

УДК 616-009.7

**СТИМУЛЯЦИЯ СПИННОГО МОЗГА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ  
ХРОНИЧЕСКОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА****Закирова Ариана Рифхатовна,**

Студентка Уральского государственного медицинского университета (Россия, г. Екатеринбург),

zakirova.nata@yandex.ru

**Гончаров Максим Юрьевич,**

Доктор медицинских наук, доцент кафедры нервных болезней, нейрохирургии и медицинской генетики ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России (Россия, г. Екатеринбург),

mgmed@list.ru

**Аннотация**

В данной статье рассмотрены типы боли, хирургические методы, применяемые для устранения болевого синдрома, методы стимуляции спинного мозга, показания и противопоказания нейростимуляции, механизм метода.

**Ключевые слова:** боль, ноцицептивная система, алгоген, хирургическое лечение, нейромодуляция, нейростимуляция.

**SPINAL CORD STIMULATION FOR DIFFERENT TYPES OF CHRONIC PAIN  
SYNDROME****Ariana R. Zakirova,**

Student of the Ural State Medical University (Russia, Yekaterinburg),

zakirova.nata@yandex.ru

**Maxim Y. Goncharov,**

Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Nervous Diseases, Neurosurgery and Medical Genetics, Ural State Medical University, Ministry of Health

mgmed@list.ru

**ABSTRACT**

This article discusses the types of pain, surgical methods used to eliminate pain, methods of spinal cord stimulation, indications and contraindications for neurostimulation, and the mechanism of the method.

**Keywords:** pain, nociceptive system, algogen, surgical treatment, neuromodulation, neurostimulation.

**Введение.** Хронический болевой синдром (ХБС) – это сложная проблема, затрагивающая как физическое, так и психологическое здоровье пациентов. Он может возникать из-за различных факторов, включая травмы и медицинские состояния, и проявляться в болевых ощущениях разной интенсивности. Методы лечения ХБС разнообразны, однако не всегда подходят каждому пациенту, что нередко приводит к поиску альтернативных решений.

Одним из таких решений является нейростимуляция спинного мозга (НССМ), которая включает внедрение устройства для модификации передачи болевых сигналов. Эта методика уже показала свою эффективность в лечении различных форм ХБС и может значительно улучшить качество жизни пациентов, страдающих от хронической боли.

**Актуальность.** Актуальность изучения хронического болевого синдрома и методов его лечения, таких как нейростимуляция спинного мозга, усиливается на фоне растущей распространенности хронической боли по всему миру. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, ХБС занимает одно из ведущих мест среди причин инвалидности, существенно ухудшая качество жизни пациентов и их способность к социальной и трудовой деятельности.

В данном контексте нейростимуляция спинного мозга представляет собой новаторский подход, который уже продемонстрировал свою эффективность в клинических испытаниях. Изучение деталей применения и эффекта НССП становится важным шагом в направлении более эффективного управления хронической болью, и требует внимательного рассмотрения со стороны медицинского сообщества для внедрения в практику.

**Цель исследования.** Изучить понятие хронического болевого синдрома, хирургических методов для устранения болевого синдрома, метод нейростимуляции спинного мозга, показания и противопоказания метода.

**Материалы и методы.** Проведён обзор литературы.

**Основная часть.** Хроническая боль является одной из главных причин инвалидности, так как оказывает огромное влияние на качество жизни человека и, соответственно, на общественное здоровье. [1]

Что же означает термин боль? Боль – это неприятное сенсорное и эмоциональное переживание, которое связано с истинным или потенциальным повреждением ткани, информирующее человека о вредных факторах, действующих на организм и представляющих большую опасность для него. [3]

Хроническая боль отличается от острой не только продолжительностью, но и патогенезом, а также клиническими проявлениями и лечением. В отличие от острой боли хроническая боль теряет своё сигнальное значение, связь с местными патологическими очагами, а по продолжительности достигает трёх и более месяцев. Острая боль чаще всего купируется анальгетиками, а хроническая боль требует включения дополнительных механизмов, направленных на поддержание болевого переживания: вегетативные, эмоциональные и другие психические расстройства, которые формируют неадаптивное болевое поведение. В таких случаях боль является не просто симптомом очагового поражения, а самостоятельным заболеванием «боль как болезнь».

Для точности диагностики всегда учитывается происхождение болевого синдрома, поэтому выделяют три основных вида боли:

- ноцицептивная;
- нейропатическая;

- психогенная.

При ноцицептивной боли имеется поврежденная ткань или орган, возникает остро, поведение больного адекватное адаптивное. Окружающие люди понимают это и стараются оказать помощь в устранении приступа боли.

При нейропатической боли необходимо тщательное обследование у специалиста, к которому обратился пациент с жалобами на боли в определённой области организма, но при этом врач не находит патологию. Например, невралгия тройничного нерва, при которой больной жалуется на зубную боль, ему удаляют зуб, а через время он снова обращается к стоматологу с приступом зубной боли, и ему удаляют зуб. Таким образом, пациенту могут удалить много зубов, а боль будет продолжаться. После всего этого пациент переправляется к неврологу, где ему ставят диагноз «невралгия тройничного нерва».

Психогенная боль связана не с поражением нервных структур организма, а с нарушением психической сферы. Сопровождается чувством безнадежности, нарушением сна и аппетита, эмоциональной нестабильностью. Чаще связана с какими-либо психическими нарушениями, переживаниями и различными личными потерями. [2]

Формирование многокомпонентного болевого ощущения обеспечивается благодаря работе сложной организации ноцицептивной системы, которая включает периферические ноцицепторы и ноцицептивные нейроны.

Активация периферических ноцицепторов происходит при повреждении ткани и осуществляется с помощью химических веществ — аллогенов по рецептор-опосредованному механизму.

Клетки и аллогены, которые из них выделяются:

- Тучные клетки — гистамин;
- Тромбоциты — серотонин и аденозинфосфатаза;
- Нейтрофилы — лейкотриены;
- Макрофаги — IL1, TNF-альфа;
- Эндотелий — IL1, TNF-альфа, эндотелин, простагландин, NO;
- Клетки плазмы крови — брадикинин;
- С-ноцицепторы — субстанция P, нейрокинин A.

Ноцицепторы могут быть активированы также ретроградно при патологическом воздействии на периферические нервы или чувствительные корешки. Происходит высвобождение субстанции P и нейрокина А, увеличивающие проницаемость сосудистой стенки для плазменных аллогенов. В это же время высвобождаются простагландины, гистамин и другие биогенные амины, что приводит к увеличению активности ноцицепторов. В корковом отделе в соматосенсорной зоне происходит формирование точной локализованной боли.

Работа ноцицептивной системы находится в тесной связи с антиноцицептивной системой. Стимуляция структур антиноцицептивной системы — ядер шва, околопроводного серого вещества, ретикулярной формации, затем гипоталамуса, оказывает нисходящее тормозное влияние на ноцицептивную систему. А вторая соматотропная зона в коре больших полушарий формирует реакции на повреждающее действие. [4]

Хирургическое лечение болевого синдрома представлено тремя видами оперативных вмешательств:

- 1) анатомическими;
- 2) деструктивными;
- 3) методами нейромодуляции. [5]

Анатомические операции представлены декомпрессией, транспозицией и невролизом. Чаще всего выполняются на первом этапе хирургического лечения при наличии показаний и являются патогенетически направленными. Например, при тригеминальной невралгии применяется микроваскулярная декомпрессия корешка тройничного нерва. Является патогенетической и может устранить болевой синдром полностью. [7]

Деструктивные операции представляют собой перерезку или разрушение путей болевой чувствительности периферической и центральной нервной системы, а также структур, которые перерабатывают информацию о боли в головном мозге. Данные операции необратимы и примерно в 30% случаев приводят к тяжелым осложнениям с нарушением чувствительности – парезы и параличи, нарушение работы органов малого таза, нарушение витальных функций. Поэтому в настоящее время ограничивают деструктивные операции чрескожным методом при невралгиях, а также стараются заменить их методами нейромодуляции. [6]

Методы нейромодуляции – это способы электрического или медиаторного воздействия на периферическую или центральную нервную систему, модулирующие двигательные и сенсорные реакции организма путем перестройки нарушенных механизмов саморегуляции центральной нервной системы.

Нейромодуляция имеет две разновидности:

1. нейростимуляция – это электрическая стимуляция периферических нервов, спинного и головного мозга;
2. дозированное интратекальное введение лекарственных препаратов программируемыми помпами.

Дозированное интратекальное введение лекарственных препаратов применяется при болевых синдромах при онкологических заболеваниях или при неэффективности нейростимуляции. Методы нейростимуляции применяются при неонкологических болевых синдромах.

Методы нейростимуляции подразделяют на:

1. электростимуляцию спинного мозга;
2. электростимуляцию периферических нервов;
3. электростимуляцию глубинных структур головного мозга;
4. электростимуляцию центральной коры головного мозга. [5]

Хроническая стимуляция спинного мозга (Spinal Cord Stimulation – SCS) – разновидность электростимуляции нервной системы. К основам обезболивающего действия SCS относятся: электрофизиологическая блокада проведения болевых импульсов, выработка эндогенных антиноцицептивных веществ, таких как, ГАМК, серотонин, норадреналин, а также усиление нисходящих влияний антиноцицептивной системы, и периферическая вазодилатация из-за активации симпатической нервной системы.

Открытие нейростимуляции спинного мозга: Первая имплантация нейростимулятора задних рогов спинного мозга осуществлена нейрохирургом С.N. Shealy в 1967 году (Висконсин, США). Была применена для лечения тяжелой фармакорезистентной боли.

Критерии, на которые опираются при отборе пациентов для нейромодуляции:

- тяжесть болевого синдрома и его влияние на качество жизни пациента;
- отсутствие патологии, которая требует лечения основного заболевания;
- неэффективность медикаментозного и различных методов консервативного лечения, сроком более 3 месяцев от начала лечения;
- отсутствие показаний к прямому хирургическому вмешательству (анатомические операции);

положительные результаты тестовой электростимуляции. [5]

Показания для метода нейромодуляции:

– Болевые синдромы:

- Синдром оперированного позвоночника (FBSS);
- Комплексный регионарный болевой синдром I и II;
- Диабетическая невропатия;
- Постгерпетическая невралгия;
- Терминальная ишемия конечности;
- Боли при авульсии корешков;
- Центральные (постинсультные);
- Другие болевые синдромы в том числе и посттравматическая;
- Хроническая тазовая боль.

– Неболевые:

- Спастичность (вследствие инсульта, спинальной травмы, демиелинизирующей патологии, ДЦП);
- Нестабильная стенокардия и другие формы ИБС;
- Периферические сосудистые заболевания;
- Нейрогенный мочевой пузырь, недержание мочи;
- Женская оргазмическая дисфункция.

Противопоказания для метода нейромодуляции:

- тяжелая сопутствующая соматическая патология;
- инкурабельная лекарственная зависимость;
- наличие в анамнезе попыток суицида, которые сопровождают тяжелую психическую патологию;
- психические нарушения с признаками соматизации;
- низкий уровень интеллекта пациента, который препятствует использованию системы для электростимуляции.

Существует два главных метода имплантации электродов – чрескожная имплантация цилиндрических электродов, а также открытая имплантация микроламинэктомией. Чаще всего используется пункционная имплантация под действием местной анестезии.

Нейростимуляция осуществляется с помощью нейростимулятора, удлинителя, электрода и неимплантируемых компонентов:

Нейростимулятор имплантируется подкожно и вырабатывает электрические импульсы, которые проводятся по удлинителям и электродам в спинной мозг.

Удлинитель соединяет электрод с нейростимулятором.

Электрод — это провод с контактами на кончике, имплантируется в эпидуральное пространство и проводится ток.

Неимплантируемые компоненты — пульт и программатор врача N'Vision.

При имплантации цилиндрических электродов под действием местной анестезии производится пункция заднего эпидурального пространства. Под рентгеновским контролем имплантируется электрод с помощью специальной иглы. Тестовая интраоперационная стимуляция позволяет расположить электрод в максимально точном сегменте спинного мозга. [5]

Электрические импульсы активируют тормозящие боль нейроны в заднем роге спинного мозга, в результате чего чувство боли уменьшается. Стимуляция также вызывает парестезию (ощущение мягкой приятной вибрации) в зоне, откуда происходит боль, и ее округе. Применение SCS считается успешным, если удалось достичь более чем 50% уменьшения боли по визуально-аналоговой шкале. Но 30% уменьшения боли тоже является клинически значимым.

Первый этап является тестовым периодом для наблюдения пациента. Электроды присоединяются к коннекторам и вводятся в контрапертуру. Тестовый период длится около 7-10 дней. За данный период пациент учится пользоваться системой для хронической электростимуляции, подбираются параметры стимуляции — амплитуда, частота, комбинации контактов; режим стимуляции — продолжительность и частота сеансов.

При уменьшении выраженности болевого синдрома может начаться второй этап — имплантация подкожной части системы. Производится под общим обезболиванием. Электроды вставляются через мягкие ткани в подкожный карман, который образуется для генерации импульсов.

При имплантации плоских электродов проводится микроламинэктомия. Электроды располагаются над твердой мозговой оболочкой и фиксируются к ней узловыми швами. Дальнейшие этапы такие же, как и при имплантации цилиндрических электродов. [8]

Оптимальное расположение электродов на зоны парестезии:

- Стопа — Th12–L1
- Нижняя треть голени и лодыжки — Th11–Th12
- Колено и бедро — Th9–Th10
- Поясница — Th8–Th9
- Верхняя половина грудной клетки — Th1–Th2
- Верхняя конечность — C3-C5.

Осложнения при SCS:

- Хирургические: инфекция в области имплантации (0,5–0,15%), гематома или эпидуральная геморрагия (менее 1%), ликворея или серам в месте имплантации (менее 1%), боль и аллодиния — длится от 7 до 14 дней.
- Связанные с системой нейростимуляции: неисправность нейростимулятора, раннее истощение батареи, миграция электрода или нейростимулятора, эрозия в области имплантации. [9]

Выводы.

Нейростимуляция спинного мозга — это метод, представляющий собой применение электрических импульсов для модификации нейронной активности с целью лечения различных заболеваний и патологий. Этот подход имеет многообещающие результаты в лечении различных видов хронических болевых синдромов, повреждений спинного мозга и неврологических расстройств

Одним из главных плюсов нейростимуляции является возможность настраивать уровень стимуляции в зависимости от состояния пациента, что позволяет индивидуально подходить к терапии каждого человека

Таким образом, нейростимуляция спинного мозга представляет собой перспективный и развивающийся метод, способный значительно улучшить качество жизни пациентов с хроническими болевыми синдромами и различными патологиями спинного мозга

Несмотря на положительные результаты, требуются дальнейшие исследования для определения оптимальных параметров стимуляции, длительности лечения и потенциальных долгосрочных эффектов.

#### Список литературы:

1. Transcutaneous vagus nerve stimulation effects on chronic pain: systematic review and meta-analysis / C. Valtona, G.A. Carolynaa, A.M. Fernandab [et al.] // General Section: Review. – 2024. - №9. Т.5.
2. Балязин Виктор Александрович. Боль - мультидисциплинарная проблема медицины // Главный врач Юга России. - 2018. - №2.
3. Оценочные шкалы боли и особенности их применения в медицине / Е.М. Мохов, В.А. Кадыков, А.Н. Сергеев [и др.] // Верхневолжский медицинский журнал. - 2018. - №2. Т.18.
4. Кукушкин М.Л. Механизмы развития хронической боли. Подходы к профилактике и лечению // Consilium Medicum. - 2017. - №2. Т.19.
5. Шабалов В.А., Исагулян Э.Д. Нейромодуляция - современные методы хирургии боли / В.А. Шабалов, Э.Д. Исагулян // Тихоокеанский медицинский журнал. - 2008. - №1.
6. Dreval O.N. Ultrasonic DREZ-operations for treatment of pain due to brachial plexus avulsion // Acta Neurochir. - 1993. - №122. Т1.
7. Шевелев И.Н., Сафаров В.А., Лыкошкина Л.Е. Клиника, диагностика и микрохирургическое лечение травматических поражений плечевого сплетения / И.Н. Шевелев, В.А. Сафаров, Л.Е. Лыкошкина // Реабилитация больных с повреждением периферической нервной системы. - 1990. - №19. Т.9.
8. Опыт стимуляции спинного мозга при синдроме оперированного позвоночника / А.А. Кащеев, А.О. Гуца, А.Р. Юсупова [и др.] // Анналы клинической и экспериментальной неврологии. - 2019. - №4. Т.13.
9. Нейромодуляция при лечении хронического болевого синдрома / А.В. Яриков, И.И. Смирнов, Е.А. Павлова [и др.] // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. - 2021. - №2. Т.13.

#### References:

1. Transcutaneous vagus nerve stimulation effects on chronic pain: systematic review and meta-analysis / C. Valtona, G.A. Carolynaa, A.M. Fernandab [et al.] // General Section: Review. – 2024. - №9. Т.5.
2. Balyazin Viktor Alexandrovich. Pain is a multidisciplinary problem of medicine // Chief Doctor of the South of Russia. - 2018. - No. 2.
3. Pain rating scales and features of their use in medicine / E.M. Mokhov, V.A. Kadykov, A.N. Sergeev [etc.] // Upper Volga Medical Journal. - 2018. - No. 2. Т.18.

4. Kukushkin M.L. Mechanisms of development of chronic pain. Approaches to prevention and treatment // Consilium Medicum. - 2017. - No. 2. T.19.
5. Shabalov V.A., Isagulyan E.D. Neuromodulation - modern methods of pain surgery / V.A. Shabalov, E.D. Isagulyan // Pacific Medical Journal. - 2008. - No. 1.
6. Dreval O.N. Ultrasonic DREZ-operations for treatment of pain due to brachial plexus avulsion // Acta Neurochir. - 1993. - №122. T1.
7. Shevelev I.N., Safarov V.A., Lykoshkina L.E. Clinic, diagnosis and microsurgical treatment of traumatic lesions of the brachial plexus / I.N. Shevelev, V.A. Safarov, L.E. Lykoshkina // Rehabilitation of patients with damage to the peripheral nervous system. - 1990. - No. 19. T.9.
8. Experience of spinal cord stimulation in operated spine syndrome / A.A. Kashcheev, A.O. Guscha, A.R. Yusupova [et al.] // Annals of Clinical and Experimental Neurology. - 2019. - No. 4. T.13.
9. Neuromodulation in the treatment of chronic pain syndrome / A.V. Yarikov, I.I. Smirnov, E.A. Pavlova [et al.] // Russian Neurosurgical Journal named after. prof. A. L. Polenova. - 2021. - No. 2. T.13.