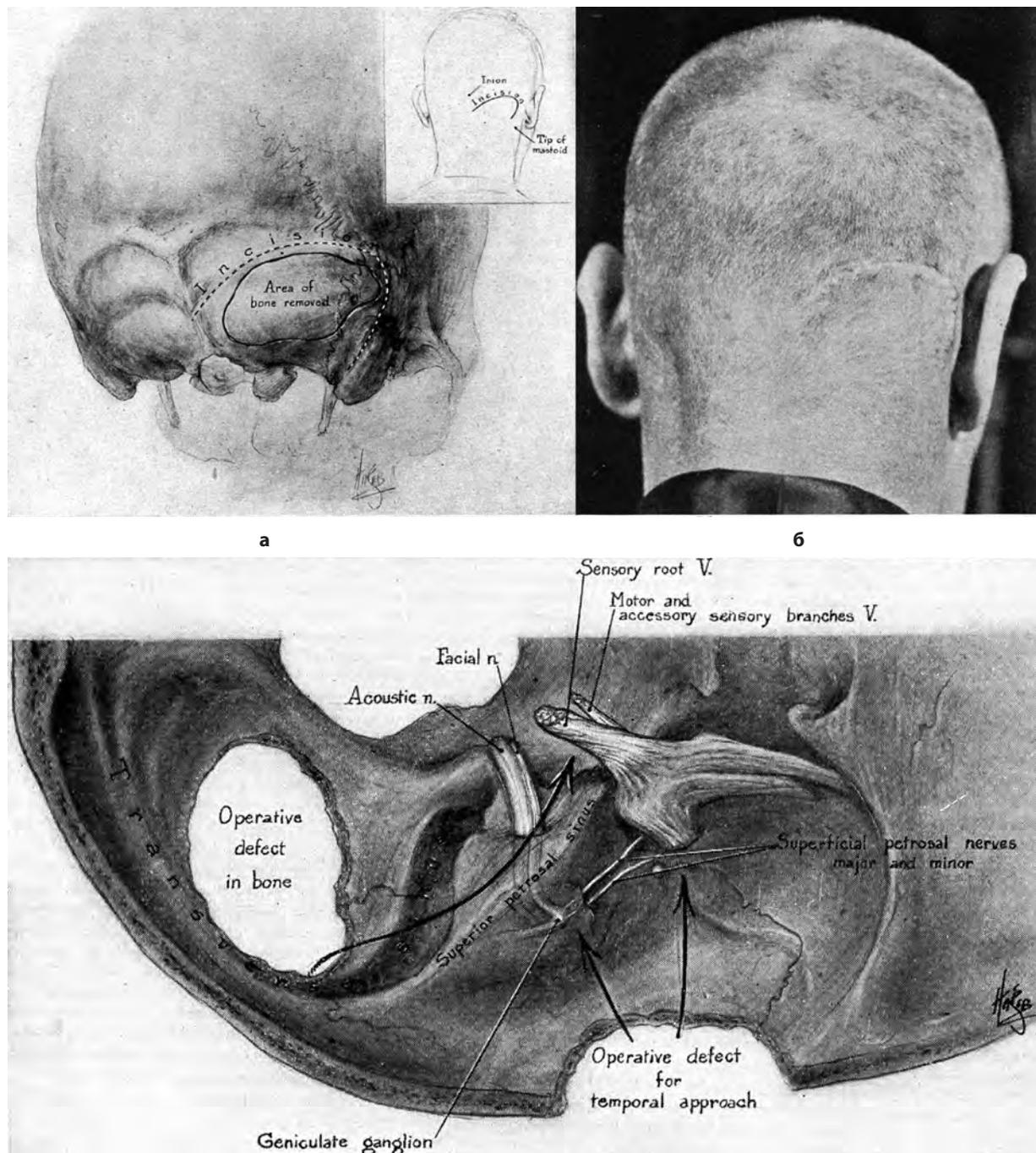


РИС. 5.
а – кожный разрез и область трепанации черепа для выполнения субокципитального мозжечкового доступа к тройничному нерву; **б** – кожный разрез, представленный на пациенте; **в** – оперативные доступы Spiller – Frazier (субтемпоральный доступ) и У. Денди (субокципитальный доступ) (no: Dandy WE. The brain. In: Walters W, Ellis FH Jr (eds). Lewis – Walters practice of surgery. 1963; XII: 1-671)

FIG. 5.
а – skin incision and craniotomy area for performing suboccipital cerebellar access to the trigeminal nerve; **б** – skin incision presented on the patient; **в** – operative approaches Spiller – Frazier (subtemporal access), and by W. Dandy (suboccipital access) (source: Dandy WE. The brain. In: Walters W, Ellis FH Jr (eds). Lewis – Walters practice of surgery. 1963; XII: 1-671)

Taarnhøj), молодой нейрохирург из Дании, сыграл важную роль в возрождении гипотез У. Денди. Он модифицировал методику Spiller – Fraizer следующим образом: выполнялась небольшая височная трепанация черепа, интрадурально обнажалась средняя черепная ямка с выделением задней части ганглия и корешка [21, 22].

Работа П. Торнхёя была встречена с большим энтузиазмом в мире нейрохирургии. Возможность излечения от невралгии без осложнений в виде повреждения лицевого нерва и развития анестезии долороза была привлекательной для многих хирургов того времени. В 1954 г. он опубликовал статью, где описал 70 пациентов с НТН, прооперированных им: у 41 пациента полностью исчезли боли, рецидив наблюдался всего в 9 случаях. Но, самое главное, ни один из пациентов не пострадал от осложнений [23, 24].

По другую сторону Атлантики за работой П. Торнхёя внимательно наблюдал Уильям Джеймс Гарднер (William James Gardner) (рис. 6), работавший в клинике Кливленда.



РИС. 6.

Нейрохирург Уильям Джеймс Гарднер (1898–1987) (no: Dohn DF. W. James Gardner: A biographical sketch. Surg Neurol. 1991; 35: 5-7)

FIG. 6.

William James Gardner (1898–1987), neurosurgeon (source: Dohn DF. W. James Gardner: A biographical sketch. Surg Neurol. 1991; 35: 5-7).

Когда П. Торнхёй опубликовал свои предварительные результаты в 1952 г., У.Дж. Гарднер быстро освоил эту методику и сообщил о своих первых 9 пациентах уже в 1953 г. [25]. Но он практиковал комбинированный доступ к ганглию и корешку ТН, используя экстрадуральный доступ Spiller – Fraizer и доступ У. Денди к задней черепной ямке: после того как корешок был выделен,

он осторожно протирал его ватным тампоном и орошал раствором Рингера [25].

В 1959 г. У.Дж. Гарднер опубликовал отчёт [26], в котором подробно рассказал о своих результатах декомпрессии корешка ТН у 112 пациентов, которых лечил с 1953 по 1955 гг. У.Дж. Гарднер сформировал серию случаев из 100 пациентов с длительностью болезни от 3 до 5 лет (серия Кливленда) и сравнивал со 100 пациентами П. Торнхёя (серия Копенгагена). Когда результаты обеих серий были объединены, сделали вывод о том, что 62 % пациентов имели моментальное и длительное облегчение своей боли [26]. Обширный опыт лечения пациентов с НТН привёл У.Дж. Гарднера к выводу о том, что основной причиной невралгии является «приближение неповреждённых осевых цилиндров в нервном корешке», а приближение может происходить в результате потери миелина, сдавления или старения [26]. Как и У. Денди, Уильям Джеймс Гарднер сыграл важную роль в обосновании и развитии метода микроваскулярной декомпрессии корешка ТН.

В 1966 г. Роберт Рэнд (Robert Rand) впервые осуществил микроваскулярную декомпрессию корешка ТН у ствола мозга субтемпоральным доступом [11].

В 1967 г. Питер Дж. Джаннетта (Peter J. Jannetta) (рис. 7) осуществил микроваскулярную декомпрессию (МВД) корешка ТН в препонтинной цистерне.

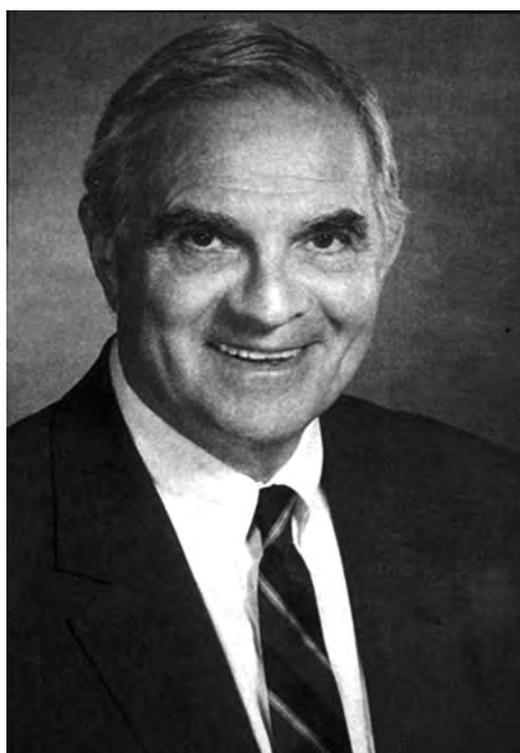


РИС. 7.

Питер Дж. Джаннетта (1932–2016), всемирно известный нейрохирург, который доказал и ввёл метод лечения классической невралгии тройничного нерва – микроваскулярную декомпрессию [5]

FIG. 7.

Peter J. Jannetta (1932–2016), world famous neurosurgeon, who has proven and introduced the treatment of the classic trifacial neuralgia – microvascular decompression [5]

Используя микроскоп, он смог доказать сосудистую гипотезу о том, что при невралгии часто встречались артериальная или венозная компрессии в области зоны входа корешка, где центральный миелин переходит в периферический миелин. Во время декомпрессии корешка он использовал тефлоновую прокладку для отделения кровеносного сосуда от корешка. Тефлон был выбран, поскольку им было легко манипулировать и рубцово-спаечный процесс был незначительно выраженным. Благодаря этому опыту П. Джаннетта убедился в полезности операционного микроскопа в нейрохирургических операциях. В 1996 г. он опубликовал свои результаты лечения 1185 пациентов в больнице Пресвитерианского университета Питтсбурга с 1972 по 1991 гг. [27, 28, 29]. Эффективность лечения по разработанной П. Джаннеттой методике, согласно его данным, составила 82 %, что включало полное отсутствие болей в области лица; в 16 % случаев было зарегистрировано частичное облегчение болевого синдрома. При 10-летнем наблюдении у 68 % пациентов болевой синдром отсутствовал или был незначительным, у 32 % наблюдался рецидив [27]. Осложнения, встречаемые при МВД, были следующими: летальность – 0,15 %; инфаркт ствола головного мозга – 0,07 %; гидроцефалия – 0,15 %; внутричерепные гематомы – 0,3 %; отёк мозжечка – 0,3 %; псевдоменингоцеле – 0,3 %; повреждение лицевого нерва – 0,9 %; нарушение слуха на стороне поражения – 1,2 %; ликворея – 1,5 %, онемение в области вмешательства – 1,65 %; бактериальный и асептический менингит – 0,37 и 16,8 % [27].

П Джаннетта окончательно убедил сообщество нейрохирургов в сосудистой гипотезе развития НТН, и МВД стала операцией выбора в лечении классической НТН.

ЧРЕСКОЖНЫЕ ДЕСТРУКТИВНЫЕ МЕТОДЫ

В 1884 г. Густав Нойбер (Gustav Neuber) впервые выполнил инъекции осмиевой кислоты в ветви ТН, однако длительность эффекта была кратковременной [14]. Жозеф Абади (Joseph Abadie) и Анри Верже (Henri Verger) в 1901–1902 гг. использовали подкожное введение кокаина в триггерные зоны, а чуть позже вводили 96%-й алкоголь [7]. В 1903 г. Карл Шлоссер (Karl Schlösser), офтальмолог из Мюнхена, опубликовал новый метод введения алкоголя в периферические ветви чувствительных и двигательных нервов. При лицевых болях он выполнял пункцию овального и круглого отверстия через мягкое нёбо и вводил 80%-й алкоголь [8]. Однако побочные эффекты такого метода включали в себя временную слабость жевательных мышц, временную анестезию и рецидив НТН после первоначального кратковременного облегчения [8, 11].

Несколькими годами позже, Льюис Поллок (Lewis J. Pollock) и Холлис Поттер (Hollis E. Potter) предложили использовать рентгеновское излучение для определения расположения овального отверстия и контроля положения иглы при пункции [5]. Использование рент-

ген-аппарата произвело революцию для деструктивных чрескожных методов лечения НТН. В результате нововведения Т. Оствальт (T. Ostwalt), Ж. Сикар (J. Sicard), Ф. Леви (F. Levy), А. Бодуэн (A. Baudouin) улучшили методику Шлоссера, предложив новый метод пункции Меккеловой полости через овальное отверстие сбоку через нижнечелюстную вырезку, спереди от венозного отростка нижней челюсти [14].

В 1910 г. У. Харрис (W. Harris) впервые выполнил чрескожную пункцию Гассерова узла через овальное отверстие боковым транскутанным доступом, проходя через сигмовидную вырезку. Пациент после выполненной процедуры прожил без боли около 27 лет [7].

В России первые попытки выполнить чрескожную пункцию через овальное отверстие предпринял Л.М. Пуссеп в 1911 г., однако его попытки не привели к ожидаемому результату [14].

В 1914 г. Фриц Хартель (Fritz Härtel) выполнил переднюю транскутанную пункцию Меккеловой полости спинальной иглой кпереди от венозного отростка нижней челюсти через овальное отверстие; этот доступ используется и по настоящее время [30].

В 1953 г. Джон Пенман (John Penman) описал рентгенологические ориентиры для пункции овального отверстия. Это стало важным моментом для развития транскутанных деструктивных методов лечения НТН [31].

В 1957 г. Р. Йегер (R. Jaeger) выполнил транскутанную деструкцию Гассерова узла через овальное отверстие горячей водой (+80 °C). Введённая в область тройничного узла горячая вода оказывала разрушительный эффект только в области введения, при этом не вызывая серьезных повреждений соседних структур, которые наблюдались при инъекции спирта. Он использовал этот метод на 185 пациентах. 165 (89 %) пациентов избавились от боли на достаточно длительный срок (не менее 3–4 месяцев) [32]. В 1961 г. Л.Я. Лившиц вводил горячую воду не в сам узел, а в корешок ТН. При его методике присутствовали «болевого удар» в момент инъекции горячей воды и такие осложнения, как выраженные парестезии, нейропалитический кератит, менингизм, гнойный менингит, в 6,5 % случаев [33].

Чрескожная радиочастотная деструкция. С развитием электротехники первые попытки электрокоагуляции тройничного нерва предприняты Рети в 1913 г. [11]. Дальнейшее развитие метода продолжил Мартин Киршнер (Martin Kirschner), который в 1931 г. разработал стереотаксический метод введения изолированной иглы через овальное отверстие для электрокоагуляции Гассерова ганглия с помощью монополярного прижигания [34]. Прибор, который использовался при этом оперативном вмешательстве, представляет собой прототип стереотаксических аппаратов. Он обеспечивал точное введение стерильной иглы в тройничный узел через овальное отверстие и разрушение узла диатермическим током. Метод электрокоагуляции широко использовался в практике и обладал малой травматичностью, простой техникой выполнения, в отличие от принятых «открытых» внутричерепных операций. При всём том слабо кон-

тролируемое и неуправляемое физическое воздействие на ткань узла и близлежащие структуры при электрокоагуляции стало причиной таких осложнений, как нарушения зрения, кератит, поражение других черепно-мозговых нервов [35, 36, 37, 38].

Уильям Свит (William H. Sweet) и Джеймс Вепсич (James G. Wepsic) продолжили развития радиочастотной термической деструкции корешка ТН в 1974 г. Они ввели различные меры контроля, а именно электрическую стимуляцию корешка, мониторинг температуры [39].

Многие известные нейрохирурги, такие как Дж.Р. Наджент (G.R. Nugent) [40], Р.Л. Ровит (R.L. Rovit) [41], Дж.М. Тью (J.M. Tew) и Дж. Таха (J. Таһа) [42] продолжили работать над улучшением доступа, модификацией типов электродов, которые избирательнее поражают сенсорные волокна за счёт длительностью воздействия.

Из всех чрескожных деструктивных техник радиочастотная деструкция вызывает длительный безболевого период, однако несёт в себе более высокие риски онемения лица (36 %) [43], развития кератита (2 %) и Anesthesia dolorosa (1 %), ослабления жевательной мускулатуры (16 %), снижения корнеального рефлекса (6 %), повреждения черепно-мозговых нервов (1,8 %), развития менингита (0,2 %) [44]. Однако эффективность данной процедуры достигает 75 % [44].

Глицериновая ризотомия. В 1963 г. А. Джефферсон (A. Jefferson) выполнил транскутанную деструкцию Гассерова узла через овальное отверстие смесью фенола и глицерола с использованием рентгенологического аппарата и с введением рентгенконтрастного вещества для визуализации Меккелевой полости. Он выполнил 45 инъекций у 37 пациентов и наблюдал их в течение 1 года. Отсутствие боли наблюдалось у всех 37 (100 %) пациентов [45].

С 1974 по 1981 г. Стен Хокансон (Sten Håkanson) выполнял транскутанную пункционную деструкцию Гассерова узла через овальное отверстие чистым глицерином. Лечебный эффект воздействия глицерина на ганглии ТН при тригеминальной невралгии был открыт совершенно случайно. В 1970-х гг. в Стокгольме при разработке стереотаксической радиохирургической деструкции Гассерова узла аппаратом Gamma Knife для создания стереотаксической мишени использовали порошок радиоактивного тантала, который вводили в тригеминальную цистерну, предварительно растворив в глицерине. В качестве средства доставки глицерин был выбран, потому что считался безопасным, т. к. является естественной основой триглицеридов в организме человека и обладает достаточной вязкостью для длительного удерживания частиц тантала в цистерне (ранее при попытках лечения НТН путем введения в тригеминальную цистерну фенола глицерин также применялся в качестве растворителя). Исследователями было замечено, что болевые приступы у пациентов с НТН исчезали сразу после введения в тригеминальную цистерну танталово-глицериновой смеси до облучения аппаратом Gamma Knife. На основе этих наблюдений С. Хокансон разра-

ботал метод лечения при помощи инъекций глицерина в тригеминальную цистерну и опубликовал первые результаты в 1981 г. [46].

В университете Питтсбурга глицериновая ризотомия была выполнена у 1174 пациентов до 2004 г. Мгновенно или спустя некоторое время избавились от болевого синдрома до 90 % пациентов. У 60 % пациентов болевой синдром исчез сразу после процедуры, у 23 % потребовал медикаментозной коррекции, но дозы препарата значительно уменьшались. При анализе результатов лечения 376 пациентов в течение 7 лет отсутствие болевого синдрома наблюдалось у 85 % из них. При наблюдении пациентов в течение 11 лет болевой синдром не наблюдался у 77 %, из которых 55 % вообще не принимали никаких лекарств, а 22 % принимали лекарства периодически [47, 48]. При глицериновой ризотомии наблюдались следующие осложнения: сосудистые осложнения – 1,04 %; менингит – 3,1 %; слабость жевательной мускулатуры – 13,2 %; гипестезия в области лица – 30,2 %; снижение корнеального рефлекса – 41,5 % [49].

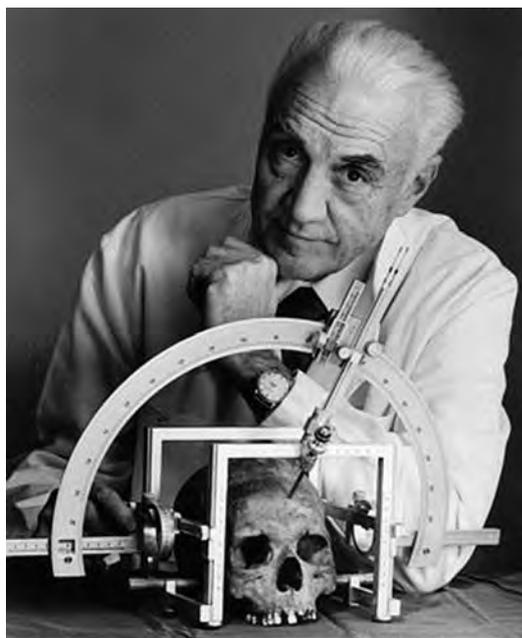
Глицериновая ризотомия Гассерова узла по Хокансону является малоинвазивным, эффективным и адресным методом лечения фармакорезистентной НТН.

Чрескожная баллонная компрессия. В 1983 г. Шон Маллан (Sean Mullan) и Терри Лихтор (Terry Lichtor) выполнили чрескожное баллонное сдавление Гассерова ганглия. Процедура выполнялась следующим образом: делали пункцию овального отверстия и в цистерну ТН вводили баллонный катетер Фогарти, затем его раздували, что приводило к механическому повреждению ганглия ТН [50]. Технология была усовершенствована Джеффри Брауном (Jeffrey A. Brown) с коллегами в 1996 г.: они использовали тупой стилет для пункции овального отверстия для того, чтобы избежать травмы сосудов [51]. Дэвид Скирвинг (David J. Skirving) проанализировал результаты лечения 531 пациента с НТН с 1980 по 1999 гг. Частота рецидивов болевого синдрома составила 31,9 % при наблюдении в течение 10 лет [52].

При баллонной компрессии встречаются следующие осложнения: летальность – до 0,5 %; менингит – 1,3 %; повреждение черепно-мозговых нервов – 2,8 %; гипестезия в области лица – до 15 %; снижение корнеального рефлекса – 3 %; нарушение жевательной мускулатуры – 9 % [44].

Радиохирургия Гассерова узла. В 1971 г. Ларс Лекселл (Lars Leksell) (рис. 8) впервые использовал сфокусированное излучение, направленное на ганглии ТН [53].

Метод не пользовался популярностью в связи со сложностью визуализации ТН, но с появлением магнитно-резонансной томографии стал процедурой выбора. Методика улучшалась, становилась прицельнее и имела меньше побочных эффектов. В исследовании A. Dhople et al. при наблюдении пациентов в течение 5 лет у 64 % не было рецидива болей, при этом они не принимали никаких лекарств [54]. После лучевой хирургии наблюдается поражение черепно-мозговых нервов у 11,1 % пациентов [55].

**РИС. 8.**

Шведский нейрохирург, основатель радиохирургии Ларс Лекселл (1907–1986) (no: Lasak JM, Gorecki JP. *The history of stereotactic radiosurgery and radiotherapy. Otolaryngol Clin North Am.* 2009; 42(4): 593-599)

FIG. 8.

Lars Leksell (1907–1986), Swedish neurosurgeon, founder of radiosurgery (source: Lasak JM, Gorecki JP. *The history of stereotactic radiosurgery and radiotherapy. Otolaryngol Clin North Am.* 2009; 42(4): 593-599)

Криодеструкция. В 1984 г. В.И. Сипитый изобрёл новый метод – криодеструкцию ТН. Для выполнения криохирургического воздействия на чувствительные корешки ТН в 1996 г. был создан специальный аппарат. В его основу положена конструкция криоаппликатора КМТ-01. В областной клинической больнице города Омска В.В. Троян и М.А. Глебов подвергли криодеструкции (до -80°C) 174 пациента. Эффект был достигнут у 169 (97,1 %) пациентов. При наблюдении в течение 3–6 месяцев эффективность составила 90,8 %. Осложнений не отмечено ни в одном случае [56].

Лазерная деструкция. В 1996 г. А.И. Козель облучал корешки ТН при помощи лазерного излучения. В Челябинском государственном институте лазерной хирургии с 1996 по 1999 гг. были прооперированы методом лазерной деструкции корешка ТН 572 больных с НТН. У 569 (99,4 %) пациентов во время операции отмечено прекращение болей. У 3 больных не был достигнут клинический эффект во время операции, приступы не прекратились, но их частота уменьшилась. Рецидив тригеминальной невралгии наблюдался у 7 (1,2 %) больных в сроки от 1 до 2 лет. У оперированных больных не были выявлены осложнения в виде повреждений других черепно-мозговых нервов, нарушений функций мозга, кератитов, болезненной анестезии. Бактериостатические свойства лазерного излучения способствовали отсутствию гнойно-воспалительных осложнений [57].

Лечение ботулинтоксином. В 2002 г. Гэри Э. Бородич (Gary E. Borodic) и Мартин А. Акуадро (Martin A. Acquadro) предложили инъекции в триггерные зоны ботулинтоксины [58]. Для оценки эффективности инъекций ботулинического токсина в лечении пациентов с хронической лицевой болью, обращающихся за специализированной помощью в клинику по лечению боли, было проведено открытое пилотное исследование. Продолжительность положительного эффекта составляла от 2 до 4 месяцев, и все пациенты, ответившие на лечение, желали дальнейших инъекций. Осложнения были лёгкими и включали временную асимметрию лица и слабость, вызванные нервно-мышечными эффектами ботулотоксина. Дозы варьировали от 25 до 75 единиц LD50 с полученным из штамма Холла ботулиническим токсином типа А [58].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день существует множество разных вариантов хирургического лечения НТН. Остаются открытыми вопросы диагностики причины заболевания и выбора адекватного хирургического метода лечения терапевтически резистентной НТН для конкретного пациента. Этиологией НТН, кроме случаев, связанных с объёмными образованиями и сосудистыми аномалиями в области основания черепа, являются нейроваскулярный конфликт, возрастная дегенерация оболочки миелина, рассеянный склероз, герпес-инфекция, стоматологические или ЛОР-заболевания [59, 60, 61, 62, 63].

НТН является полиэтиологическим заболеванием [63, 64, 65, 66], и современным «трендом» можно считать признание в качестве основных эффективных хирургических методов лечения НТН микроваскулярную декомпрессию нерва и деструктивные методы (радиочастотная деструкция, радиохирургическая деструкция Гассерова узла, глицериновая ризотомия, баллонная компрессия) [2, 63]. Эффективность лечения невралгии при МВД составляет 68,8 % [67], при радиочастотной деструкции – 61,5 % [43], при радиохирургической деструкции – 67 % [55], при глицериновой ризотомии – 69,2 % [49], при баллонной компрессии – 69,1 % [52].

Попытки понять и вылечить болезнь продолжаются уже сотни лет. Знания в области патофизиологии заболевания и лечения резко возросли за последние несколько десятилетий. Болезнь до сих пор не изучена до конца, но современные терапевтические препараты и различные хирургические методики помогают успешно лечить и в значительной степени облегчать болевой синдром.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cruccu G, Finnerup NB, Jensen TS, Scholz J, Sindou M, Svensson P, et al. Trigeminal neuralgia: New classification and diagnostic

- grading for practice and research. *Neurology*. 2016; 87(2): 220-228. doi: 10.1212/WNL.0000000000002840
2. Quiñones-Hinojosa A. *Schmidke & Sweet operative neurosurgical techniques: Indications, methods, and results*; 6th ed. China: ESEVIER SAUNDERS; 2012; 2: 1409. doi: 10.1016/C2011-1-05132-9
 3. Classification and diagnostic criteria for headache disorders, cranial neuralgias and facial pain. Headache Classification Committee of the International Headache Society. *Cephalalgia*. 1988; 8(Suppl 7): 1-96.
 4. Pearce JM. Trigeminal neuralgia (Fothergill's disease) in the 17th and 18th centuries. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2003; 74(12): 1688. doi: 10.1136/jnnp.74.12.1688
 5. Cole CD, Liu JK, Apfelbaum RI. Historical perspectives on the diagnosis and treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurg Focus*. 2005; 18(5): E4. doi: 10.3171/foc.2005.18.5.5
 6. Fothergill J. Of a painful affection of the face. *Medical Observations and Inquiries*. 1773; 5: 129-142.
 7. Harris W. A history of the treatment of trigeminal neuralgia. *Postgrad Med J*. 1951; 27(303): 18-21. doi: 10.1136/pgmj.27.303.18
 8. Stookey B, Ransohoff J. *Trigeminal neuralgia: Its history and treatment*. Springfield (IL): Charles C. Thomas; 1959.
 9. Napier L, Sen Gupta P. A peculiar neurological sequel to administration of 4:4'-diamidino-diphenylethylene (M&B 744). *Ind Med Gaz*. 1942; 77(2): 71-74.
 10. Liu JK, Apfelbaum RI. Treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurg Clin N Am*. 2004; 15(3): 319-334. doi: 10.1016/j.nec.2004.03.002
 11. Wilkins R. Trigeminal neuralgia: historical overview, with emphasis on surgical treatment. In: Burchiel K (ed.). *Surgical management of pain*. New York: Thieme; 2002: 288-301.
 12. MacNalty A. Sir Victor Horsley: His life and work. *Br Med J*. 1957; 1(5024): 910-917. doi: 10.1136/bmj.1.5024.910
 13. Кондаков Е.Н. Профессор В.И. Разумовский – от первой звезды до нейрохирургического созвездия. *Нейрохирургия*. 2016; 4: 99-103. doi: 10.17650/1683-3295-2015-0-4-99-103
 14. Vaughan G. Injection of the Gasserian ganglion for neuralgia of the fifth cranial nerve. *Ann Surg*. 1917; 66(3): 287-289. doi: 10.1097/0000658-191709000-00004
 15. Shelton ML. *Working in a very small place: The making of a neurosurgeon*. New York: Vintage Books; 1990.
 16. Pinkus RL. Innovation in neurosurgery: Walter Dandy in his day. *Neurosurgery*. 1984; 14(5): 623-631. doi: 10.1227/00006123-198405000-00022
 17. Dandy WE. Section of the sensory root of the trigeminal nerve at the pons. Preliminary report of the operative procedure. *Bull Johns Hopkins Hosp*. 1925; 36: 105.
 18. Dandy WE. An operation for the cure of tic douloureux: Partial section of the sensory root at the pons. *Arch Surg*. 1929; 18(2): 687-734.
 19. Dandy WE. The treatment of trigeminal neuralgia by the cerebellar route. *Ann Surg*. 1932; 96(4): 787-795.
 20. Dandy WE. Concerning the cause of trigeminal neuralgia. *Am J Surg*. 1934; 24: 447-455.
 21. Taarnhøj P. Decompression of the trigeminal root and the posterior part of the ganglion as treatment in trigeminal neuralgia; preliminary communication. *J Neurosurg*. 1952; 9(3): 288-290. doi: 10.3171/jns.1952.9.3.0288
 22. Taarnhøj P. A new operation for trigeminus neuralgia; decompression of the trigeminal root and the posterior part of the ganglion; preliminary report. *Nord Med*. 1952; 47(11): 360-364.
 23. Taarnhøj P. Trigeminal neuralgia and decompression of the trigeminal root. *Surg Clin North Am*. 1956 Aug; 1145-1157.
 24. Taarnhøj P. Decompression of the trigeminal root. *J Neurosurg*. 1954; 11(3): 299-305.
 25. Gardner WJ, Pinto JP. The Taarnhøj operation; relief of trigeminal neuralgia without numbness. *Cleve Clin Q*. 1953; 20(2): 364-367. doi: 10.3949/ccjm.20.2.364
 26. Gardner WJ, Miklos MV. Response of trigeminal neuralgia to decompression of sensory root; discussion of cause of trigeminal neuralgia. *J Am Med Assoc*. 1959; 170(15): 1773-1776. doi: 10.1001/jama.1959.03010150017004
 27. Barker FG 2nd, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Larkins MV, Jho HD. The long-term outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *N Engl J Med*. 1996; 334(17): 1077-1083. doi: 10.1056/NEJM199604253341701.1
 28. Jannetta PJ. Neurovascular compression in cranial nerve and systemic disease. *Ann Surg*. 1980; 192(4): 518-525. doi: 10.1097/0000658-198010000-00010
 29. Jannetta PJ. Arterial compression of the trigeminal nerve at the pons in patients with trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 2007; 107(1): 216-219. doi: 10.3171/JNS-07/07/0216
 30. Härtel F. *Conduction anesthesia and injection treatment of the ganglion Gasserii and the trigeminal strains*. Berlin: Springer; 1913: 1-100. doi: 10.1007/978-3-662-26170-5
 31. Ecker A, Perl T. Precise alcoholic Gasserian injection for tic douloureux. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*. 1965; 28(1): 65-70. doi: 10.1136/jnnp.28.1.65
 32. Jaeger R. Permanent relief of tic douloureux by Gasserian injection of hot water. *AMA Arch Neurol Psychiatry*. 1957; 77(1): 1-7. doi: 10.1001/archneurpsyc.1957.02330310011001
 33. Лившиц Л.Я. Направленная гидротермическая деструкция чувствительного корешка тройничного нерва как метод лечения тригеминальной невралгии. *Вопросы нейрохирургии*. 1965; 4: 47-52.
 34. Kirschner M. Zur Elektrochirurgie. *Langenbecks Arch Klin Chir*. 1931; 167: 761-768.
 35. Menzel J, Piotrowski W, Penzhols H. Long-term results of Gasserian ganglion electrocoagulation. *J Neurosurgery*. 1975; 42(2): 140-143. doi: 10.3171/jns.1975.42.2.0140
 36. Siegfried J. 500 percutaneous thermocoagulation on the Gasserian ganglion for trigeminal pain. *Surg Neurol*. 1977; 8(2): 126-131.
 37. Spincemaille GHJ, Dingemans W, Lodder J. Percutaneous radiofrequency Gasserian ganglion coagulation in the treatment of trigeminal neuralgia. *Clin Neurol Neurosurg*. 1985; 87(2): 91-98. doi: 10.1016/0303-8467(85)90103-9
 38. Tran-Dinh YR, Thurel C, Cunin G, Serrie A, Seylaz J. Cerebral vasodilation after the thermocoagulation of the trigeminal ganglion in humans. *Neurosurgery*. 1992; 31(4): 658-662. doi: 10.1227/00006123-199210000-00007
 39. Sweet W, Wepsic J. Controlled thermocoagulation of trigeminal ganglion and rootlets for differential destruction of pain fibers. 1. Trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 1974; 40(2): 143-156. doi: 10.3171/jns.1974.40.2.0143
 40. Nugent G. Radiofrequency treatment of trigeminal neuralgia using a cordotomy-type electrode. A method. *Neurosurg Clin N Am*. 1997; 8(1): 41-52.
 41. Rovit RL. Percutaneous radiofrequency thermal coagulation of the gasserian ganglion. In: Rovit RL, Murali R, Jannetta PJ

(eds). *Trigeminal neuralgia*. Baltimore (MD): Williams & Wilkins; 1990: 109-136.

42. Tew J, Taha J. Percutaneous rhizotomy in the treatment of intractable facial pain (trigeminal, glossopharyngeal, and vagal nerves). In: Schmidek H, Sweet W (eds). *Operative neurosurgical techniques: indications, methods and results*; 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1996: 1409-1418.

43. Fouad W. Management of trigeminal neuralgia by radiofrequency thermocoagulation. *Alexandria J Med*. 2011; 47(1): 79-86. doi: 10.1016/j.ajme.2011.02.001

44. Tew JM, Morgan JC, Grande AW. Percutaneous stereotactic rhizotomy in the treatment of intractable facial pain. In: Quiñones-Hinojosa A. *Schmidek & Sweet operative Neurosurgical techniques: Indications, methods, and results*; 6th ed. China: ESEVIER SAUNDERS; 2012; 2: 1409.

45. Jefferson A. Trigeminal root and ganglion injections using phenol in glycerine for the relief of trigeminal neuralgia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1963; 26(4): 345-52. doi: 10.1136/jnnp.26.4.345

46. Håkanson S. Trigeminal neuralgia treated by the injection of glycerol into the trigeminal cistern. *Neurosurgery*. 1981; 9(6): 638-646. doi: 10.1227/00006123-198112000-00005

47. Kondziolka D, Lunsford LD. Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy for trigeminal neuralgia: Technique and expectations. *Neurosurg Focus*. 2005; 18(5): 1-4. doi: 10.3171/foc.2005.18.5.8

48. Jho HD, Lunsford LD. Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy. Current technique and results. *Neurosurg Clin N Am*. 1997; 8(1): 63-74. doi: 10.1016/S1042-3680(18)30338-3

49. Семенов А.В., Рзаев Д.А., Пятайкина Е.И., Мойсак Г.И., Саакян З.С. Опыт лечения невралгии тройничного нерва методом пункционной глицериновой ризотомии. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2016; 20(3): 98-107. doi: 10.21688/1681-3472-2016-3-98-107

50. Mullan S, Lichtor T. Percutaneous microcompression of the trigeminal ganglion for trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 1983; 59(6): 1007-1012. doi: 10.3171/jns.1983.59.6.1007

51. Brown JA, Chittum CJ, Sabol D, Gouda JJ. Percutaneous balloon compression of the trigeminal nerve for treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurg Focus*. 1996; 1(2): e4. doi: 10.3171/foc.1996.1.2.11

52. Skirving DJ, Dan NG. A 20-year review of percutaneous balloon compression of the trigeminal ganglion. *J Neurosurg*. 2001; 94(6): 913-917. doi: 10.3171/jns.2001.94.6.0913

53. Leksell L. Stereotaxic radiosurgery in trigeminal neuralgia. *Acta Chir Scand*. 1971; 137(4): 311-314.

54. Dhople AA, Adams JR, Maggio WW, Naqvi SA, Regine WF, Kwok Y. Long-term outcomes of Gamma Knife radiosurgery for classic trigeminal neuralgia: implications of treatment and critical review of the literature. Clinical article. *J Neurosurg*. 2009; 111(2): 351-358. doi: 10.3171/2009.2.JNS08977

55. Karam SD, Tai A, Wooster M, Rashid A, Chen R, Baig N, et al. Trigeminal neuralgia treatment outcomes following Gamma Knife radiosurgery with a minimum 3-year follow-up. *J Radiat Oncol*. 2013; 3(2): 125-130. doi: 10.1007/s13566-013-0134-3

56. Сипитый В.И., Посохов Н.Ф., Муринец-Маркевич Б.Н., Красников А.П. *Способ лечения невралгии тройничного нерва*: Патент № 1426547 СССР. 1984.

57. Козель А.И., Исмагилова С.Т., Морозов А.И. *Способ лечения невралгии тройничного нерва по Козелю*: Патент № 2067012

Рос. Федерация; МПК А61Н 5/06 (1995.01), А61М 37/00 (1995.01). 1996.

58. Borodic GE, Acquadro MA. The use of botulinum toxin for the treatment of chronic facial pain. *J Pain*. 2002; 3(1): 21-27. doi: 10.1054/jpai.2002.27142

59. Ammori MB, King AT, Siripurapu R, Herwadkar AV, Rutherford SA. Factors influencing decision-making and outcome in the surgical management of trigeminal neuralgia. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2013; 74(2): 75-81. doi: 10.1055/s0033-1333617

60. Apfelbaum RI. Trigeminal and glossopharyngeal neuralgia and hemifacial spasm. In: Grossman RG, Loftus CM (eds). *Principles of neurosurgery*; 2nd ed. Philadelphia, New York: Lippincott-Raven Publishers; 1999: 407-419.

61. Kanpolat Y, Savas A, Bekar A, Berk C. Percutaneous controlled radiofrequency trigeminal rhizotomy for the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia: 25-year experience in 1600 patients. *Neurosurgery*. 2001; 48(3): 524-534. doi: 10.1097/00006123-200103000-00013

62. Cruccu G, Di Stefano G, Truini A. Trigeminal neuralgia. *N Engl J Med*. 2020; 383(8): 754-762. doi: 10.1056/nejmra1914484

63. Rath GP. *Handbook of trigeminal neuralgia*; 1st ed. 2019: 247. doi: 10.1007/978-981-13-2333-1

64. Rappaport ZH, Devor M. Trigeminal neuralgia: The role of self-sustaining discharge in the trigeminal ganglion. *Pain*. 1994; 56(2): 127-138. doi: 10.1016/0304-3959(94)90086-8

65. Amir R, Michaelis M, Devor M. Membrane potential oscillations in dorsal root ganglion neurons: Role in normal electrogenesis and neuropathic pain. *J Neurosci*. 1999; 19(19): 8589-8596. doi: 10.1523/JNEUROSCI.19-19-08589.1999

66. Nurmikko TJ, Eldridge PR. Trigeminal neuralgia – pathophysiology, diagnosis and current treatment. *Br J Anaest*. 2001; 87(1): 117-132. doi: 10.1093/bja/87.1.117

67. Lee JH, Lee JM, Choi ChH. Personal experience with microvascular decompression and partial sensory rhizotomy for trigeminal neuralgia. *Yeungnam University Journal of Medicine*. 2020; yujm.2020.00745. doi: 10.12701/yujm.2020.00745

REFERENCES

1. Cruccu G, Finnerup NB, Jensen TS, Scholz J, Sindou M, Svensson P, et al. Trigeminal neuralgia: New classification and diagnostic grading for practice and research. *Neurology*. 2016; 87(2): 220-228. doi: 10.1212/WNL.0000000000002840

2. Quiñones-Hinojosa A. *Schmidek & Sweet operative neurosurgical techniques: Indications, methods, and results*; 6th ed. China: ESEVIER SAUNDERS; 2012; 2: 1409. doi: 10.1016/C2011-1-05132-9

3. Classification and diagnostic criteria for headache disorders, cranial neuralgias and facial pain. Headache Classification Committee of the International Headache Society. *Cephalalgia*. 1988; 8(Suppl 7): 1-96.

4. Pearce JM. Trigeminal neuralgia (Fothergill's disease) in the 17th and 18th centuries. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2003; 74(12): 1688. doi: 10.1136/jnnp.74.12.1688

5. Cole CD, Liu JK, Apfelbaum RI. Historical perspectives on the diagnosis and treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurg Focus*. 2005; 18(5): E4. doi: 10.3171/foc.2005.18.5.5

6. Fothergill J. Of a painful affection of the face. *Medical Observations and Inquiries*. 1773; 5: 129-142.

7. Harris W. A history of the treatment of trigeminal neuralgia. *Postgrad Med J*. 1951; 27(303): 18-21. doi: 10.1136/pgmj.27.303.18
8. Stookey B, Ransohoff J. *Trigeminal neuralgia: Its history and treatment*. Springfield (IL): Charles C. Thomas; 1959.
9. Napier L, Sen Gupta P. A peculiar neurological sequel to administration of 4:4'-diamidino-diphenylethylene (M&B 744). *Ind Med Gaz*. 1942; 77(2): 71-74.
10. Liu JK, Apfelbaum RI. Treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurg Clin N Am*. 2004; 15(3): 319-334. doi: 10.1016/j.nec.2004.03.002
11. Wilkins R. Trigeminal neuralgia: historical overview, with emphasis on surgical treatment. In: Burchiel K (ed.). *Surgical management of pain*. New York: Thieme; 2002: 288-301.
12. MacNalty A. Sir Victor Horsley: His life and work. *Br Med J*. 1957; 1(5024): 910-917. doi: 10.1136/bmj.1.5024.910
13. Kondakov EN. Professor V.I. Razumovskii – from first star till neurosurgical stellar constellation. *Russian Journal of Neurosurgery*. 2016; 4: 99-103. (In Russ.). doi: 10.17650/1683-3295-2015-0-4-99-103
14. Vaughan G. Injection of the Gasserian ganglion for neuralgia of the fifth cranial nerve. *Ann Surg*. 1917; 66(3): 287-289. doi: 10.1097/00000658-191709000-00004
15. Shelton ML. *Working in a very small place: The making of a neurosurgeon*. New York: Vintage Books; 1990.
16. Pinkus RL. Innovation in neurosurgery: Walter Dandy in his day. *Neurosurgery*. 1984; 14(5): 623-631. doi: 10.1227/00006123-198405000-00022
17. Dandy WE. Section of the sensory root of the trigeminal nerve at the pons. Preliminary report of the operative procedure. *Bull Johns Hopkins Hosp*. 1925; 36: 105.
18. Dandy WE. An operation for the cure of tic douloureux: Partial section of the sensory root at the pons. *Arch Surg*. 1929; 18(2): 687-734.
19. Dandy WE. The treatment of trigeminal neuralgia by the cerebellar route. *Ann Surg*. 1932; 96(4): 787-795.
20. Dandy WE. Concerning the cause of trigeminal neuralgia. *Am J Surg*. 1934; 24: 447-455.
21. Taarnhøj P. Decompression of the trigeminal root and the posterior part of the ganglion as treatment in trigeminal neuralgia; preliminary communication. *J Neurosurg*. 1952; 9(3): 288-290. doi: 10.3171/jns.1952.9.3.0288
22. Taarnhøj P. A new operation for trigeminus neuralgia; decompression of the trigeminal root and the posterior part of the ganglion; preliminary report. *Nord Med*. 1952; 47(11): 360-364.
23. Taarnhøj P. Trigeminal neuralgia and decompression of the trigeminal root. *Surg Clin North Am*. 1956 Aug; 1145-1157.
24. Taarnhøj P. Decompression of the trigeminal root. *J Neurosurg*. 1954; 11(3): 299-305.
25. Gardner WJ, Pinto JP. The Taarnhøj operation; relief of trigeminal neuralgia without numbness. *Cleve Clin Q*. 1953; 20(2): 364-367. doi: 10.3949/ccjm.20.2.364
26. Gardner WJ, Miklos MV. Response of trigeminal neuralgia to decompression of sensory root; discussion of cause of trigeminal neuralgia. *J Am Med Assoc*. 1959; 170(15): 1773-1776. doi: 10.1001/jama.1959.03010150017004
27. Barker FG 2nd, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Larkins MV, Jho HD. The long-term outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *N Engl J Med*. 1996; 334(17): 1077-1083. doi: 10.1056/NEJM199604253341701.1
28. Jannetta PJ. Neurovascular compression in cranial nerve and systemic disease. *Ann Surg*. 1980; 192(4): 518-525. doi: 10.1097/00000658-198010000-00010
29. Jannetta PJ. Arterial compression of the trigeminal nerve at the pons in patients with trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 2007; 107(1): 216-219. doi: 10.3171/JNS-07/07/0216
30. Härtel F. *Conduction anesthesia and injection treatment of the ganglion Gasserii and the trigeminal strains*. Berlin: Springer; 1913: 1-100. doi: 10.1007/978-3-662-26170-5
31. Ecker A, Perl T. Precise alcoholic Gasserian injection for tic douloureux. *J Neurol Neurosurg Psychiatr*. 1965; 28(1): 65-70. doi: 10.1136/jnnp.28.1.65
32. Jaeger R. Permanent relief of tic douloureux by Gasserian injection of hot water. *AMA Arch Neurol Psychiatry*. 1957; 77(1): 1-7. doi: 10.1001/archneurpsyc.1957.02330310011001
33. Livshits LYa. Directed hydrothermal destruction of the sensitive root of the trigeminal nerve as a method of treating trigeminal neuralgia. *Voprosy neirokhirurgii*. 1965; 4: 47-52. (In Russ.)
34. Kirschner M. Zur Elektrochirurgie. *Langenbecks Arch Klin Chir*. 1931; 167: 761-768.
35. Menzel J, Piotrowski W, Penzhols H. Long-term results of Gasserian ganglion electrocoagulation. *J Neurosurgery*. 1975; 42(2): 140-143. doi: 10.3171/jns.1975.42.2.0140
36. Siegfried J. 500 percutaneous thermocoagulation on the Gasserian ganglion for trigeminal pain. *Surg Neurol*. 1977; 8(2): 126-131.
37. Spincemaille GHJ, Dingemans W, Lodder J. Percutaneous radiofrequency Gasserian ganglion coagulation in the treatment of trigeminal neuralgia. *Clin Neurol Neurosurg*. 1985; 87(2): 91-98. doi: 10.1016/0303-8467(85)90103-9
38. Tran-Dinh YR, Thurel C, Cunin G, Serrie A, Seylaz J. Cerebral vasodilation after the thermocoagulation of the trigeminal ganglion in humans. *Neurosurgery*. 1992; 31(4): 658-662. doi: 10.1227/00006123-199210000-00007
39. Sweet W, Wepsic J. Controlled thermocoagulation of trigeminal ganglion and rootlets for differential destruction of pain fibers. 1. Trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 1974; 40(2): 143-156. doi: 10.3171/jns.1974.40.2.0143
40. Nugent G. Radiofrequency treatment of trigeminal neuralgia using a cordotomy-type electrode. A method. *Neurosurg Clin N Am*. 1997; 8(1): 41-52.
41. Rovit RL. Percutaneous radiofrequency thermal coagulation of the gasserian ganglion. In: Rovit RL, Murali R, Jannetta PJ (eds). *Trigeminal neuralgia*. Baltimore (MD): Williams & Wilkins; 1990: 109-136.
42. Tew J, Taha J. Percutaneous rhizotomy in the treatment of intractable facial pain (trigeminal, glossopharyngeal, and vagal nerves). In: Schmidek H, Sweet W (eds). *Operative neurosurgical techniques: indications, methods and results*; 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders; 1996: 1409-1418.
43. Fouad W. Management of trigeminal neuralgia by radiofrequency thermocoagulation. *Alexandria J Med*. 2011; 47(1): 79-86. doi: 10.1016/j.ajme.2011.02.001
44. Tew JM, Morgan JC, Grande AW. Percutaneous stereotactic rhizotomy in the treatment of intractable facial pain. In: Quiñones-Hinojosa A. *Schmidek & Sweet operative Neurosurgical techniques: Indications, methods, and results*; 6th ed. China: ESEVIER SAUNDERS; 2012; 2: 1409.

45. Jefferson A. Trigeminal root and ganglion injections using phenol in glycerine for the relief of trigeminal neuralgia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1963; 26(4): 345-52. doi: 10.1136/jnnp.26.4.345
46. Håkanson S. Trigeminal neuralgia treated by the injection of glycerol into the trigeminal cistern. *Neurosurgery*. 1981; 9(6): 638-646. doi: 10.1227/00006123-198112000-00005
47. Kondziolka D, Lunsford LD. Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy for trigeminal neuralgia: Technique and expectations. *Neurosurg Focus*. 2005; 18(5): 1-4. doi: 10.3171/foc.2005.18.5.8
48. Jho HD, Lunsford LD. Percutaneous retrogasserian glycerol rhizotomy. Current technique and results. *Neurosurg Clin N Am*. 1997; 8(1): 63-74. doi: 10.1016/S1042-3680(18)30338-3
49. Semenov AV, Rzaev JA, Pyataikina EI, Moisaev GI, Saakyan ZS. Some experience of trigeminal neuralgia treatment by glycerol rhizolysis. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2016; 20(3): 98-107. (In Russ.). doi: 10.21688/1681-3472-2016-3-98-107
50. Mullan S, Lichtor T. Percutaneous microcompression of the trigeminal ganglion for trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 1983; 59(6): 1007-1012. doi: 10.3171/jns.1983.59.6.1007
51. Brown JA, Chittum CJ, Sabol D, Gouda JJ. Percutaneous balloon compression of the trigeminal nerve for treatment of trigeminal neuralgia. *Neurosurg Focus*. 1996; 1(2): e4. doi: 10.3171/foc.1996.1.2.11
52. Skirving DJ, Dan NG. A 20-year review of percutaneous balloon compression of the trigeminal ganglion. *J Neurosurg*. 2001; 94(6): 913-917. doi: 10.3171/jns.2001.94.6.0913
53. Leksell L. Stereotaxic radiosurgery in trigeminal neuralgia. *Acta Chir Scand*. 1971; 137(4): 311-314.
54. Dhople AA, Adams JR, Maggio WW, Naqvi SA, Regine WF, Kwok Y. Long-term outcomes of Gamma Knife radiosurgery for classic trigeminal neuralgia: implications of treatment and critical review of the literature. Clinical article. *J Neurosurg*. 2009; 111(2): 351-358. doi: 10.3171/2009.2.JNS08977
55. Karam SD, Tai A, Wooster M, Rashid A, Chen R, Baig N, et al. Trigeminal neuralgia treatment outcomes following Gamma Knife radiosurgery with a minimum 3-year follow-up. *J Radiat Oncol*. 2013; 3(2): 125-130. doi: 10.1007/s13566-013-0134-3
56. Sipity VI, Posokhov NF, Murinets-Markevich BN, Krasnikov AR. *Method for the treatment of trigeminal neuralgia*: Patent N 1426547 of the USSR. 1984. (In Russ.)
57. Kozel AI, Ismagilova ST, Morozov AI. *Method for the treatment of trigeminal neuralgia according to Kozel*: Patent N 2067012 of the Russian Federation. 1996. (In Russ.)
58. Borodic GE, Acquadro MA. The use of botulinum toxin for the treatment of chronic facial pain. *J Pain*. 2002; 3(1): 21-27. doi: 10.1054/jpai.2002.27142
59. Ammori MB, King AT, Siripurapu R, Herwadkar AV, Rutherford SA. Factors influencing decision-making and outcome in the surgical management of trigeminal neuralgia. *J Neurol Surg B Skull Base*. 2013; 74(2): 75-81. doi: 10.1055/s0033-1333617
60. Apfelbaum RI. Trigeminal and glossopharyngeal neuralgia and hemifacial spasm. In: Grossman RG, Loftus CM (eds). *Principles of neurosurgery*; 2nd ed. Philadelphia, New York: Lippincott-Raven Publishers; 1999: 407-419.
61. Kanpolat Y, Savas A, Bekar A, Berk C. Percutaneous controlled radiofrequency trigeminal rhizotomy for the treatment of idiopathic trigeminal neuralgia: 25-year experience in 1600 patients. *Neurosurgery*. 2001; 48(3): 524-534. doi: 10.1097/00006123-200103000-00013
62. Cruccu G, Di Stefano G, Truini A. Trigeminal neuralgia. *N Engl J Med*. 2020; 383(8): 754-762. doi: 10.1056/nejma1914484
63. Rath GP. *Handbook of trigeminal neuralgia*; 1st ed. 2019: 247. doi: 10.1007/978-981-13-2333-1
64. Rappaport ZH, Devor M. Trigeminal neuralgia: The role of self-sustaining discharge in the trigeminal ganglion. *Pain*. 1994; 56(2): 127-138. doi: 10.1016/0304-3959(94)90086-8
65. Amir R, Michaelis M, Devor M. Membrane potential oscillations in dorsal root ganglion neurons: Role in normal electrogenesis and neuropathic pain. *J Neurosci*. 1999; 19(19): 8589-8596. doi: 10.1523/JNEUROSCI.19-19-08589.1999
66. Nurmikko TJ, Eldridge PR. Trigeminal neuralgia – pathophysiology, diagnosis and current treatment. *Br J Anaesth*. 2001; 87(1): 117-132. doi: 10.1093/bja/87.1.117
67. Lee JH, Lee JM, Choi CH. Personal experience with microvascular decompression and partial sensory rhizotomy for trigeminal neuralgia. *Yeungnam University Journal of Medicine*. 2020; yujm.2020.00745. doi: 10.12701/yujm.2020.00745

Сведения об авторах

Журкин Артём Николаевич – аспирант, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: cpike@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6910-1729>

Семенов Александр Валерьевич – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: 7enov2001@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2547-7812>

Сороковиков Владимир Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор, директор, ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», e-mail: vasorokovikov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

Бартуль Наталья Владимировна – врач-невролог, ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 3», e-mail: Natali-shell@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7920-5997>

Information about the authors

Artem N. Zhurkin – Postgraduate, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: cpike@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6910-1729>

Aleksandr V. Semenov – Cand. Sc. (Med.), Senior Research Officer at the Clinical Research Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: 7enov2001@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2547-7812>

Vladimir A. Sorokovikov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Director, Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology, e-mail: vasorokovikov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9008-6383>

Nataliya V. Bartul – Neurologist, Irkutsk City Clinical Hospital N 3, e-mail: Natali-shell@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7920-5997>