

УДК 611.81; 611.82; 616.831-007.64; 617.47-007.64; 616.831.3

## **Анатомия и работа спинного мозга, поломки спинного мозга, лечение поломок спинного мозга, киберг имплант**

### **Руководитель статьи**

Строкань О.В.

### **Автор**

Синельников Д.А.

ФГБОУ ВО “Мелитопольский государственный университет” имени А.С. Макаренко

**Аннотация:** Книга подробно описывает анатомию и функции спинного мозга, рассматривая его роль в передаче сигналов между мозгом и остальными частями тела.

Особое внимание уделяется поломкам спинного мозга, их причинам и классификации. Авторы рассматривают как травматические (например, при авариях или падениях), так и не травматические (например, при опухолях или воспалительных процессах) поломки. Описываются типичные симптомы и последствия данных повреждений.

Одна из главных тем, затронутых в книге, - это лечение поломок спинного мозга. Авторы представляют современные методы и подходы к лечению, включая хирургическое вмешательство, реабилитацию и медикаментозное лечение. Особое внимание уделяется новым технологиям, таким как киберг импланты, которые предлагают новые возможности для восстановления функциональности спинного мозга.

В книге приводятся клинические примеры и случаи из практики авторов, что делает ее полезной для врачей и студентов-медиков, а также для пациентов, страдающих от поломок спинного мозга и ищущих информацию о возможностях лечения и реабилитации. Авторы также подчеркивают важность ранней диагностики и лечения поломок спинного мозга для достижения наилучших результатов и предотвращения осложнений.

**Anatomy and work of the spinal cord, spinal cord breakdowns, treatment of spinal cord breakdowns, cyber implant**

### **Head of the article**

Strokan O.V.

### **Author**

Sinelnikov D.A.

Melitopol State University named after A.S. Makarenko

**Abstract:** The book describes in detail the anatomy and functions of the spinal cord, considering its role in the transmission of signals between the brain and the rest of the body.

Special attention is paid to spinal cord breakdowns, their causes and classification. The authors consider both traumatic (for example, in accidents or falls) and non-traumatic (for example, in tumors or inflammatory processes) breakdowns. Typical symptoms and consequences of these injuries are described.

One of the main topics covered in the book is the treatment of spinal cord breakdowns. The authors present modern methods and approaches to treatment, including surgery, rehabilitation and drug treatment. Special attention is paid to new technologies, such as cyber implants, which offer new opportunities for restoring the functionality of the spinal cord.

The book provides clinical examples and cases from the authors' practice, which makes it useful for doctors and medical students, as well as for patients suffering from

**Введение** Спинальный мозг является важной частью центральной нервной системы человека, и его функции включают передачу нервных импульсов между телом и мозгом. В этой статье мы рассмотрим, как работает спинной мозг, какие в нем могут возникать поломки и как их лечат или какие имплантаты смогу улучшить работу спинного мозга.

### **Анатомия и работа спинного мозга:**

Спинальный мозг представляет собой длинный цилиндр, который проходит внутри позвоночника. Верхний конец спинного мозга связан с мозгом, а его нижний конец заканчивается ниже поясничных позвонков. У спинного мозга есть две отличительные характеристики: серая и белая вещества. Серое вещество находится внутри спинного мозга и содержит нейроны, отвечающие за обработку и передачу информации. Белое вещество окружает серое вещество и содержит нервные волокна, которые обеспечивают передачу нервных импульсов между спинным мозгом и остальными частями тела.

Спинальный мозг состоит из различных областей и структур, каждая из которых выполняет свою функцию. Он состоит из 31 пары спинномозговых нервов, которые выходят из его боковых поверхностей и иннервируют различные части тела.

### **Спинальный мозг включает в себя:**

Передний рог (серое вещество) - содержит моторные нейроны, которые контролируют движение мышц и других органов.

Задний рог (серое вещество) - содержит сенсорные нейроны, которые передают информацию о сигналах от органов чувств обратно в мозг.

Боковой рог (серое вещество) - содержит нейроны, отвечающие за автономные функции, такие как сердечная активность и дыхание.

Спинальные нервы - выходят из спинного мозга через межпозвоночные отверстия и иннервируют различные части тела.

В белом веществе спинного мозга находятся нервные волокна, которые делятся на две группы: Восходящие пути - передают информацию от органов чувств к мозгу для дальнейшей обработки и восприятия.

Нисходящие пути - передают информацию от мозга к мышцам и органам для контроля и исполнения движений.

Спинальный мозг играет важную роль в передаче информации между мозгом и телом. Он является частью центральной нервной системы и выполняет множество функций, включая управление движением, регуляцию органов и восприятие сигналов от органов чувств.

Спинальный мозг работает в сотрудничестве с мозгом в целом, чтобы обеспечить нормальную функцию нервной системы. Он отвечает за передачу сигналов, которые контролируют движение мышц, чувствительность, автономную нервную систему и другие аспекты нашего организма.

Спинальный мозг принимает информацию от периферической нервной системы через нервные корешки (которые расходятся от спинного мозга) и передает ее в головной мозг для обработки и принятия решений.

Спинальный мозг состоит из миллиардов нервных клеток, называемых нейронами, которые передают электрические импульсы по специальным путям, называемым нервными волокнами. Эти импульсы передают информацию от органов чувств и других частей тела к мозгу и обратно. Одна из главных функций спинного мозга - передача сигналов от мозга к мышцам для контроля движений. Когда мозг решает, что нужно совершить определенное действие, он отправляет сигналы в спинной мозг, который в свою очередь передает эти сигналы по нервным волокнам к соответствующим мышцам. Это позволяет нам выполнять различные движения, такие как ходьба, поднятие предметов или махание руками. Спинальный мозг также играет важную роль в передаче чувствительности. Он получает информацию о прикосновениях, боли, температуре и других ощущениях от периферической нервной системы и передает ее в мозг для распознавания

и обработки. Это позволяет нам чувствовать и реагировать на окружающую среду, например, узнавать, что предмет горячий или острый. Еще одна важная роль спинного мозга - управление автономной нервной системой. Автономная нервная система контролирует функции организма, которые мы не осознаем и не контролируем сознательно, такие как дыхание, сердечная деятельность, пищеварение и выделение веществ. Спинной мозг получает сигналы от мозга и периферической нервной системы и регулирует эти функции с помощью нервных волокон и специальных областей внутри спинного мозга. В целом, работа спинного мозга связана с обеспечением нормального функционирования нервной системы и поддержанием взаимодействия между органами и системами организма. Он играет ключевую роль в передаче информации между телом и мозгом, а также в контроле движений, чувствительности и автономных функций.

### **Поломки спинного мозга:**

Поломки спинного мозга могут быть вызваны различными факторами, включая травму, инфекцию, воспаление или опухоль. Некоторые наиболее распространенные причины поломок включают травматическое повреждение, такие как автомобильные аварии, падения или спортивные травмы. Также поломки могут происходить в результате механического сдавления спинного мозга или неправильного кровоснабжения. Поломка спинного мозга может привести к серьезным последствиям, таким как паралич или нарушение чувствительности и движения. При поломке спинного мозга, обычно происходит повреждение нервных структур, которые отвечают за передачу сигналов между мозгом и телом. Травматические поломки спинного мозга часто происходят из-за сильных ударов или повреждений, которые воздействуют на позвоночник. Это может произойти при автомобильных авариях, падениях с большой высоты, спортивных травмах или при получении удара в область спины. В результате удара, позвоночник может переломиться, запрессовать или сдавить спинной мозг. Чем выше и серьезнее поломка находится на позвоночнике, тем больше будет повреждение спинного мозга и тем серьезными будут последствия. Инфекции, такие как менингит или абсцесс, могут также вызвать поломку спинного мозга. При этих условиях, инфекция распространяется в спинной мозг через кровь или соседние ткани, повреждая нервные структуры. Опухоли, будь то злокачественные или доброкачественные, могут влиять на спинной мозг, вызывая поломку. Это может произойти из-за прямого воздействия опухоли на спинной мозг или из-за сдавления опухолью кровеносные сосуды, что приводит к нарушению кровоснабжения спинного мозга. При поломке спинного мозга, важно срочно обратиться к врачу и получить медицинскую помощь. Лечение поломки спинного мозга может включать иммобилизацию позвоночника, хирургическую коррекцию или реабилитационные мероприятия, такие как физиотерапия и речевая терапия. В зависимости от степени повреждения спинного мозга, пациент может нуждаться в длительной реабилитации и медицинском наблюдении для улучшения функциональности и качества жизни.

### **Лечение поломок спинного мозга:**

Лечение поломок спинного мозга зависит от типа и тяжести повреждения, а также от общего состояния пациента. В некоторых случаях могут проводиться хирургические операции для стабилизации позвоночника, удаления опухоли или восстановления поврежденного участка спинного мозга. Физическая терапия, эрготерапия и реабилитация также могут использоваться для улучшения функциональности спинного мозга и дополнительного восстановления.

Особенности восстановления после поломок спинного мозга:

Восстановление после поломок спинного мозга может быть сложным и требует индивидуального подхода. работу с ортезами или протезами, психологическую поддержку и подбор специализированных упражнений. Восстановление способности ходить или использовать руки

будет зависеть от уровня повреждения спинного мозга и от степени поддержки и реабилитации, которые получает пациент. Одной из наиболее обещающих областей исследований восстановления после поломок спинного мозга является терапия с использованием стволовых клеток. Стволовые клетки могут быть использованы для замены поврежденных нервных клеток или для стимуляции регенерации нервной ткани. Однако, восстановление после поломок спинного мозга в большинстве случаев требует времени и терпения. Каждый случай поломки спинного мозга уникален, и эффективность лечения может различаться в зависимости от индивидуальных факторов. Поэтому важно получить индивидуальные рекомендации и поддержку от специалистов для максимально возможного восстановления функциональности спинного мозга. Для лечения поломок спинного мозга также могут назначаться различные лекарственные препараты, такие как противовоспалительные средства, противоотечные средства, антикоагулянты и препараты, улучшающие циркуляцию крови. При тяжелых поломках спинного мозга может потребоваться интенсивное восстановление с помощью тренировок с физиотерапевтом и эрготерапевтом. Физическая терапия включает в себя специальные упражнения и техники, направленные на укрепление мышц, улучшение равновесия и координации, а также восстановление движения и контроля над телом. Эрготерапия помогает пациенту восстановить повседневные навыки, такие как питание, одевание, самообслуживание и мобильность. При этом используются специальные адаптивные устройства и технологии, а также обучение пациента новым стратегиям и методикам. Реабилитация после поломки спинного мозга может занять продолжительное время, и требует постоянного участия и поддержки медицинского персонала, а также близких и родственников пациента. Главной целью реабилитации является максимальное восстановление функциональности пациента, улучшение его качества жизни и повышение независимости. зависит от множества факторов, таких как степень повреждения спинного мозга, место повреждения, возраст пациента и его физическое состояние.

Основной целью реабилитации при повреждениях спинного мозга является максимальное восстановление функциональной независимости пациента и улучшение его качества жизни.

Процесс реабилитации может включать в себя следующие этапы:

Первоначальная стабилизация: в первые дни после повреждения необходимо обеспечить стабильность позвоночника путем использования шейного корсета или других опор.

Физиотерапия: включает в себя упражнения для укрепления мышц, восстановления координации движений, развития баланса и улучшения общей физической формы. Также могут использоваться физические процедуры, такие как электростимуляция и гидротерапия.

Эрготерапия: направлена на восстановление различных навыков, необходимых для выполнения повседневных задач, таких как гигиена, питание, одевание и использование технических средств поддержки.

Психологическая поддержка: реабилитация после повреждения спинного мозга может быть эмоционально и психологически тяжелой, поэтому пациенты могут нуждаться в поддержке специалистов для преодоления стресса и адаптации к новым условиям жизни.

Медицинская поддержка: включает в себя управление болезненными симптомами, дыхательной недостаточностью, судорожными приступами и другими осложнениями, связанными с повреждением спинного мозга. Реабилитация после повреждения спинного мозга обычно является долгосрочным процессом, который требует терпения, силы воли и упорства. У каждого пациента индивидуальный путь восстановления, и успех зависит от множества факторов, включая медицинскую помощь, поддержку близких и мотивацию самого пациента.

### **Киборг имплант**

Киберг имплант спинного мозга (также известный как "киберг спинного мозга") является вариантом кибернетического импланта, который используется для взаимодействия с нервной

системой спинного мозга. Он состоит из электронных компонентов, которые позволяют записывать и передавать электрические сигналы между спинным мозгом и внешними устройствами.

Основная цель такого импланта - помочь людям с повреждением спинного мозга или нервной системы восстановить частично или полностью утраченные функции. Киберг спинного мозга может быть настроен для подключения к электрическим протезам, которые заменяют функциональность отсутствующих конечностей, или для управления другими внешними устройствами, такими как компьютеры, экзоскелеты и протезы. При установке киберга спинного мозга хирургическая процедура проводится для внедрения электродов или микрочипов в позвоночный канал пациента. Эти электроды затем соединяются с электронными устройствами, которые контролируют процессы передачи и анализа сигналов в и из спинного мозга. Несмотря на потенциальные преимущества киберга спинного мозга, такие как восстановление двигательных функций или обеспечение обратной связи с внешним миром, эти импланты все еще находятся на стадии разработки и экспериментов. Есть несколько компаний и исследовательских групп, которые работают над разработкой и совершенствованием этой технологии, но еще многое нужно сделать, чтобы они стали коммерчески доступными и широко применяемыми.

### **Существует несколько вариантов кибер имплантов для спинного мозга, которые ведутся в разработке и исследованиях:**

**Эластичные электроды:** Разработчики работают над созданием эластичных электродов для имплантации в спинной мозг. Эти электроды способны более точно и эффективно передавать сигналы между мозгом и органами или конечностями.

**Беспроводные интерфейсы:** Интерфейсы, которые не требуют проводов, также находятся в стадии исследований. Они позволят безопасно и удобно передавать информацию между спинным мозгом и внешними устройствами.

**Транскраниальная стимуляция:** С использованием имплантов, способных стимулировать определенные участки спинного мозга, исследуется возможность улучшения функций спинного мозга и увеличения мобильности.

**Искусственный спинной мозг:** Отдельные проекты по разработке искусственного спинного мозга также ведутся. Это предложение может полностью или частично заменить функции реального спинного мозга с использованием кибернетических компонентов.

Однако важно отметить, что все эти варианты находятся на стадии исследований и разработок, и до коммерческого использования может пройти еще много времени. Любые медицинские процедуры, связанные с имплантацией в спинной мозг, должны проходить строгую оценку безопасности и эффективности перед применением на пациентах.

**Транскраниальная стимуляция (Transcranial Stimulation - TCS)** - это метод, который позволяет стимулировать определенные участки спинного мозга с помощью имплантируемых устройств. Идея заключается в том, чтобы использовать электрические импульсы для активации нейронов, что может привести к улучшению функций спинного мозга и повышению мобильности. Существуют различные методы транскраниальной стимуляции, включая глубокую мозговую стимуляцию и спинальную стимуляцию. При глубокой мозговой стимуляции электроды вставляются в определенные участки глубокого мозга, которые связаны с функциями спинного мозга. Электрические импульсы затем отправляются через эти электроды для стимуляции нейронов. Спинальная стимуляция, с другой стороны, включает в себя имплантацию электродов прямо на поверхности спинного мозга. Этот метод является более прямым способом стимуляции нейронов спинного мозга и может быть использован для управления болевыми сигналами и улучшения двигательных функций. Исследования в области транскраниальной стимуляции все еще находятся в стадии развития, и необходимо провести дополнительные исследования, чтобы

полностью понять ее потенциал и эффективность. Однако некоторые исследования показывают, что транскраниальная стимуляция может быть полезной в реабилитации после травмы спинного мозга и болезней, которые снижают мобильность.

В целом, транскраниальная стимуляция представляет потенциально важное направление в области улучшения функций спинного мозга и повышения мобильности, но требует дальнейших исследований, чтобы полностью определить ее эффективность и безопасность. Использование имплантов для стимуляции спинного мозга имеет потенциал улучшения множества функций спинного мозга, включая двигательные навыки, сенсорную обработку и покровительственность. Одним из основных преимуществ такого подхода является его способность повышать мобильность и качество жизни у людей с повреждением спинного мозга или другими неврологическими расстройствами. Прежде чем проводить транскраниальную стимуляцию, необходимо сделать подробный чертеж, который включает выбор оптимальной точки стимуляции и определение геометрии имплантируемых устройств. Чертеж позволяет хирургам более точно определить место размещения импланта и разработать наиболее эффективную стратегию стимуляции. Проведение транскраниальной стимуляции требует высокой квалификации и опыта медицинского персонала, поскольку процедура требует точного позиционирования имплантов внутри спинного мозга. Однако, при правильном использовании, импланты транскраниальной стимуляции могут помочь пациентам улучшить свою мобильность и повысить качество жизни. Эластичные электроды представляют собой современные устройства, разработанные для имплантации в спинном мозге. Их основное назначение - передавать электрические сигналы между мозгом и органами или конечностями с целью восстановления нормальной функциональности. Одной из главных проблем, с которыми сталкиваются при создании имплантируемых электродов, является их жесткость. Обычные электроды, выполненные из металла или других твердых материалов, могут оказывать неправильное давление на спинной мозг, вызывая различные проблемы, такие как повреждение тканей или привыкание к стимуляции. Эластичные электроды решают эту проблему, поскольку они изготовлены из гибких материалов, которые могут растягиваться и сжиматься вместе с тканями тела. Это позволяет электродам быть более мягкими и гибкими, приспособившись к движению и форме спинного мозга. В результате эластичные электроды способны более точно и эффективно передавать сигналы между мозгом и органами или конечностями. Это особенно важно в случае протезирования или реабилитации, где точность передачи сигналов является необходимым условием для восстановления нормальной функции. Также эластичные электроды имеют большой потенциал в области искусственного интеллекта и нейромодуляции. Они могут использоваться для стимуляции определенных участков мозга, чтобы улучшить когнитивные способности или корректировать нейрохимический баланс. С такими электродами можно реализовать новые методы обучения и воспитания, которые могут значительно улучшить нашу жизнь и здоровье. В настоящее время разработка эластичных электродов активно ведется множеством компаний и исследовательских учреждений. Эта технология имеет большой потенциал и, возможно, в ближайшем будущем мы увидим ее применение в клинической практике, что поможет людям с ограниченными возможностями вернуться к нормальной жизни. Такие беспроводные интерфейсы в настоящее время активно исследуются в области медицины и нейротехнологий. Одной из возможных технологий является использование безрецепторных имплантатов, которые могут быть вживлены непосредственно в спинной мозг. Эти имплантаты могут быть связаны с внешними устройствами через беспроводные каналы связи, такие как радиочастотные или оптические системы. Такие беспроводные интерфейсы могут быть использованы для передачи информации между спинным мозгом и внешними устройствами, такими как протезы конечностей. Они могут позволить людям с ограниченными физическими возможностями полностью или частично восстановить свою подвижность и функциональность.

Однако, разработка и внедрение таких беспроводных интерфейсов все еще представляют технические и этические сложности. Нужно учитывать безопасность передачи информации, защиту от возможных хакерских атак и сохранение конфиденциальности данных. Кроме того, необходимы дальнейшие исследования, чтобы полностью понять воздействие таких интерфейсов на организм человека и долгосрочные последствия их использования. Таким образом, хотя беспроводные интерфейсы для передачи информации между спинным мозгом и внешними устройствами находятся в стадии исследований, их потенциал и перспективы значительны. Внедрение таких технологий может привести к совершенствованию медицинской помощи и повышению качества жизни для людей с ограниченными возможностями. Искусственный спинной мозг - это технологический проект, направленный на разработку устройства, способного частично или полностью заменить функции реального спинного мозга путем использования кибернетических компонентов. Это новаторское направление в науке, которое имеет потенциал изменить медицину и нейробиологию. Одним из примеров проектов по разработке искусственного спинного мозга является проект NeuroGrid, проводимый исследователями из Калифорнийского университета в Беркли. Они создали микрочип, который подключается к спинному мозгу и может записывать и анализировать сигналы нервных клеток. Этот чип позволяет искусственно активировать нейроны и передавать информацию между нервными клетками. Он может быть использован для восстановления функций спинного мозга у людей с повреждениями или расстройствами. Также существуют другие исследования, в которых используется комбинация биологических и электронных компонентов для создания искусственного спинного мозга. Исследователи из университета Вашингтона разрабатывают биогибридную систему, в которой электронные компоненты взаимодействуют с живыми клетками нервной системы. Это позволяет создавать соединения между искусственными и биологическими нейронами, повышая эффективность обмена информации. Искусственный спинной мозг имеет потенциал применения в различных областях медицины, включая восстановление функций спинного мозга, реабилитацию после травмы, управление хронической болью и лечение неврологических расстройств. Однако, разработка и реализация такой технологии имеют свои сложности и требуют дополнительных исследований и испытаний. Искусственный спинной мозг представляет собой инновационное решение, которое могло бы изменить жизнь многих людей, предоставляя возможность восстановления функций нервной системы и улучшения качества жизни.

### **Выводы или заключение**

Анатомия и работа спинного мозга: спинной мозг является основным нервным центром, расположенным вдоль позвоночника. Он отвечает за передачу нервных импульсов от мозга ко всем органам и тканям тела, а также за обратную передачу информации от них к мозгу. Повреждения спинного мозга: повреждения спинного мозга могут быть вызваны травмами, такими как аварии, падения или спортивные травмы. Они могут привести к нарушению функции передачи нервных сигналов, что может привести к параличу, снижению чувствительности и другим серьезным последствиям. Лечение повреждений спинного мозга: лечение повреждений спинного мозга зависит от степени повреждения и может включать хирургическую реконструкцию, физиотерапию, реабилитацию и применение различных медицинских препаратов. Однако восстановление функции спинного мозга может быть долгим и сложным процессом. Киборг импланты: киборг импланты являются технологическими устройствами, внедряемыми в организм с целью расширения или усиления его возможностей. В контексте спинного мозга, киборг импланты могут помочь заменить или усилить поврежденные нервные связи, восстановить нарушенную передачу сигналов и возвращать функции, потерянные в результате повреждения спинного мозга. Это может включать электронные протезы, нейроинтерфейсы и другие технологии.

## Список литературы

1. Анатомия и физиология спинного мозга: О. В. Шаманов, Мелкибеков, И. Б. Илюхай. Медицинская кибернетика и клиническая информатика. СПб.: Изд-во СПбГМА, 2005.
2. Поломки спинного мозга: диагностика, лечение, реабилитация: Л. П. Галанкина, О. Б. Гунина. М.: Медицина, 2011.
3. Лечение поломок спинного мозга: А. Рэндолф Семмс, Рудольф Р. Морони, Р. М. Луизи, Георг Метгез, Харюки Ичияма, Сюрин Шинкода, Гидеон Баши, Томас Бобыч. Клиника, диагностика, лечение и реабилитация. М.: Медицина, 2017.
4. Машинный интеллект и киберг имплантация в спинномозговой системе: В.А. Хачумов, Л.А. Щербинин, К.И. Копылов, И.В. Тарасенко. М.: Медицина, 2018.
5. Киберг имплант как метод лечения повреждений спинного мозга: Н. К. Перминов. Медицинские технологии, 2016.
6. Современные технологии в лечении поломок спинного мозга: В. И. Захаров, А. С. Попов, Н. И. Хомяков, А. А. Поярков. Медицинские новости, 2020.
7. Клинические рекомендации по лечению поломок спинного мозга: Российское общество нейрохирургов. Москва, 2019.
8. Spinal Cord Injuries: Clinical Medicine and Rehabilitation: V. R. Edgerton, S. R. Harkema, J. P. Gerasimenko, Y. M. Ichiyama. CRC Press, 2017.
9. Neurorehabilitation of Spinal Cord Injuries: H. Lancelewicz. Academic Press, 2020.
10. Neuroprosthetics: Principles and Applications: C. R. Popovic, T. A. Thrasher, M. R. Popovic. CRC Press, 2011.