

Стимуляция крылонёбного ганглия при рефрактерной кластерной головной боли: клинический случай и обзор литературы

В.М. Джафаров, А.Б. Дмитриев, Г.И. Мойсак, Д.А. Рзаев

ФГБУ «Федеральный центр нейрохирургии», Новосибирск, Россия

Кластерная головная боль характеризуется крайне выраженной интенсивностью боли среди других видов цефалгий. Около 10–20% пациентов не отмечают эффекта от консервативной терапии. Научные поиски в этой области способствовали появлению метода стимуляции крылонёбного ганглия. Авторы представляют современный обзор применения данного метода, вопросов отбора больных на операцию, показаний к ней, определения её эффективности и риска осложнений. Представлен клинический случай кластерной головной боли, для лечения которой пациентке была имплантирована система стимуляции с динамическим наблюдением в течение 17 мес.

Ключевые слова: кластерная головная боль; пучковая боль; головная боль; нейростимуляция; крылонёбный ганглий; крылонёбный узел

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешних источников финансирования при проведении исследования.

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

Адрес для корреспонденции: 630087, Новосибирск, ул. Немировича-Данченко, д. 132/1. ФГБУ ФЦН.
E-mail: dzhafarow.vidzhai@mail.ru. Джафаров В.М.

Для цитирования: Джафаров В.М., Дмитриев А.Б., Мойсак Г.И., Рзаев Д.А. Стимуляция крылонёбного ганглия при рефрактерной кластерной головной боли: клинический случай и обзор литературы. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии* 2021; 15(2): 83–88.

DOI: 10.25692/ACEN.2021.2.10

Поступила 02.12.2019 / Принята в печать 19.02.2021

Sphenopalatine ganglion stimulation in refractory cluster headache: clinical case and literature review

Vidzhai M. Dzhafarov, Alexander B. Dmitriev, Galina I. Moysak, Jamil A. Rzaev

Federal Center of Neurosurgery, Novosibirsk, Russia

Cluster headache is characterized by specifically intense pain when compared to other types of headache. About 10–20% of patients report no effect from conservative therapy. Research in this area has led to the use of sphenopalatine ganglion stimulation. The authors provide an up-to-date review of this method, how to select suitable patients, indications for surgery, determining its efficacy, and the risk of complications. The article presents a clinical case of a patient with cluster headache who was implanted with a stimulation system and followed up for 17 months.

Keywords: cluster headache; cluster pain; headache; neurostimulation; sphenopalatine ganglion

Source of funding. This study was not supported by any external sources of funding.

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

For correspondence: 630087, Novosibirsk, Russia, Nemirovicha-Danchenko str., 132/1. Federal Center of Neurosurgery.

E-mail: dzhafarow.vidzhai@mail.ru. Dzhafarov V.M.

For citation: Dzhafarov V.M., Dmitriev A.B., Moysak G.I., Rzaev J.A. [Sphenopalatine ganglion stimulation in refractory cluster headache: clinical case and literature review]. *Annals of clinical and experimental neurology* 2021; 15(2): 83–88. (In Russ.)

DOI: 10.25692/ACEN.2021.2.10

Received 02.12.2019 / Accepted 19.02.2021

Введение

Кластерная головная боль (КГБ) характеризуется крайне выраженной интенсивностью среди других цефалгий. Согласно последнему пересмотру Международной классификации головных болей (2018 г.) заболевание характеризуется ежедневными или почти ежедневными атаками односторонней чрезмерно выраженной периорбитальной боли длительностью до 3 ч. Нередко приступы возникают в ночное время и сопровождаются вегетативными симптомами [1]. Выделяют эпизодическую и хроническую формы, преимущественно отличающиеся по длительности ремиссий [2, 3]. Встречаемость КГБ в России варьирует в пределах 0,3–0,4%, а в мире эта цифра составляет 1–3 человека на 1000 населения [4]. Исследования показывают, что мужчины страдают этой болью в 4,3 раза чаще, чем женщины [3]. Заболевание оказывает негативное влияние на качество жизни и влечёт значительные затраты [5].

Среди методов консервативного лечения приоритетную роль придают инъекционным формам суматриптана и ингаляциям кислорода [6, 7]. Однако существенным ограничением в терапии являются сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания, а 10–20% пациентов остаются рефрактерными к медикаментозному лечению [8].

Крылонёбный ганглий (КНГ) является большим вегетативным, преимущественно парасимпатическим ганглием, расположенным в одноимённой щели, волокна которого иннервируют структуры лица и оболочки головного мозга. При его возбуждении происходит высвобождение нейротрансмиттеров и вазодилаторов, которые активируют тригеминальные волокна, запуская тем самым механизм тригеминально-автономного рефлекса и появление вегетативной симптоматики. Данные проявления (слезотечение, риноррея, гиперемия глаза, синдром Горнера), помимо чрезмерной интенсивности боли, являются яркой особенностью КГБ. При воздействии на крылонёбный узел, в частности использовании интраназальных форм лидокаина, радиочастотных абляций, облучения гамма-ножом, хирургической резекции ганглия был выявлен положительный эффект, сказывающийся на течении болевого синдрома при КГБ. Большинство этих процедур сопровождаются частично обратимыми или необратимыми побочными эффектами и имеют кратковременный анальгетический эффект, что в последующем может потребовать повторных вмешательств через различные промежутки времени [9].

Учитывая анатомию ганглия и его обширные связи с другими структурами головного мозга, исследователи вновь стали рассматривать его в качестве потенциальной цели вмешательства. Нейростимуляция — относительно новое направление в нейрохирургии, занявшее нишу в области лечения головных болей, благодаря своим преимуществам в полной обратимости эффекта и мини-инвазивности среди других хирургических методов лечения. Последние исследования в области воздействия на КНГ для лечения различных видов головных болей показали убедительные результаты, подтверждающие хороший противоболевой эффект данного метода. Стимуляция ганглия, являющаяся потенциально новым методом лечения, раскрывает новые горизонты эффективности и безопасности [10].

Механизм действия

Нейромодуляция подразумевает использование слабого постоянного электрического тока имплантируемых устройств для уменьшения дисфункции нервной системы, которое происходит путём балансировки процессов возбуждения и торможения [11].

Механизм воздействия стимуляции на КНГ остаётся до конца неясным. Феномен появления вегетативной симптоматики при атаках КГБ являлся основой к рациональному подходу изучения влияния данного метода на ганглий [12, 13]. Вероятно, в процессе стимуляции происходит остановка передачи парасимпатических патологических импульсов из ганглия, что служит сигналом к прекращению приступа или уменьшению его интенсивности и частоты появления последующих приступов. Предполагается, что профилактическое действие стимуляции объясняется влиянием на тригемино-цервикальный комплекс, ядра ствола и опосредованно на гипоталамус. Отсроченный эффект уменьшения частоты болевого синдрома при включении стимуляции, вероятно, связан не только с подавлением электрической активности от патологически гиперактивных нейронов, но и с изменением баланса нейротрансмиттеров.

Технология проведения хирургической процедуры

Оперативное лечение разделено на два этапа. Первый этап, называемый тестовым периодом, подразумевает полную имитацию действующей системы стимуляции. Пациенту устанавливают электрод и в течение некоторого времени (7–10 сут и более) наблюдают его в стационаре. Пациент включает стимуляцию с помощью специального дистанционного пульта при появлении первых признаков боли и ожидает её уменьшения или даже полного прерывания, фиксируя любые изменения в дневнике болей.

Для проведения тестового этапа после тщательной обработки операционного поля выполняется пункция специальной иглой на стороне боли под скуловой дугой. В то же время проводится постоянный рентгенологический контроль. Игла должна следовать до крылонёбной щели с целью проведения электрода для стимуляции. Операцию можно проводить как под общей анестезией, так и под местной. В случае общей анестезии интраоперационная КТ головы позволяет подтвердить анатомическую позицию электрода. Важным преимуществом проведения операции под местной анестезией является возможность подтверждения корректного расположения электрода. В крылонёбной щели располагаются, помимо ганглия, вторая ветвь тройничного нерва, альвеолярные, небные нервы, крылонёбная артерия. При включении стимуляции (воздействии слабого постоянного тока) пациент ощущает парестезии в зависимой от стимулируемой мишени области. Недостатками такого подхода является возможный дискомфорт и болезненность для пациента при осуществлении доступа к ганглию.

При уменьшении боли в тестовом периоде принимается решение об имплантации системы стимуляции. Операция повторяет вышеописанные шаги. Дополнительно наносятся небольшие эстетические разрезы за ухом пациента и в подключичной области для проведения электродов и имплантации стимулятора.

Эффективность

В рандомизированном плацебо-контролируемом исследовании на 28 пациентах было зафиксировано около 566 атак КГБ, при которых применялась стимуляция КНГ [14]. Показано, что облегчение при приступах боли в течение 15-минутной стимуляции наблюдалось в 67,1% приступов, при этом в 34,1% случаев происходило полное прекращение приступов. В контрольной группе (плацебо-эффект) стимуляция была эффективна в 7,4% приступов. Средняя частота приступов до операции была 17,4 в неделю, а после операции стала 12,5. У 7 (25%) пациентов происходило значительное уменьшение интенсивности боли, у 10 (36%) снизилась частота приступов, у 2 (7%) уменьшились оба показателя. Стимуляция вносила положительные изменения в качество жизни у большинства пациентов.

Двухлетнее наблюдение, представленное в работе М. Вайоесе и соавт., демонстрирует результаты лечения 33 пациентов [15]. Как минимум одного периода ремиссии заболевания длительностью больше 1 мес достигли 10 (30%) пациентов. За 2 года наблюдения из 5956 приступов стимуляция была эффективна в 65% приступов и в 2958 (50%) полностью прерывала боль. Средняя длительность стимуляции составляла 11,2 мин. В 4682 (79%) приступах пациенты обходились только стимуляцией, не принимая медикаментозной терапии в момент начала приступа. У 45% пациентов отмечено снижение частоты приступов на 83% по сравнению с исходной частотой. Прекратили профилактическую терапию 9 (27%) пациентов, 6 (18,1%) завершили её частично [16]. Около 69% пациентов отметили стимуляцию КНГ полезным методом в лечении головной боли.

Отбор кандидатов на оперативное лечение

Учитывая лишь одно проведенное рандомизированное плацебо-контролируемое исследование, критерии для отбора на оперативное лечение в настоящее время являются относительно строгими [12]. При выборе кандидата на операцию необходимо убедиться в точности верификации вида головной боли. Важным пунктом является соответствие заболевания критериям КГБ современной классификации головных болей [1]. При проведении МРТ головного мозга не должны присутствовать изменения, которые также могут быть причиной головной боли или затруднять манипуляции в области крылонобной щели. Наличие дополнительных абзусных и других видов боли не является противопоказанием к оперативному лечению, но при этом надо учитывать возможность четкого дифференцирования пациентом различных видов головной боли. Показанием к данному хирургическому вмешательству является боль с частыми (ежедневными или еженедельными) приступами головной боли, которые ограничивают социальные функции, что приводит к дезадаптации. Кроме того, КГБ должна быть фармакорезистентна, т.е. иметь признаки рефрактерности к медикаментозной терапии при соблюдении всех необходимых принципов: оптимальный и доказанный подбор препаратов, адекватность дозировок, регулярный и продолжительный приём. Перед операцией схема медикаментозной терапии не должна меняться в течение минимум 1 мес, т.к. любые изменения накануне могут привести к неправильной оценке результата хирургического лечения. Сторона боли не должна меняться в течение 12 последних месяцев. В долгосрочном периоде благоприятным фактором является наличие реалистичных ожида-

ний от хирургического лечения и возможность заполнения пациентом дневника головных болей. Ключевой задачей невролога и нейрохирурга, занимающихся отбором пациентов с КГБ на оперативное лечение, является выявление и исключение пациентов с вторичными головными болями, соматоформными расстройствами, выраженными депрессивно-тревожными, когнитивными изменениями, а также пациентов, имеющих вторичную выгоду от заболевания и оперативного лечения. Такие пациенты имеют отрицательный прогностический эффект от операции [11].

Риск оперативного вмешательства

Из осложнений наиболее часто (у 81% пациентов) встречается легкая гипестезия в проекции дерматома второй ветви тройничного нерва, которая в 65% случаев разрешается в течение 3 мес [14]. По данным исследователей, серьезные осложнения, требующие дополнительных операций, наблюдались в следующих случаях: 2 ревизионных операции среди 28 пациентов ввиду миграции электрода и 3 случая удаления систем вследствие некорректного расположения электрода. Встречаются единичные случаи пункции верхнечелюстной пазухи. Для сравнения, при деструктивных методиках (абляция, спиртовая блокада гассерова узла) серьезные осложнения встречаются чаще: носовые кровотечения (в 8 случаях из 66) и гематомы щечной области (у 11 пациентов) [17].

Применение стимуляции КНГ при других болях

S. Террег и соавт. использовали данную методику у 10 пациентов с трудно купируемой формой мигрени [18]. Двое пациентов отметили полный контроль над болью через 3 мин от начала стимуляции, у 3 отмечено снижение интенсивности боли, у 5 — отсутствие эффекта. Авторы связывают относительно низкую эффективность при мигрени в связи с наличием абзусного синдрома, затрудняющего оценку лечения, и сомнительным расположением электрода.

A. William и соавт. использовали сочетанную стимуляцию тригеминального и крылонобного ганглиев у 5 сложных больных с рефрактерными прозоцефалгиями и отрицательными результатами предыдущих видов хирургического лечения [19]. Четверо пациентов сообщили о хорошем эффекте при включении стимуляции, на основании чего авторы утверждают о возможности использования ганглионарного вида стимуляции в сложных случаях труднокупируемых краниофациальных болей.

Клинический случай

В клинику поступила пациентка 55 лет с жалобами на постоянную левостороннюю головную боль ноющего, тупого характера с периодически возникающими интенсивными приступами головной боли пульсирующе-жгучего характера в левой лобно-височной области. На высоте боли отмечала слезотечение из левого глаза, его покраснение, перiorбитальный отёк.

Приступы головной боли отмечает с 1990-х гг. При обследовании в 2004 г. был выставлен диагноз затылочной невралгии, впоследствии была выполнена декомпрессия корешка С2 слева с полным купированием болевого синдрома, которое продлилось до 2007 г. В дальнейшем длительно наблюдалась у невролога, на фоне подбора терапии

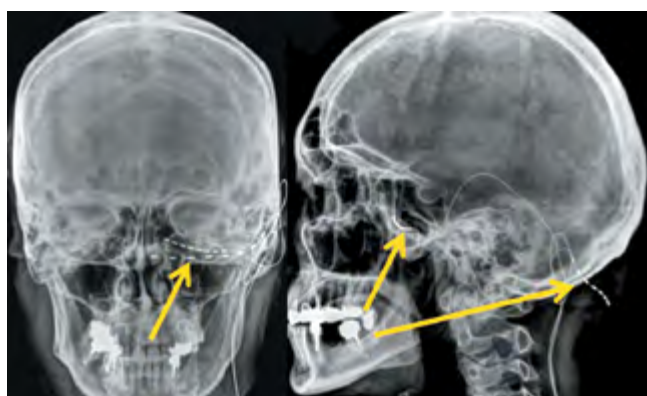


Рис. 1. Рентенограмма черепа в прямой (А) и боковой (В) проекциях слева. Отображены электроды в крылонебной щели и мягких тканях затылочной области (показаны стрелками).

Fig. 1 Skull X-ray on the left frontal (A) and lateral (B) views. The electrodes in the sphenopalatine fossa and occipital soft tissues are visible (indicated by arrows).

индометацином, литием, топираматом, препаратами группы триптанов, сильнодействующих препаратов, дексаметазона отмечались короткие эпизоды ремиссии, но без существенного эффекта. Неоднократно проходила стационарное лечение.

Пациентка на протяжении многих лет принимала габапентин 300 мг 3 раза в сутки, карбамазепин 200 мг 3 раза в сутки, а также инъекционные формы кетопрофена и диклофенака натрия до 4 раз в сутки с минимальным эффектом. При отмене лекарств пациентка отмечала значительное ухудшение головных болей, нарастание их частоты и интенсивности. Приступы выраженной боли с вегетативной симптоматикой отмечались ежедневно, возникали преимущественно в ночное время, по вербальной шкале боли (от 0 до 10) интенсивность болевого синдрома составляла 10 баллов, с частотой в среднем до 25 приступов в месяц и средней продолжительностью до 2 ч. По данным опросников выявлены значительные нарушения функциональной активности и качества жизни (SF-36 PH — 26,6; SF-36 MH — 39,2; EQ-5D — 55), значительное влияние головной боли на ежедневную активность (MIDAS — 275, HIT-6 — 64), признаки депрессии (шкала Бэка — 19).

При неврологическом осмотре изменений не выявлено. По МРТ и КТ головного мозга значимой патологии, а также образований, объясняющих наличие боли, не отмечено. В Федеральном центре нейрохирургии была проведена тестовая стимуляция КНГ. Исходя из сведений в анамнезе о затылочной невралгии и оперативном лечении в объеме декомпрессии С2 корешка, а также учитывая возможность влияния затылочной стимуляции на КГБ (посредством ретроградной стимуляции на тригеминоцервикальный комплекс), дополнительно был установлен электрод с целью стимуляции затылочного нерва (рис. 1).

На фоне комбинированной стимуляции КНГ и затылочного нерва в течение 8 дней развилось 6 приступов, каждый из них был купирован методом стимуляции в течение 10–30 мин. При включении стимуляции низкой частоты (предполагается провокационная проба или плацебо-контроль) пациентка отметила усиление болей. Субъективно она почув-

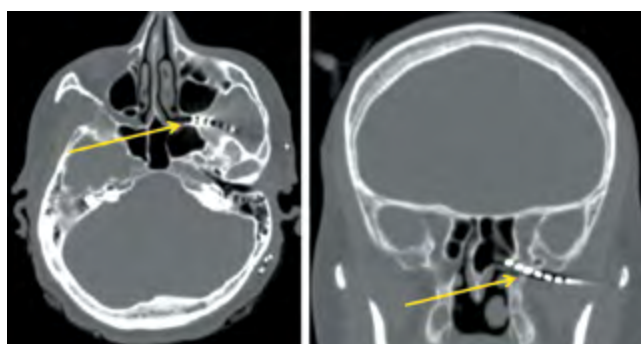


Рис. 2. КТ головного мозга. А — аксиальная проекция; В — коронарная проекция. Электрод в крылонебной щели слева (стрелки).

Fig. 2. Brain CT. A — axial view; B — coronal view. The electrode is in the left sphenopalatine fossa (arrows).



Рис. 3. Фотография пациентки через 17 мес после операции. Небольшой послеоперационный рубец в правой подключичной области (место расположения стимулятора обозначено стрелкой).

Fig. 3. Photo of the patient 17 months after surgery. A small postoperative scar in the right subclavian area (location of the stimulator is indicated by an arrow).

ствовала общее улучшение состояния на 60%, что расценивалось как эффективный тестовый период. Через 3 мес пациентке была имплантирована система стимуляции (рис. 2).

Дальнейшее динамическое наблюдение в течение 17 мес показало существенное облегчение болевого синдрома (рис. 3).

Отмечено достоверное уменьшение как частоты, так и интенсивности головных болей: около 5 атак в месяц со средней интенсивностью 4 балла по вербальной шкале боли и средней продолжительностью боли около 10 мин при включённой стимуляции. Анализ опросников показал улучшение параметров функциональной активности и качества жизни (SF-6 PH — 34; SF-36 MH — 22; EQ-5D — 100), регресс влияния боли на ежедневную активность (MIDAS — 20, НПТ-6 — 48), отсутствие клинических признаков депрессии (шкала Бэка — 8). Медикаментозная терапия была представлена нерегулярным и редким приёмом препаратов нестеро-

идной группы. При субъективной оценке метода лечения пациентка остается довольна стимуляцией и рекомендовала бы её пациентам с аналогичным болевым синдромом.

Заключение

Стимуляция КНГ может быть достаточно эффективным методом хирургического лечения при рефрактерной КГБ. Малоинвазивность данного метода позволяет считать его безопасным вмешательством с низкой частотой осложнений.

Список источников

1. International Headache Society, Headache Classification Committee. The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). *Cephalalgia*. 2013; 33: 629–808. DOI: 10.1177/0333102417738202. PMID: 29368949.
2. Russel M. Current status of genetic discoveries in cluster headache. *Ital J Neurol Sci*. 1999; 20(S1): S7–S9. DOI: 10.1007/pl00015007. PMID: 10662928.
3. Fischera M., Marziniak M., Gralow I., Evers S. The incidence and prevalence of cluster headache: a meta-analysis of population-based studies. *Cephalalgia*. 2008; 28(6): 614–618. DOI:10.1111/j.1468-2982.2008.01592.x. PMID: 18422717.
4. Кондратьев А.В., Шнайдер Н.А., Шульмин А.В. Эпидемиология головных болей. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 6: 23.
5. Jensen R., Lyngberg A., Jensen R. Burden of cluster headache. *Cephalalgia*. 2007; 27(6): 535–541. DOI: 10.1111/j.1468-2982.2007.01330.x. PMID: 17459083.
6. Cohen A., Burns B., Goadsby P. High-flow oxygen for treatment of cluster headache. *JAMA*. 2009; 302(22): 2451. DOI:10.1001/jama.2009.1855. PMID: 19996400.
7. Ekbohm K., Monstad I., Prusinski A. et al. Subcutaneous sumatriptan in the acute treatment of cluster headache: a dose comparison study. *Acta Neurol Scand*. 2009; 88(1): 63–69. DOI:10.1111/j.1600-0404.1993.tb04189.x. PMID: 8396833.
8. May A. Cluster headache: pathogenesis, diagnosis, and management. *Lancet*. 2005; 366(9488): 843–855. DOI: 10.1016/s0140-6736(05)67217-0. PMID: 16139660.
9. Ho K., Przkora R., Kumar S. Sphenopalatine ganglion: block, radiofrequency ablation and neurostimulation — a systematic review. *J Headache Pain*. 2017; 18(1). DOI: 10.1186/s10194-017-0826-y. PMID: 29285576.
10. Ansarinia M., Rezaei A., Tepper S. et al. Electrical stimulation of sphenopalatine ganglion for acute treatment of cluster headaches. *Headache*. 2010; 50(7): 1164–1174. DOI: 10.1111/j.1526-4610.2010.01661.x. PMID: 20438584.
11. Исагулян Э.Д., Осипова В.В., Екушева Е.В. и др. Нейромодуляция в лечении кластерной головной боли. *Российский медицинский журнал*. 2017; 25(24): 1779–1784.
12. Jürgens T., Schoenen J., Rostgaard J. et al. Stimulation of the sphenopalatine ganglion in intractable cluster headache: expert consensus on patient selection and standards of care. *Cephalalgia*. 2014; 34(13): 1100–1110. DOI: 10.1177/0333102414530524. PMID: 24740514.
13. Pedersen J., Barloese M., Jensen R. Neurostimulation in cluster headache: A review of current progress. *Cephalalgia*. 2013; 33(14): 1179–1193. DOI: 10.1177/0333102413489040. PMID: 23687279.
14. Schoenen J., Jensen R., Lantéri-Minet M. et al. Stimulation of the sphenopalatine ganglion (SPG) for cluster headache treatment. Pathway CH-1: A randomized, sham-controlled study. *Cephalalgia*. 2013; 33(10): 816–830. DOI:10.1177/0333102412473667. PMID: 23314784.
15. Barloese M., Jürgens T., May A. et al. Cluster headache attack remission with sphenopalatine ganglion stimulation: experiences in chronic cluster headache patients through 24 months. *J Headache Pain*. 2016; 17(1): 67. DOI: 10.1186/s10194-016-0658-1. PMID: 27461394.
16. Jürgens T., Barloese M., May A. et al. Long-term effectiveness of sphenopalatine ganglion stimulation for cluster headache. *Cephalalgia*. 2016; 37(5): 423–434. DOI: 10.1177/0333102416649092. PMID: 27461394.
17. Sanders M., Zuurmond W. Efficacy of sphenopalatine ganglion blockade in 66 patients suffering from cluster headache: a 12- to 70-month follow-up evaluation. *J Neurosurg*. 1997; 87(6): 876–880. DOI: 10.3171/jns.1997.87.6.0876. PMID: 9384398.
18. Tepper S., Rezaei A., Narouze S. et al. Acute treatment of intractable migraine with sphenopalatine ganglion electrical stimulation. *Headache*. 2009; 49(7): 983–989. DOI: 10.1111/j.1526-4610.2009.01451.x. PMID: 19486173.
19. William A., Azad T., Brecher E. et al. Trigeminal and sphenopalatine ganglion stimulation for intractable craniofacial pain—case series and literature review. *Acta Neurochir (Wien)*. 2016; 158(3): 513–520. DOI: 10.1007/s00701-015-2695-y. PMID: 26743912.

References

1. International Headache Society, Headache Classification Committee. The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (beta version). *Cephalalgia*. 2013; 33: 629–808. DOI: 10.1177/0333102417738202. PMID: 29368949.
2. Russel M. Current status of genetic discoveries in cluster headache. *Ital J Neurol Sci*. 1999; 20(S1): S7–S9. DOI: 10.1007/pl00015007. PMID: 10662928.
3. Fischera M., Marziniak M., Gralow I., Evers S. The incidence and prevalence of cluster headache: a meta-analysis of population-based studies. *Cephalalgia*. 2008; 28(6): 614–618. DOI:10.1111/j.1468-2982.2008.01592.x. PMID: 18422717.
4. Kondratev A.V., Shnyder N.A., Shulmin A.V. [Epidemiology of headaches]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015; 6: 23. (In Russ.)
5. Jensen R., Lyngberg A., Jensen R. Burden of cluster headache. *Cephalalgia*. 2007; 27(6): 535–541. DOI: 10.1111/j.1468-2982.2007.01330.x. PMID: 17459083.
6. Cohen A., Burns B., Goadsby P. High-flow oxygen for treatment of cluster headache. *JAMA*. 2009; 302(22): 2451. DOI:10.1001/jama.2009.1855. PMID: 19996400.
7. Ekbohm K., Monstad I., Prusinski A. et al. Subcutaneous sumatriptan in the acute treatment of cluster headache: a dose comparison study. *Acta Neurol Scand*. 2009; 88(1): 63–69. DOI:10.1111/j.1600-0404.1993.tb04189.x. PMID: 8396833.
8. May A. Cluster headache: pathogenesis, diagnosis, and management. *Lancet*. 2005; 366(9488): 843–855. DOI: 10.1016/s0140-6736(05)67217-0. PMID: 16139660.
9. Ho K., Przkora R., Kumar S. Sphenopalatine ganglion: block, radiofrequency ablation and neurostimulation — a systematic review. *J Headache Pain*. 2017; 18(1). DOI: 10.1186/s10194-017-0826-y. PMID: 29285576.
10. Ansarinia M., Rezaei A., Tepper S. et al. Electrical stimulation of sphenopalatine ganglion for acute treatment of cluster headaches. *Headache*. 2010; 50(7): 1164–1174. DOI: 10.1111/j.1526-4610.2010.01661.x. PMID: 20438584.
11. Isagulyan E.D., Osipova V.V., Ekusheva E.V. [Invasive neuromodulation in the treatment of refractory migraine and refractory cluster headache: inclusion criteria and review of efficacy]. *RMZh*. 2017; 25(24): 1779–1784. (In Russ.)
12. Jürgens T., Schoenen J., Rostgaard J. et al. Stimulation of the sphenopalatine ganglion in intractable cluster headache: expert consensus on patient selection and standards of care. *Cephalalgia*. 2014; 34(13): 1100–1110. DOI: 10.1177/0333102414530524. PMID: 24740514.
13. Pedersen J., Barloese M., Jensen R. Neurostimulation in cluster headache: A review of current progress. *Cephalalgia*. 2013; 33(14): 1179–1193. DOI: 10.1177/0333102413489040. PMID: 23687279.
14. Schoenen J., Jensen R., Lantéri-Minet M. et al. Stimulation of the sphenopalatine ganglion (SPG) for cluster headache treatment. Pathway CH-1: A randomized, sham-controlled study. *Cephalalgia*. 2013; 33(10): 816–830. DOI:10.1177/0333102412473667. PMID: 23314784.
15. Barloese M., Jürgens T., May A. et al. Cluster headache attack remission with sphenopalatine ganglion stimulation: experiences in chronic cluster headache patients through 24 months. *J Headache Pain*. 2016; 17(1): 67. DOI: 10.1186/s10194-016-0658-1. PMID: 27461394.
16. Jürgens T., Barloese M., May A. et al. Long-term effectiveness of sphenopalatine ganglion stimulation for cluster headache. *Cephalalgia*. 2016; 37(5): 423–434. DOI: 10.1177/0333102416649092. PMID: 27461394.
17. Sanders M., Zuurmond W. Efficacy of sphenopalatine ganglion blockade in 66 patients suffering from cluster headache: a 12- to 70-month follow-up evaluation. *J Neurosurg*. 1997; 87(6): 876–880. DOI: 10.3171/jns.1997.87.6.0876. PMID: 9384398.
18. Tepper S., Rezaei A., Narouze S. et al. Acute treatment of intractable migraine with sphenopalatine ganglion electrical stimulation. *Headache*. 2009; 49(7): 983–989. DOI: 10.1111/j.1526-4610.2009.01451.x. PMID: 19486173.
19. William A., Azad T., Brecher E. et al. Trigeminal and sphenopalatine ganglion stimulation for intractable craniofacial pain—case series and literature review. *Acta Neurochir (Wien)*. 2016; 158(3): 513–520. DOI: 10.1007/s00701-015-2695-y. PMID: 26743912.

Информация об авторах

Джафаров Виджай Маисович — врач-нейрохирург отделения функциональной нейрохирургии ФГБУ ФЦН, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-5337-8715>

Дмитриев Александр Борисович — к.м.н., зав. отд. функциональной нейрохирургии ФГБУ ФЦН, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0003-3578-6915>

Мойсак Галина Ивановна — врач-невролог ФГБУ ФЦН, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-3885-3004>

Рзаев Джамиль Афетович — врач-нейрохирург, главный врач ФГБУ ФЦН, Новосибирск, Россия, <https://orcid.org/0000-0002-1209-8960>

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Information about the authors

Vidzhai M. Dzhaifarov — neurosurgeon, Department of functional neurosurgery, Federal Center of Neurosurgery, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-5337-8715>

Alexander B. Dmitriev — chief neurosurgeon, Department of functional neurosurgery, neurosurgeon, Federal Center of Neurosurgery, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-3578-6915>

Galina I. Moysak — neurologist, Federal Center of Neurosurgery, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-3885-3004>

Jamil A. Rzaev — neurosurgeon, Chief doctor, Federal Center of Neurosurgery, Novosibirsk, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-1209-8960>

Author contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published.