БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра ЭТТ

РЕФЕРАТ

На тему:

**«Электростимуляция внутренних органов и опорно-двигательного аппарата»**

МИНСК, 2008

Для профилактики и лечения гипокинезии применяется многоканальная программируемая электростимуляция, имитирующая работу мышц-антагонистов при выполнении произвольных движений с учетом их анатомо-физиологических особенностей.

Для биоуправления параметрами стимуляции используется отведение биопотенциалов здоровых мышц, которые модулируют сигналы воздействия. Биоэлектрическая активность может быть записана на магнитную ленту и многократно использоваться для управления движениями.

Для коррекции нарушений ходьбы разработаны методы ЭС ОДА, использующие отведение биопотенциалов здоровых мышц-антагонистов и соответствующих мышц здоровой конечности.

*Рисунок 1 – Электростимуляция опорно-двигательного аппарата:*

*1,2 - воздействие на ЦНС, 3 - СМ, 4 - периферические нервы, 5 - мышцы*

При тяжелых поражениях двигательных функций используется церебро-спинальная электростимуляция. В этом случае стимулы подводятся к областям спинного или головного мозга с помощью имплантированных электродов.

Управление процессом стимуляции осуществляется по радиоканалу, который может также применяться для подзарядки имплантированных источников питания. Для электростимуляции структур центральной нервной системы разработаны специальные фиксированные программы, включаемые извне с помощью радиочастотного программирующего устройства.

Методы церебро-спинальной ЭС ОДА применяются при лечении спинномозговых травм, центральных расстройств движения, реабилитации двигательных функций.

Электростимуляция дыхания (ЭСД) используется при расстройствах функции внешнего дыхания, вызванных угнетением дыхательного центра, патологией периферических или центральных механизмов, нарушением исполнительных механизмов дыхательного акта вследствие травм или хирургических вмешательств в области грудной клетки.

ЭСД осуществляется путем непосредственной стимуляции диафрагмы или диафрагмальных нервов, благодаря которой под действием плавно нарастающих стимулов сокращается дыхательная мускулатура и осуществляется активный вдох, а выдох происходит пассивно за счет эластичности диафрагмы и легких (рис. 1). Частота подводимых стимулов определяет ритм дыхательных движений.

Метод трансвенозной стимуляции наиболее полно отвечает задачам адекватного управления диафрагмальным дыханием. С помощью этого метода удается получить стабильный эффект в течение длительного времени без отрицательных воздействий на структуру диафрагмального нерва. При непосредственной стимуляции с помощью имплантируемых электродов используется радиочастотная передача стимула от экстракорпорального генератора воздействия к имплантируемому приемнику, соединенному с электродами, накладываемыми на нерв.

*Рисунок 2 – Электростимуляция дыхания:*

*1 - диафрагмальный нерв; 2 - диафрагма; 3 - электроды; 4 - приемная часть; 5 - излучающая антенна; 6 - стимулятор*

Биоуправляемая ЭСД позволяет синхронизировать стимулы с ритмом естественного дыхания. Для управления стимулами используете регистрация дыхательных движений диафрагмы, определяемых, например, с помощью термисторного датчика, реагирующего на движение воздуха во внешних дыхательных путях. Эффективность биосинхронизированной ЭСД оказывается существенно выше несинхронизированной.

Электростимуляция депрессорных нервов (ЭСДН) предложена как способ лечения гипертонической болезни. Особенностью барорефлекса, возникающего при ЭСДН, является кратковременность эффект, из-за наступающей адаптации. Длительное и стойкое снижение артериального давления можно получить, воздействуя стимулами попеременно — на правый и левый депрессорный нервы, таким образом, чтобы каждое последующее воздействие перекрывало предыдущее. Метод ЭСДН может найти применение в клинике для купирования гипертонических кризов, осложняющих течение гипертонической болезни и представляющих особую опасность.

При тяжелых болевых синдромах, встречающихся в неврологической практике, возможно применение спинномозговой стимуляции, осуществляемой с помощью электродов, имплантированных в спинномозговой канал. Связь с источником стимулов может осуществляться по радиоканалу или непосредственно через проводники, выходящиена поверхность кожи. Сообщается о высокой эффективности метода, оцениваемой по сравнению с методом перидуральной анестезии.

Электростимуляция нерва каротидного синуса используется для лечения стенокардии и гипертензии при неэффективности или наличии противопоказаний к другим видам терапии. Стимуляция осуществляется с помощью имплантированных электродов с радиочастотной передачей сигнала от внешнего стимулятора-передатчика. При гипертонии постоянная стимуляция нерва каротидного синуса приводит к ослаблению симпатической регуляции сердечной деятельности, что приводит к снижению частоты сердечных сокращений, ударного объема и давления крови. При стенокардии под влиянием стимуляции улучшается питание и происходит мобилизация резерва метаболических ресурсов миокарда. Эффективным является двухстороннее дискретное раздражение нерва, при котором отмечается нормализация обмена в миокарде. Предложена методика стимуляции, при которой параметры воздействия автоматически корректируются в зависимости от состояния сердечной деятельности, анализируемой по результатам измерения ЭКГ. Для этого в состав имплантированной части системы включается микропроцессор с запоминающим устройством и схема управления. Данная методика стимуляции позволяет учесть индивидуальные особенности пациента, а также корректировать воздействие при физических нагрузках и в покое.

Электростимуляция желудочно-кишечного тракта применяется как метод борьбы с нарушениями моторной, моторно-эвакуаторной и секреторной функций пищеварительной системы. При трансгастральной электростимуляции желудка и двенадцатиперстной кишки в них через пищевод вводят активный электрод - зонд. В случае униполярной стимуляции, охватывающей большую зону кишечника, чем при биполярной, индифферентный электрод в виде пластинки помещают на брюшной стенке в эпигастральной области. При необходимости лечения нижних отделов кишечника активный электрод располагается ректально, а индифферентный - на передней брюшной стенке или на пояснице.

Используется также введение униполярного электрода через кишечные свищи. Для ликвидации послеоперационного пареза кишечника применяют наиболее простой способ стимуляции с помощью электродов, накладываемых на кожу в области гепатодуоденальной зоны.

Параметры стимулирующего воздействия определяются особенностями возбуждения гладкой мускулатуры, сокращения которой, достигая большой силы, распространяются достаточно медленно. Частота следования стимулов выбирается в диапазоне нескольких десятков герц при длительности стимула порядка единиц миллисекунд. Сообщается о высокой эффективности метода при лечении больных нейрогеннодискинетическими колитами, при поражениях спинного мозга, при лечении функциональной кишечной непроходимости.

Электростимуляция биологически активных точек (БАТ) (электро-акупунктура, электропунктура) заключается в раздражении БАТ слабым постоянным или импульсным низкочастотным током. Здесь используются игольчатые или конусные заостренные электроды, располагаемые в области БАТ.

Токи воздействия при игольчатых электродах не превышают десятков-сотен микроампер при миллисекундных длительностях стимула с частотой следования порядка десятков герц. Электростимуляция БАТ является одним из основных методов рефлексотерапии, используемой практически во всех основных направлениях медицины. Большой положительный опыт использования электропунктуры накоплен в практике анестезиологии-реаниматологии для борьбы с болевыми синдромами, в ортопедии и травматологии.

Дефибрилляция сердца осуществляется путем воздействия на сердце одиночным импульсом большой амплитуды. Причиной фибрилляции является частичная или полная потеря синхронизации в генерации и проведении возбуждения в сердце.

При дефибрилляции происходит одновременная деполяризация мембран всех клеток в результате их одномоментного раздражения сильным импульсом тока. Нормальная активность сердца восстанавливается в результате возникновения автономного возбуждения в синусовом узле.

При проведении дефибрилляции наиболее важным является выбор минимального по интенсивности импульса тока, способного вызвать эффективное воздействие при однократном включении, так как сама процедура дефибрилляции не исключает возможности повреждения сердца электрическим током.

При проведении кардиохирургических операций возможна прямая дефибрилляция, при которой электроды накладываются непосредственно на поверхность сердца.

Трансторакальная дефибрилляция осуществляется при наложении электродов на поверхность грудной клетки больного. Оптимальной формой импульса для осуществления дефибрилляции считается синусоидальная полуволна, возникающая при прохождении разрядного тока конденсатора через индуктивность при малой добротности системы. Амплитуда тока импульса достигает десятков ампер при длительности порядка 10 мс.

Электростимуляция выделительных органов включает электростимуляцию мочевого пузыря и сфинктеров и применяется при расстройствах мочеиспускания.

В зависимости от места приложения стимулов используется стимуляция соответствующих нервов, мышц мочевого пузыря и непосредственно спинальных центров мочеиспускания. В случаях, когда трансректальное подведение стимулов становится неэффективным, производят имплантацию электродов для непосредственной стимуляции мочевого пузыря. Тогда передача стимулов может осуществляться по радиоканалу.

При лечении дисфункции сфинктеров стимулирующий ток способствует напряжению мышц сфинктера и восстановлению их естественного тонуса.

Так, для лечения энуреза используется методика длительной стимуляции с помощью электродов, располагаемых как эндоуретрально, так и накожно. При лечении анальной инконтиненции электроимпульсное воздействие прикладывается через ректальный электрод специальной формы к мышцам наружного сфинктера в целях увеличения тонического напряжения мышц.

Электростимуляция органов слуха и зрения применяется с целью терапии и протезирования при утрате естественной функции органов. Для улучшения слуха используется электростимуляция слухового нерва через первичное раздражение рецепторных зон, а также соответствующих биологически активных точек.

При лечении больных с нейросенсорной глухотой предложен метод электростимуляции слухового нерва короткими пачками монополярных импульсов, следующих с частотой акустического сигнала. При этом число импульсов в пачке возрастает с увеличением интенсивности звука. Имплантированная часть устройства содержит мультиэлектрод, соединенный со слуховым нервом, и микропроцессор, управляющий режимом стимуляции.

Передача энергии от внешнего передатчика осуществляется по радиочастотному каналу, а передача информации - с помощью ультразвука, чем достигается развязка каналов. Прямая электростимуляция зрительных нервов осуществляется с помощью имплантированных биполярных электродов. Электростимуляция способствует повышению уровня активности зрительного нерва и зрительного анализатора в целом и используется как метод восстановления зрения при повреждении зрительных нервов. Получены отчетливые лечебные эффекты в виде значительного повышения остроты зрения и расширения периферических границ полей зрения.

Диагностическая электростимуляция включает электроимпульсное воздействие на нервные или мышечные структуры с целью их возбуждения и регистрации вызванных возбуждением эффектов. Диагностическое направление возникло в различных областях медицины и в настоящее время имеет самостоятельное значение.

Диагностическая стимуляция сердца используется, например, дли выявления скрытых форм нарушений проводимости в различных отделах проводящей системы, определения резерва коронарного русла, слабости синусового узла. Стимуляция в этом случае осуществляется с помощью эндокардиального электрода, регистрация эффекта воздействия производится путем внутрисердечной электрографии.

Значительное распространение получила электростимуляционная миография, с помощью которой проводят диагностику ряда заболеваний, связанных с нарушением проводимости по нерву, нервномышечной передачи.

В данном случае стимулирующее воздействие в виде однократных или периодических импульсов наносится чрескожно в проекции возбуждаемых структур. Эффект воздействия оценивается по регистрации электромиограммы. Важное значение для клиники нервных болезней имеет исследование рефлекторного ответа мышцы, вызываемого электрической стимуляцией нерва, - так называемого Н-рефлекса. Это обусловлено в первую очередь тем, что величина Н-рефлекса отражает функциональное состояние спинальных структур, которое, е свою очередь, находится под супраспинальным контролем.

В анестезиологии используется стимуляция двигательных нервов для определения степени нервно-мышечной блокады при введении оперируемому больному мышечных релаксантов. Стимулы подаются, например, на локтевой нерв в виде четырехимпульсной последовательности при длительности стимулов 2 мс. При этом мышечное сокращение большого пальца фиксируется с помощью датчика силы, а обработки получаемых сигналов осуществляется микро-ЭВМ.

Важным направлением диагностической электростимуляции является воздействие дозированными по интенсивности стимулами на кожу с целью определения порогов тактильной и болевой чувствительности. Измерение порогов чувствительности на определенных участках кожи позволяет, в частности, судить о развитии патологических процессов в центральной нервной системе.

Определение порогов кожной чувствительности осуществляется с помощью электродов, питаемых от стимулятора, работающего в режиме генератора тока. Для оценки болевой чувствительности в стоматологии стимулы прикладываются на кожу щечной области лица или через специальные электроды непосредственно на зуб. При этом фиксируется не только пороговое значение интенсивности стимула, но и вегетативные проявления болевой реакции по сигналам с датчиков плетизмограммы и пневмограммы. Полученная информация анализируется с помощью ЭВМ.

Рассмотрение основных методик электростимуляции органов и тканей показывает, что, несмотря на различие лечебных эффектов, возникающих при возбуждении различных физиологических систем, в процессах, происходящих при электростимуляции, наблюдается ряд общих явлений и характерных закономерностей.

Анализ процессов электростимуляции показывает, что можно выделить несколько типов структур, являющихся объектом воздействия, близких по своим электрофизиологическим свойствам: это нервные структуры на уровне центральной нервной системы, спинного мозга, периферических проводников и рецепторов.

Исследование систем электронейростимуляции позволяет на основе анализа общих закономерностей функционирования систем разработать эффективные методы и аппаратуру электронейростимуляции для различных клинических применений.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Системы комплексной электромагнитотерапии: Учебное пособие для вузов/ Под ред А.М. Беркутова, В.И.Жулева, Г.А. Кураева, Е.М. Прошина. – М.: Лаборатория Базовых знаний, 2000г. – 376с.
2. Электронная аппаратура для стимуляции органов и тканей /Под ред Р.И.Утямышева и М.Враны - М.: Энергоатомиздат, 2003.384с..
3. Ливенсон А.Р. Электромедицинская аппаратура. :[Учебн. пособие] - Мн.: Медицина, 2001. - 344с.
4. Катона З. Электроника в медицине: Пер. с венг. / Под ред. Н.К.Розмахина - Мн.: Медицина 2002. - 140с.