

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ  
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Кафедра физиотерапии и курортологии

**КОЗЛОВСКАЯ Л.Е., ВОЛОТОВСКАЯ А.В.**

## **ЭЛЕКТРОДИАГНОСТИКА**

Учебно-методическое пособие  
для врачей

Минск БелМАПО

2010

УДК 616-073.7(075.9)

ББК 53.54я73

К 60

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия У.М.С.  
Белорусской медицинской академии последипломного образования  
протокол № от

Авторы

Козловская Л.Е., Волотовская А.В.

Рецензенты:

Кафедра медицинской реабилитации и физиотерапии БГМУ

Зобнина Г.В. - кандидат медицинских наук, заведующая отделением  
физиотерапии РНПЦ «Неврологии и нейрохирургии»

**Козловская Л.Е.**

К 60 Электродиагностика: учеб.-метод. пособие / Л.Е. Козловская, А.В.  
Волотовская. – Минск: БелМАПО, 2010. – 26 с.

Учебно-методическое пособие для врачей посвящено рассмотрению современных электродиагностических методов исследования нервов и мышц при повреждениях и заболеваниях нервной системы и опорно-двигательного аппарата: классическая электродиагностика, определение кривой сила-длительность, определение миотонической и миастенической реакции.

Учебно-методическое пособие предназначено для слушателей курсов повышения квалификации, физиотерапевтов, неврологов.

УДК 616-073.7(075.9)

ББК 53.54я73

© Козловская Л.Е., Волотовская А.В., 2010

© Оформление БелМАПО, 2010

## **Введение**

Заболевания и повреждения нервной системы и опорно-двигательного аппарата нередко проявляются двигательными расстройствами: нарушением активных и пассивных движений, тонуса и трофики мышц, рефлексов, координации двигательных актов, а так же насильственными движениями. Характер двигательных нарушений зависит от уровня поражения, тяжесть – от степени повреждения нерва.

Для оценки тяжести двигательных нарушений используют различные специальные приемы, наиболее важным из них является исследование электровозбудимости нервно-мышечного аппарата. Электродиагностика применяется для исследования периферических нервов и степени денервации мышц более 100 лет, и, несмотря на появление такого информативного метода исследования как миография, по-прежнему сохраняет свое значение. Электродиагностика может помочь как в подборе оптимальных параметров стимулирующего тока, так и в установлении степени денервации или реиннервации мышцы. Электродиагностика позволяет оценить сохранность ответа с нерва и мышцы на различные виды электрических токов, характер мышечных сокращений, степень тяжести поражения. Кроме этого по данным электродиагностики можно судить о топике поражения, о прогнозе течения патологического процесса, а также об эффективности проводимой терапии.

Для электродиагностики используют различные варианты исследования: классическую электродиагностику, определение кривой «сила-длительность», определение лабильности нервно-мышечного аппарата, исследование миотонической и миастенической реакций. Результаты указанных исследований определяют тактику проведения комплексного лечения и нередко помогают неврологам в дифференциальной диагностике при установке диагноза.

В настоящем кратком пособии обобщены данные литературы и собственные наблюдения по применению электродиагностических методов исследований при заболеваниях и травмах нервной системы и опорно-двигательного аппарата.

## **Общие сведения об электродиагностических методах исследования**

Электродиагностика – это исследование возбудимости нервно-мышечного аппарата путем электрического раздражения, это метод определения функционального состояния нервной и мышечной систем по реакции на дозированное воздействие электрическим током.

### **Физиологическое обоснование электродиагностики**

Диагностическое применение электричества основано всецело на физиологических началах учения о возбудимости нервно-мышечного аппарата. *Возбуждение* - это сложный биологический процесс, который

характеризуется специфическим изменением процессов обмена веществ, теплообразования, временной деполяризацией мембраны клеток и проявляющийся специализированной реакцией ткани (сокращение мышцы, отделение секрета железой и т. д.). Возбудимостью обладают нервная, мышечная и секреторная ткани, их объединяют в понятие "возбудимые ткани".

Возбудимость различных тканей неодинакова. Мерой возбудимости является *порог раздражения* - минимальная сила раздражителя, которая способна вызвать возбуждение.

Менее сильные раздражители называются *подпороговыми*, а более сильные - *сверхпороговыми*. Раздражителем живой клетки может быть любое изменение внешней или внутренней среды, если оно достаточно велико, возникло достаточно быстро и продолжается достаточно долго.

Законы раздражения отражают определенную зависимость между действием раздражителя и ответной реакцией возбудимой ткани. К законам раздражения относятся:

- закон силы,
- закон "все или ничего",
- закон аккомодации (Дюбуа-Реймона),
- закон силы-времени (силы-длительности),
- закон полярного действия постоянного тока,
- закон физиологического электротона.

*Закон силы*: чем больше сила раздражителя, тем больше величина ответной реакции.

В соответствии с этим законом функционируют сложные структуры, например, скелетная мышца. Амплитуда ее сокращений от минимальных (пороговых) величин постепенно увеличивается с увеличением силы раздражителя до субмаксимальных и максимальных значений.

Это обусловлено тем, что скелетная мышца состоит из множества мышечных волокон, имеющих различную возбудимость. Поэтому на пороговые раздражители отвечают только те мышечные волокна, которые имеют самую высокую возбудимость, амплитуда мышечного сокращения при этом минимальна.

С увеличением силы раздражителя в реакцию вовлекается все большее и большее количество мышечных волокон и амплитуда сокращения мышцы все время увеличивается. Когда в реакцию вовлечены все мышечные волокна, составляющие данную мышцу, дальнейшее увеличение силы раздражителя не приводит к увеличению амплитуды сокращения.

*Закон "все или ничего"*: подпороговые раздражители не вызывают ответной реакции ("ничего"), на пороговые раздражители возникает максимальная ответная реакция ("все"). По закону "все или ничего" сокращаются сердечная мышца и одиночное мышечное волокно.

*Закон раздражения Дюбуа-Реймона (аккомодации):* раздражающее действие постоянного тока зависит не только от абсолютной величины силы тока или его плотности, но и от скорости нарастания тока во времени.

При действии медленно нарастающего раздражителя возбуждение не возникает, так как происходит приспособление возбудимой ткани к действию этого раздражителя, что получило название *аккомодации*.

При снижении скорости нарастания силы раздражителя до некоторого минимального значения потенциал действия вообще не возникает. Причина заключается в том, что деполяризация мембраны является пусковым стимулом к началу двух процессов: быстрого, ведущего к повышению натриевой проницаемости, и тем самым обуславливающего возникновение потенциала действия, и медленного, приводящего к инактивации натриевой проницаемости и как следствие этого - окончанию потенциала действия. При быстром нарастании стимула повышение натриевой проницаемости успевает достичь значительной величины прежде, чем наступит инактивация натриевой проницаемости. При медленном нарастании тока на первый план выступают процессы инактивации, приводящие к повышению порога или ликвидации возможности генерировать потенциал действия вообще.

Способность к аккомодации различных структур неодинакова. Наиболее высокая она у двигательных нервных волокон, а наиболее низкая у сердечной мышцы, гладких мышц кишечника, желудка.

*Закон силы-длительности:* раздражающее действие постоянного тока зависит не только от его величины, но и от времени, в течение которого он действует. Чем больше ток, тем меньше времени он должен действовать для возникновения возбуждения.

Исследования зависимости силы-длительности показали, что последняя имеет гиперболический характер. Из этого следует, что ток ниже некоторой минимальной величины не вызывает возбуждение, как бы длительно он не действовал, и чем короче импульсы тока, тем меньшую раздражающую способность они имеют. Причиной такой зависимости является мембранная емкость. Очень "короткие" токи просто не успевают разрядить эту емкость до критического уровня деполяризации.

Минимальная величина тока, способная вызвать возбуждение при неограниченно длительном его действии, называется *реобазой*. Время, в течение которого действует раздражитель, равный реобазе, и вызывает возбуждение, называется *полезным временем*.

В связи с тем, что определение этого времени затруднено, было введено понятие *хронаксия* - минимальное время, в течение которого ток, равный двум реобазам, должен действовать на ткань, чтобы вызвать ответную реакцию.

*Закон полярного действия постоянного тока Э. Пфлюгера- А. Бреннера:* при замыкании тока возбуждение возникает под катодом, а при размыкании - под анодом. Прохождение постоянного электрического тока через нервное или мышечное волокно вызывает изменение мембранного потенциала покоя. Так, в области приложения к возбудимой ткани катода

положительный потенциал на наружной стороне мембраны уменьшается, возникает деполяризация, которая быстро достигает критического уровня и вызывает возбуждение. В области же приложения анода положительный потенциал на наружной стороне мембраны возрастает, происходит гиперполяризация мембраны и возбуждение не возникает. Но при этом под анодом критический уровень деполяризации смещается к уровню потенциала покоя. Поэтому при размыкании цепи тока гиперполяризация на мембране исчезает и потенциал покоя, возвращаясь к исходной величине, достигает смещенного критического уровня и возникает возбуждение. При наименьшей силе тока (реобазе) сокращение вызывается только при замыкании тока на катоде. При увеличении реобазы оно появляется при замыкании и на аноде. Дальнейшее увеличение тока вызывает сокращение при размыкании тока на аноде, а в последующем – и на катоде. Указанная закономерность свидетельствует о сохранности нервно-мышечного аппарата и обозначается как электродиагностический закон (по Бреннеру) или полярный закон (по Пфлюгеру). Известная формула  $KЗС > АЗС > АРС > КРС$  (катодзамыкательное сокращение больше анодзамыкательного, больше анодразмыкательного, больше катодразмыкательного) выражает эту закономерность через интенсивность сокращения.

*Закон физиологического электротона:* действие постоянного тока на ткань сопровождается изменением ее возбудимости. При прохождении постоянного тока через нерв или мышцу порог раздражения под катодом и соседних с ним участках понижается вследствие деполяризации мембраны - возбудимость повышается. В области приложения анода происходит повышение порога раздражения, т. е. снижение возбудимости вследствие гиперполяризации мембраны. Эти изменения возбудимости под катодом и анодом получили название *электротона* (электротоническое изменение возбудимости). Повышение возбудимости под катодом называется *катэлектротон*ом, а снижение возбудимости под анодом - *анэлектротон*ом. При дальнейшем действии постоянного тока первоначальное повышение возбудимости под катодом сменяется ее понижением, развивается так называемая *катодическая депрессия*. Первоначальное же снижение возбудимости под анодом сменяется ее повышением - *анодная экзальтация*. При этом в области приложения катода происходит инактивация натриевых каналов, а в области действия анода происходит снижение калиевой проницаемости и ослабление исходной инактивации натриевой проницаемости.

Наиболее эффективное возбуждение нервов наблюдается в случае совпадения частотного диапазона тока с оптимумом следования спайков в нервных проводниках (закон соответствия). Максимально возможная частота импульсной активности в нервно-мышечном приборе ограничена его лабильностью, а продолжительность фаз изменения возбудимости мембран различна и строго последовательна (закон рефрактерности).

## **Механизм действия импульсных электрических токов на нервно-мышечный аппарат**

С целью электродиагностики используется способность электрических токов вызывать возбуждение тканей. Электрический ток вызывает перераспределение ионов тканевых электролитов у клеточных оболочек и полупроницаемых мембран. Перераспределение ионов изменяет биохимизм тканей, активизирует интенсивность обменных процессов, ведет к повышению возбудимости у катода и понижению ее у анода. При замыкании и размыкании гальванического тока концентрация одноименно заряженных ионов у оболочек клеток резко возрастает, это значительно изменяет дисперсность белков клетки и ведет к ее сильному возбуждению. Если такой процесс происходит в двигательном нерве или в мышечной ткани, то наступает сокращение мышц. Моторное возбуждение клетки сопровождается повышением проницаемости клеточной оболочки и выравниванием концентрации ионов внутри и вне клетки, что вызывает расслабление мышц. В момент выключения тока сокращение происходит такое же быстрое, но меньшее по интенсивности.

Для исследования возбудимости нервно-мышечного аппарата чаще всего применяют гальванический ток (ГТ), в виде прерывистого тока с длительностью 0,1-0,2 секунды и тетанизирующий ток (ток прямоугольной формы с частотой 100 Гц и длительностью импульса 1 мс). Раньше вместо тетанизирующего тока (ТТ) использовался ток от индукционной катушки, изобретенной М. Фарадеем и назывался он фарадическим (ток треугольной формы с частотой 80-60 Гц и длительностью импульса 1 мс). В некоторых зарубежных аппаратах он до сих пор находит свое применение. С появлением электронной техники его заменили аналогичным по действию током с импульсами прямоугольной формы, который имеет постоянные параметры. В некоторых странах его обозначают как неофарадический.

В норме при подаче гальванического тока на нерв или мышцу в момент замыкания или размыкания тока возникает быстрое молниеносное сокращение. При подаче ГТ в постоянном режиме мышца остается в покое, несмотря на продолжающееся действие тока.

При подаче ТТ возникает тетаническое слитное сокращение, которое продолжается в течение всего периода прохождения тока.

Мышечная ткань, иннервация которой не нарушена, обладает высокой функциональной лабильностью. Поэтому она в состоянии отвечать сокращением как на импульсы гальванического тока, так и на частые короткие импульсы тока, т.е. на тетанизирующий ток. Причем сокращение на катоде, при одной и той же силе тока более выражено, чем на аноде ( $KЗС > АЗС$ ).

При поражении нервно-мышечного прибора нарушается трофика мышц, разрушаются интрамуральные нервные волокна, развивается атрофия мышц. Лабильность такого участка ткани резко снижается. При действии на этот участок частых раздражителей он не в состоянии воспроизвести заданный ритм раздражения, и поэтому проведение импульсов блокируется.

В результате мышца теряет способность отвечать на частые импульсы (ТТ, 100 Гц), длительно сохраняя ответ на длительные импульсы гальванического тока (ГТ, 0,1 сек). При дальнейшем развитии патологического процесса мышца теряет и эту способность отвечать на ГТ, т.к. мышечные волокна гибнут и заменяются соединительной тканью.

Снижение возбудимости мышцы на ГТ свидетельствует о частичном нарушении ее иннервации, а потеря этой возбудимости – о денервации мышцы. Исчезновение гальванической возбудимости указывает на гибель мышцы.

При денервации мышцы развивается реакция перерождения (РП), которая характеризуется изменением качества мышечного сокращения: вместо молниеносного быстрого появляется вялое, червеобразное, гальванотоническое сокращение, т.е. мышца сокращается автоматически под влиянием изменений химической среды в результате действия импульсов тока.

При нарушении трофики мышцы и метаболизма в ней она как бы впадает в одну из фаз парабиоза (уравнительную), при которой сильный и слабый раздражитель вызывают одинаковую ответную реакцию (сокращение):  $KЗС=AЗС$ .

При более глубоком поражении развивается парадоксальная реакция, когда слабый раздражитель (анод) вызывает более выраженную ответную реакцию -  $AЗС>KЗС$  или  $KЗС<AЗС$ .

В процессе регенерации признаки реакции перерождения претерпевают ряд обратных последовательных изменений. Сначала улучшается гальваническая проводимость, восстанавливается полярная формула, а затем при реиннервации восстанавливается и тетанизирующая возбудимость.

Указанные реакции нервно-мышечного аппарата на действие импульсного постоянного и тетанизирующего тока легли в основу метода классической электродиагностики.

Если одиночные раздражения током наносить с достаточно большой частотой (ТТ), то мышца, не успев расслабиться после предыдущего импульса тока, будет подвергаться влиянию последующих импульсов. В результате суммации отдельных возбуждений возникает тетаническое сокращение.

При поражении периферического двигательного нейрона эти реакции на действие импульсных токов изменяются. Изменения могут носить количественный или количественно-качественный характер. Поэтому при электродиагностике двигательная реакция мышц подлежит изучению как с количественной, так и с качественной стороны.

## **Методы электродиагностики**

Для определения (изучения) функционального состояния нервно-мышечного прибора в физиотерапии используются различные электродиагностические методы:

- Классическая электродиагностика (КЭД)

- Определение миотонической реакции
- Определение миастенической реакции
- Определение зависимости между временем действия тока и его интенсивностью: определение кривой «сила-длительность» (КСД)
- Исследование лабильности нервно-мышечного аппарата – частотная электродиагностика
- Электродиагностика синусоидальными модулированными токами (ЭД СМТ)

### **Классическая электродиагностика (КЭД)**

Классическая электродиагностика - наиболее часто применяемый метод исследования возбудимости нервно-мышечного аппарата. Предложенный в конце XVIII века, этот метод не потерял своего значения и в настоящее время, как простой и доступный электродиагностический метод.

В основе КЭД лежит определение наименьшей величины раздражения, вызывающего минимальное сокращение мышцы. При КЭД определяют реакции нерва и мышцы на воздействие гальваническим и тетанизирующим токами, которые подаются прерывисто. Исследование этими токами проводят в так называемых двигательных точках нервов и мышц.

Двигательная точка нерва – это область его кожной проекции в месте наиболее поверхностного расположения, где нерв доступен исследованию.

Двигательная точка мышцы – это проекция зоны внедрения и разветвления нервных волокон в мышцу, что определяет ее высокую возбудимость. Таблицы с указанием типичного расположения двигательных точек, в которых сокращение мышц происходит при наименьшей реобазе, составил Р. Эрб на основании специальных исследований, поэтому двигательные точки обозначают часто как точки Эрба. Эти таблицы являются ориентиром для врача-физиотерапевта при проведении КЭД.

Раздражая двигательную точку нерва, определяют непрямую возбудимость мышцы, а, воздействуя на двигательную точку мышцы, исследуют прямую ее возбудимость. Для суждения о состоянии возбудимости мышцы, необходимо проверить как прямую, так и непрямую ее возбудимость, поскольку изменения в одних мышцах не свидетельствуют об изменениях возбудимости в нерве, так как возбудимость нервов, по сравнению с мышцами уменьшается значительно быстрее.

Нарушение проводимости по стволам периферических нервов, поражение клеток серого вещества спинного мозга, ядер двигательных черепных нервов сопровождаются дегенеративным перерождением мышц, что характеризуется определенными электродиагностическими признаками: количественными и количественно-качественными изменениями электровозбудимости (таблица 1).

### **Количественные изменения электровозбудимости**

Количественные изменения электровозбудимости проявляются только изменением реобазы, при которой получен ответ. В зависимости от

патологического процесса электровозбудимость может или повышаться или понижаться, равномерно одновременно и с нерва и с мышцы, на гальванический и тетанизирующий токи. Полярная формула при этом не меняется и характер мышечного сокращения остается живой.

Количественное повышение возбудимости наблюдается при разных заболеваниях спастического характера - при спазмофилии, блефароспазме, тетании, спастических парезах, писчем спазме, амиотрофическом боковом склерозе, резкой гиперрефлексии, спинальном (спастическом) параличе, истинных мышечных гипертрофиях. Это изменение возбудимости характеризуется уменьшением силы тока (реобазы), при которой получен моторный ответ. При этом может иметь место иррадиация возбуждения на соседние группы мышц, которая обозначается как реакция обобщения, или синкинезии.

Количественное понижение возбудимости наблюдается гораздо чаще и характеризуется увеличением реобазы, вызывающей двигательную реакцию. Эти изменения можно выявить при атрофических процессах в мышцах, вызванных длительной иммобилизацией конечности, при заболеваниях и травмах суставов с ограничением двигательных функций, миопатической прогрессирующей мышечной атрофии, при легком течении невропатии лицевого нерва, повреждении двигательных центров головного мозга, сопровождающихся атрофией мышц.

### **Количественно-качественные изменения**

Количественно-качественные изменения электровозбудимости являются более тяжелыми изменениями возбудимости нервно-мышечного аппарата. Они проявляются количественными изменениями возбудимости (чаще количественное снижение) и изменениями характера мышечного сокращения. Вместо быстрого, молниеносного они становятся вялыми, червеобразными, т.е. формируется реакция перерождения (РП). Реакция перерождения характеризуется следующими признаками.

- 1) Качественно изменяется характер мышечного сокращения.
- 2) Возбудимость снижается неравномерно с нерва и мышцы – вначале исчезает с нерва.
- 3) Отмечается смещение двигательных точек к дистальному концу мышцы, истощение мышечного сокращения при повторных раздражениях током, наблюдается запаздывание сокращения в ответ на импульс тока.
- 4) Появляется гальвано-тетанизирующая диссоциация, при которой возбудимость мышцы на действие ГТ падает, а возбудимость на ГТ повышается.
- 5) Постепенно изменяется полярная формула:  $KЗС = АЗС$  или  $KЗС < АЗС$ , т.е. мышца лучше отвечает на возбуждение с анода, более слабого раздражителя.

В нерве при заболеваниях периферического двигательного нейрона после кратковременного повышения возбудимости со 2-3 дня начинается ее равномерное угасание на ГТ и ТТ. При частичном повреждении нерва на 8 -

12 день, а при полном его разрыве на 4 - 5 день, возбудимость на один или оба тока не определяется.

В мышце ответ на оба тока снижается вначале параллельно падению возбудимости в нерве. При этом возбудимость на ТТ угасает одновременно с исчезновением ее в нерве, а ответ на ГТ держится в течение длительного времени (месяцами), а затем постепенно угасает. Одновременно меняется и характер сокращения мышцы. Эти изменения прогрессируют при отсутствии соответствующего лечения.

В зависимости от выраженности количественных и качественных изменений электровозбудимости различают частичную и полную реакции перерождения.

*Частичная реакция перерождения* (ЧРП) условно делится на два типа – А и Б.

ЧРП типа А наблюдается при нетяжелом поражении двигательных нейронов и она более благоприятна в прогностическом плане. При этом сохранен ответ на оба тока (ГТ и ТТ) с нерва и мышцы, наблюдается изменение реобазы (чаще в сторону ее повышения). Характер мышечного сокращения вяловатый, замедленный. Полярная формула сохранена ( $KЗС > AЗС$ ) или ответ уравнивается на сильный и слабый раздражитель ( $KЗС = AЗС$ ).

ЧРП типа Б формируется при более тяжелом поражении. Двигательная реакция с нерва и мышцы сохранена только на ГТ на фоне повышения (чаще) или понижения пороговой силы (гальвано-тетанизирующая диссоциация). На ТТ ответа нет ни с нерва, ни с мышцы. Характер сокращения вялый, червеобразный, движения неполные по объему. Может изменяться полярная формула сокращения:  $KЗС = AЗС$  или  $KЗС < AЗС$ . Извращение полярной формулы сокращения является дополнительным признаком, который не всегда имеет место при РП, а иногда наблюдается и у здоровых лиц.

*Полная реакция перерождения* (ПРП) характеризуется сохранением ответа с мышц только на гальванический ток большой силы. Денервированная мышца отвечает червеобразным, нетипичным сокращением. Мышца лучше возбуждается при анодзамыкательном раздражении током. Нерв не реагирует ни на ГТ, ни на ТТ.

*Полная утрата возбудимости* (ПУВ) – это отсутствие двигательной реакции с нерва и мышцы на оба тока, т.е. это свидетельство грубого поражения периферического мотонейрона, при котором денервированная мышца вследствие необратимого перерождения перестает реагировать даже на ток большой силы.

Именно электростимуляция мышц является тем необходимым лечебным методом, который стимулирует процессы регенерации в поврежденном нерве и поддерживает нейро-трофические процессы в мышечной ткани, препятствуя ее атрофии.

КЭД в двигательных точках нервов и мышц проводят сначала гальваническим, а затем тетанизирующим током. Характер мышечного сокращения оценивается по ответу на раздражение гальваническим током.

Таблица 1.

Изменения электровозбудимости нервов и мышц при поражении периферического двигательного нейрона

Исследуемая двигательная точка	Частичная реакция перерождения тип А (ЧРП – А)		Частичная реакция перерождения тип Б (ЧРП – Б)		Полная реакция перерождения (ПРП)		Полная утрата возбудимости (ПУВ)	
	Возбудимость на		Возбудимость на		Возбудимость на		Возбудимость на	
	ГТ	ТТ	ГТ	ТТ	ГТ	ТТ	ГТ	ТТ
Нерв	Понижена	Понижена	Понижена	Угасла	Угасла	Угасла	Угасла	Угасла
Мышца	Понижена; сокращение вяловатое, $KЗС > АЗС$	Понижена	Понижена, сокращение вялое, $KЗС \leq АЗС$	Угасла	Понижена, сокращение червеобразное, $KЗС < АЗС$	Угасла	Угасла	Угасла

При поражении периферического двигательного нейрона выявляются количественно-качественные изменения возбудимости различной степени выраженности вплоть до отсутствия типичной двигательной реакции.

При центральных двигательных нарушениях определяются однотипные ответные реакции со стороны спазмированных мышц: тонический характер сокращений, постепенное нарастание силы мышечного сокращения при повторных ритмических замыканиях тока, появление во время исследования защитных и патологических рефлексов. Поэтому КЭД при поражении центрального двигательного нейрона обычно не проводится. Исключением являются двигательные нарушения смешанного типа, когда может иметь место мозаичный тип поражений, выражающийся в сочетании повышения возбудимости с количественным понижением и качественным изменением возбудимости.

### **Техника и методика КЭД**

Электродиагностическое исследование проводит врач-физиотерапевт. Помощь в регистрации показателей исследования и подаче тока на аппарате может оказывать медицинская сестра физиотерапевтического кабинета. КЭД проводят не ранее чем через 14-20 дней от начала заболевания и на более поздних этапах течения патологического процесса. Во время исследования пациент должен находиться в состоянии полного покоя, лежа, либо сидя, положив исследуемую конечность на удобную подставку.

Исследование проводят по монополярной или биполярной методике, последняя используется реже при выраженной атрофии мышц.

При монополярном методе исследования применяют 2 разновеликих электрода: один – точечный, локальный площадью 1 см<sup>2</sup> с кнопочным прерывателем и второй – прямоугольный, площадью 150-200 см<sup>2</sup>. Точечный электрод (референтный) помещают поочередно на двигательные точки исследуемых нервов и мышц, а индифферентный электрод (направляющий) располагают на соответствующей сегментарной зоне по средней линии тела или на противоположной конечности. Для обеспечения хорошего контакта с кожей оба электрода необходимо тщательно смочить водой.

С помощью ручного прерывателя или специального аппарата проводят воздействие отдельными импульсами гальванического тока, постепенно увеличивая интенсивность тока до появления порогового сокращения мышцы. Регистрируют показания миллиамперметра и характер сокращения (быстрое, вялое). Затем, не смещая электрода с двигательной точки и не изменяя положение ручки потенциометра, в отсутствие тока меняют полярность. В норме сокращения не должно быть, т.к. при одной и той же силе тока сокращение с катода больше, чем с анода. После этого потенциометр возвращают в нулевое положение и при неизменном положении электродов включают и постепенно увеличивают амплитуду импульсов тетанизирующего до появления порогового тетанического сокращения (в норме 1—5 мА). Никогда не следует наносить раздражение до

полного контакта электрода с кожей, раздражающий электрод отводят от кожи только после выключения тока.

При биполярной методике используют точечный электрод с двумя разводными равновеликими браншами: катод при этом помещают на двигательной точке мышцы, анод – на дистальном отделе в месте перехода мышцы в сухожилие.

Таким образом, при исследовании определяют следующие характеристики:

- 1) Наличие ответа с нерва и мышцы на ГТ (на катоде и на аноде) и ТТ (на катоде), сперва с нерва, затем с иннервируемых мышц.
- 2) Определяется реобазы для ГТ и ТТ.
- 3) Исследуется полярная формула.
- 4) Уточняется характер мышечного сокращения (гальваническим током).

Полученные данные фиксируют в протоколе исследования, а в заключении дается ответ о наличии количественных и количественно-качественных изменений электровозбудимости, о характере мышечного сокращения, о типе реакции перерождения (таблица 2).

Таблица 2.

Протокол исследования  
электровозбудимости нервно-мышечного аппарата

Больной \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Диагноз \_\_\_\_\_

Двигательные точки нервов и мышц	справа					слева				
	Реобазы, мА			Характер сокращения	Полярная формула	Реобазы, мА			Характер сокращения	Полярная формула
	ГТ		ТТ			ГТ		ТТ		
	К	А	К			К	А	К		

Заключение:

Врач \_\_\_\_\_

Для правильного проведения исследования следует соблюдать общие тактические подходы и условия, обеспечивающие точность исследования.

1. Достаточное прямое освещение изучаемой области.

2. Удобное положение врача и пациента.

3. Обеспечение полного расслабления мышц в зоне исследования: при исследовании мышц туловища и нижних конечностей оно достигается положением больного лежа на кушетке; при исследовании мимических мышц и мышц верхних конечностей больного можно располагать сидя.

4. Обеспечение комфортной температуры помещения, особенно в зимний период.

5. Аппарат следует установить таким образом, чтобы врач одновременно мог наблюдать за шкалой прибора и исследуемыми мышцами.

6. Исследование проводят быстро, подавая ток (замыкая и размыкая кнопку на точечном электроде) до появления минимального типичного для этого нерва или мышцы моторного эффекта, обращая внимание на пороговую силу тока и характер мышечного сокращения на катоде и аноде гальванического тока, на катоде – тетанизирующего.

7. Исследование проводят вначале на здоровой стороне, а затем на больной, что позволяет сравнить и оценить полученные данные.

Этот простой и легко осуществляемый метод имеет определенные недостатки:

- не исключена субъективность в оценке характера мышечного сокращения;

- данные КЭД отстают от клинических проявлений патологического процесса: электродиагностически определяемая реакция перерождения может удерживаться еще несколько месяцев после восстановления движений.

### **Аппаратура для классической электродиагностики**

КЭД можно проводить на ранее выпускавшихся физиотерапевтических аппаратах «КЭД-5», «УЭИ-1», «Нейропульс». В Республике Беларусь налажен серийный выпуск аппаратов, позволяющих выполнить это исследование: «Радиус», «КЭМ-1».

При отсутствии специальной аппаратуры можно использовать для электродиагностики аппараты типа «Поток», генерирующие гальванический ток и любые аппараты для импульсной терапии, которые обеспечивают подачу тетанизирующего тока или ему подобного.

В зарубежных аппаратах («Физиомед», «Ионосон» и др.) это исследование обозначается как «Тест на фарадическую возбудимость», «Качественный тест на возбудимость».

### **Определение миотонической реакции**

Исследование проводится тетанизирующим током со сгибательных групп мышц конечностей. В норме при подаче импульса тока на двигательную точку мышцы наблюдается быстрое сокращение и быстрое расслабление мышцы. При положительной миотонической реакции мышца быстро сокращается, как бы «застывает», и медленно, в течение 5-10 с расслабляется. Миотоническая реакция проявляется также количественным

повышением электровозбудимости. Положительной эта реакция бывает при миотонии Томсена, врожденном заболевании с миотоническим феноменом, дистрофической миотонии Штейнера-Баттена-Куршманна, парамиотонии Эйленбурга.

### **Определение миастенической реакции**

Миастения – нервно-мышечное заболевание, характеризующееся мышечной слабостью и патологической утомляемостью. В норме мышца способна отвечать одинаковым по силе сокращением на 100-120 раздражений импульсным током. При миастении равномерное ритмическое замыкание тока в области двигательной точки мышцы вызывает быструю ее истощаемость на 15-20-ом раздражении током (слабо-положительная реакция), сокращения постепенно ослабевают при каждом последующем импульсе тока, а затем на 30-50-ом импульсе тока вовсе прекращаются (положительная миастеническая реакция). После кратковременного отдыха (1-2 минуты), двигательная реакция мышцы восстанавливается. Исследование проводят тетанизирующим током с двигательных точек разгибателей конечностей, круговой мышцы глаза, мышцы, поднимающей и сморщивающей бровь. Провести исследование с мышц корня языка, как рекомендуют некоторые авторы, физиотерапевту практически не удастся. Исследование целесообразно проводить в 2 этапа: без применения антихолинэстеразных веществ и через 40-60 минут после инъекции прозерина. При положительной миастенической реакции, определяемой на I этапе, после введения прозерина патологическая утомляемость исследуемых мышц на II этапе уменьшается или полностью исчезает.

Положительная миастеническая реакция определяется при истинной миастении; при миастеническом синдроме и при паранеопластических заболеваниях нервной системы она отрицательная.

### **Определение кривой «сила-длительность» (КСД)**

Определение кривой «сила-длительность» - это метод определения зависимости между временем действия тока и его интенсивностью, необходимой для получения порогового моторного эффекта, порогового возбуждения.

Известно, что чем меньше по силе ток действует на мышцу, тем больше необходимо время его действия (длительность импульса), чтобы вызвать ее сокращение. Для выявления такой зависимости определяют пороговые значения силы тока при различных длительностях импульсов тока (коротких и длинных). Для исследования применяется ток прямоугольной формы с частотой 1 Гц, который подается с различной длительностью импульсов от 300 мс до 0,02 мс. Определяются пороговые значения тока (силы тока) не при одной, а при 10-12 длительностях импульса тока. Используется точечный локальный электрод, можно без кнопочного прерывателя, как и в методике КЭД. По полученным пороговым значениям тока строят кривую. Эти данные наносят на систему координат: отмечая на оси ординат - интенсивность тока,

на оси абсцисс – время действия тока (длительность импульса). Соединяя отмеченный ряд точек, получаем кривую гиперболического типа – кривая «сила-длительность»: это кривая с пологим скатом. При использовании длительности импульса больше 300 мс, т.е. очень большой длительности (треть секунды), мышца уже не реагирует на ток, при длительности меньше 0,02 мс – мышца не воспринимает раздражение тока. Имеет место пороговая сила тока, ниже которой ток не вызывает сокращение. В норме сохранен ответ на все исследуемые длительности тока.

Выделяют 3 типа изменений кривой:

I тип характерен для количественных изменений электровозбудимости. Кривая по форме не изменена, но несколько сдвинута вверх и вправо (при количественном снижении электровозбудимости) или слегка опущена вниз (при количественном повышении возбудимости)

II тип кривой соответствует ЧРП – кривая претерпевает выраженные изменения: она перемещается вверх и вправо и укорачивается на короткие (ЧРП-А) и часть средних (ЧРП-Б) длительностей импульсов тока.

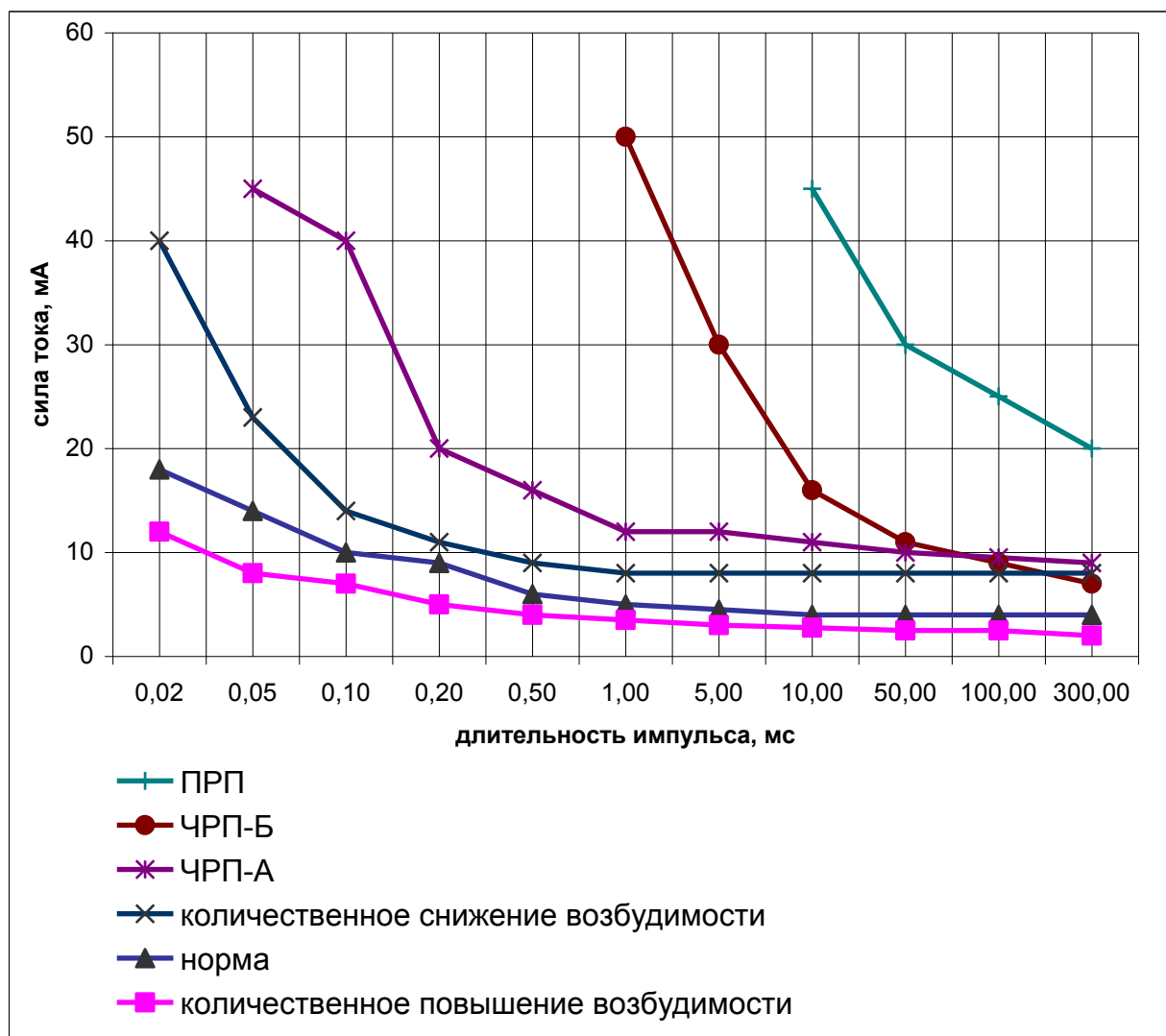
III тип кривой определяется при ПРП. Кривая резко укорочена, круто поднимается вверх и вправо, ответ сохранен только на длинные импульсы тока.

Таким образом, практически можно по количеству длительностей, на которые ответили нерв, мышца, судить о степени поражения нервно-мышечного аппарата.

Первыми признаками реиннервации на КСД принято считать появление изгибов или разрывов на кривой. Причем первые признаки положительной динамики на КСД значительно опережают ее клинические проявления, что можно использовать для прогностических целей и суждения об адекватности и эффективности применяемого лечения. В последующем кривая удлиняется, опускается вниз и перемещается влево (рисунок 1).

В отличие от КЭД, определение зависимости «сила-длительность» – более точное исследование, лишённое субъективной оценки. Ограничение использования этого метода связано с отсутствием аппаратуры, позволяющей провести это исследование.

Определение кривой «сила-длительность» можно провести на аппаратах «КЭМ-1», «Нейропульс», «УЭИ-1», а также на зарубежных аппаратах, где это исследование обозначается как «Количественный тест на возбудимость I/T – кривая (кривая «сила-длительность»)» и проводится с использованием прямоугольных импульсов с быстрым нарастанием тока (RIC) и треугольных импульсов с медленным нарастанием тока (DIC).



**Рисунок-1. Кривая «сила-длительность»**

### ***Исследование лабильности нервно-мышечного аппарата***

Как известно, в норме нервно-мышечный аппарат получает из центральной нервной системы не одиночные импульсы (как при определении КСД), а в виде серии ритмических посылок. Поэтому частотная диагностика или исследование лабильности нервно-мышечного аппарата признана более адекватной, т.к. она позволяет подобрать параметры для электростимуляции – основного метода поддержания сократительной способности мышц.

Мерой лабильности по Н. Введенскому является то наибольшее число электрических осцилляций (импульсов), которое данный физиологический аппарат может воспроизвести в 1 с. В норме и нерв и мышца способны отвечать на малые частоты одиночным сокращением, на большие – тетаническим. Появление зубчатого тетануса свидетельствует о снижении лабильности.

*При частотной диагностике* находим частоту, которой соответствует минимальная сила тока, вызывающая минимальное типичное мышечное сокращение или находим частоту, которая вызывает оптимальное сокращение при одной и той же силе тока. Для исследования можно использовать любой аппарат, генерирующий импульсы тока различной формы и позволяющий варьировать частотой импульсного тока (или длительностью импульса).

Для ее проведения используют два равновеликих электрода площадью по 5 см<sup>2</sup>, которые располагают продольно на пораженной мышце (на двигательной точке и в области перехода мышцы в сухожилие).

Установив на аппарате постоянными длительность импульса и силу тока, меняя частоту, находим оптимальную, которая вызывает тетаническое сокращение, близкое по форме к произвольным движениям, при этом не должно быть зубчатого тетануса.

*Определение коэффициента адаптации:* импульсы прямоугольной или треугольной формы, длительность импульса 1000 мс, 500 мс, длительность паузы 2 - 5 с или ручное управление.

При использовании длительных треугольных импульсов с медленным нарастанием, в результате адаптационных процессов в клеточной мембране, порог чувствительности здоровых нервов сначала возрастает параллельно с импульсом: для инициации возбуждения требуется интенсивность в 1,5-3 раза выше, чем для прямоугольного импульса. Такое поведение именуют аккомодационной способностью.

Пораженная (денервированная) мышца частично и даже полностью теряет способность к аккомодации. Вот почему для возбуждения денервированных мышц с помощью треугольных импульсов достаточны существенно более низкие значения интенсивности, чем для здоровых мышц. Разница в аккомодационной способности здоровой и пораженной нервно-мышечной системы служит основой для определения коэффициента аккомодации как количественной меры функциональности и также для избирательной мышечной стимуляции.

После установки электродов на точках соответствующих проекции нервов и мышц, выбирается прямоугольный импульс длительностью 1000 мс. Затем интенсивность медленно увеличивают до проявления реакции (минимального мышечного подергивания). Фиксируют величину тока (реобазу). Процедуру повторяют с треугольными импульсами длительностью 1000 мс, запоминая при этом соответствующее значение интенсивности (гальванический порог тетанического сокращения).

*Определение реобазы/хронаксии:* для диагностики используют ток с импульсами прямоугольной формы, длительность импульса 1000 мс, 500 мс (реобазу); 0,1-1000 мс (хронаксия), длительность паузы 2 - 5 с, подача тока может осуществляться в режиме ручного управления.

## **Электродиагностика синусоидальными модулированными токами**

Для определения электровозбудимости нервно-мышечного аппарата и уточнения характера двигательных нарушений возможно и целесообразно проведение электродиагностики синусоидальными модулированными токами (ЭД СМТ). Это исследование позволяет не только определить состояние электровозбудимости нервов и мышц, но и установить параметры для электростимуляции у больных со спастическими, вялыми и смешанными параличами. Фактически это исследование как бы объединило два метода – КЭД и определение лабильности нервно-мышечного прибора. При этом не возникает раздражения кожи и поверхностных тканей, это исследование легко переносится больными, у которых двигательные нарушения сопровождается вегетативно-трофическими и чувствительными нарушениями. Известно, что здоровая мышца отвечает на переменные синусоидальные токи с частотой от 150 до 10 Гц типичным тетаническим физиологическим сокращением.

Исследования проводятся точечным электродом с кнопочным прерывателем или без него. На аппаратах серии «Амплипульс» устанавливают следующие параметры синусоидальных модулированных токов: режим переменный, род работы I (если используется электрод с прерывателем) или II (если электрод без прерывателя), глубина модуляции 50-75%, длительность посылок паузы для II рода работы 2-3с.

Ритмически замыкают кнопочный электрод до получения ответной реакции при наименьшей силе тока. Постепенно уменьшая частоту модуляции от 150 до 30 Гц подбирают такую, которая при одной и той же силе тока вызывает оптимальное сокращение или частоту, соответствующую наименьшей пороговой силе тока, вызывающей минимальное сокращение. Оценивают характер ответной реакции мышц. Отсутствие ответной реакции на переменные синусоидальные модулированные токи с частотой модуляции 150-70 Гц свидетельствует о наличии дегенеративного мышечного перерождения. Наличие ответа на переменный ток с частотой в диапазоне 70-30 Гц указывает на изменения электровозбудимости соответствующие ЧРП тип А.

При отсутствии моторного эффекта на переменный ток меняем режим работы на выпрямленный. Изменяя частоту от 150 до 30 Гц выбираем ту, которая вызывает типичное мышечное сокращение при наименьшей силе тока. Сохранность ответа на частоты до 30 Гц выпрямленного режима свидетельствует о выраженных количественных и качественных изменениях электровозбудимости, соответствующих ЧРП тип Б.

Отсутствие мышечного сокращения на частоту 30 Гц выпрямленного тока или наличие моторной реакции на выпрямленный ток частотой 10 Гц указывает на тяжелое поражение нервно-мышечного аппарата, соответствующее ПРП.

Таким образом, мы находим частоту адекватную для проведения электростимуляции и оцениваем тяжесть поражения периферического двигательного нейрона.

У больных со спастическими парезами типичное физиологическое сокращение с разгибателей конечностей возникает при раздражении переменными синусоидальными модулированными токами с частотой 150-70 Гц, при более низких частотах модуляции возникает иррадиация возбуждения на соседние группы мышц и усиление спастичности.

## **Электродиагностика при заболеваниях нервной системы**

### ***Невропатия лицевого нерва***

При периферических поражениях лицевого нерва исследование электровозбудимости нерва и мимических мышц проводится с конца третьей недели от начала заболевания. Данные электродиагностики, прослеженные в динамике, не только расширяют и углубляют знания о тяжести поражения, но также позволяют определиться в назначении рационального лечения, дать прогноз заболевания и оценить эффективность проводимой терапии. При данной патологии могут определяться все варианты нарушений электровозбудимости: и количественные и количественно-качественные. Значение электродиагностики особенно возрастает в связи с осложнением данного заболевания – контрактурой мимических мышц, которая практически встречается у 12-23% больных.

Лечение клинически сформировавшейся контрактуры не всегда эффективно, поэтому важно использовать средства реабилитации не только для лечения постневритической контрактуры, но и для профилактики ее развития.

Выявлению ранних признаков, угрожающих по контрактуре, способствует исследование электровозбудимости лицевого нерва и мимических мышц – классическая электродиагностика. Электродиагностическими признаками угрожаемой контрактуры в доклиническом периоде являются:

- количественное повышение возбудимости
- переход возбуждения со здоровой стороны лица на больную
- обобщение мышечных сокращений
- патологические синкинезии
- извращение полярной формулы
- гальвано-тетанизирующая диссоциация

Два последних признака считаются кардинальными, остальные – настораживающими в отношении угрозы формирования контрактуры мимических мышц. Эти признаки можно выявить спустя 3-4 недели от начала заболевания, что и определяет дальнейшую тактику восстановительного лечения. При выявлении указанных электродиагностических изменений применяется щадящий подход в

физиорефлексотерапии невропатий лицевого нерва. Лечение физическими факторами больных с невропатией лицевого нерва, в том числе и в доклинической стадии контрактуры необходимо проводить под контролем состояния электровозбудимости нервов и мышц до, в середине и в конце курса лечения. При развившейся контрактуре мимических мышц не рекомендуется проводить частые повторные сравнительные исследования электровозбудимости, так как гальванический и тетанизирующий токи могут усилить перевозбуждение мимических мышц.

### ***Амиотрофический боковой склероз (АБС)***

Амиотрофический боковой склероз – это хроническое прогрессирующее заболевание нервной системы, связанное с поражением двигательных клеток коры, ствола мозга, а также сегментарно-ядерных мотонейронов спинного мозга. В клинической картине превалирует патология со стороны скелетной мускулатуры – амиотрофии, фасцикуляции, параличи, причем двигательные нарушения выявляются чаще в дистальных отделах конечностей симметрично.

КЭД при амиотрофическом боковом склерозе носит мозаичный характер: в мышцах проксимальных отделов верхних конечностей (трапециевидная, дельтовидная) определяется количественное повышение возбудимости, а в мышцах дистальных отделов (межкостные, мышцы возвышения большого пальца, сгибатели кисти, пальцев) – количественно-качественные изменения, т.е. реакция перерождения различной степени тяжести вплоть до ПРП.

Выше сказанное часто помогает в дифференциальной диагностике АБС с неврологическими проявлениями шейного остеохондроза, при которых при электродиагностике выявляются только количественно-качественные изменения в дистальных отделах конечностей, хотя более информативна на ранних стадиях АБС электромиография.

### ***Спинальная амиотрофия семейная***

При спинальной амиотрофии семейной вначале двигательные нарушения развиваются в дистальных отделах верхних конечностей, а затем атрофия распространяется на мышцы предплечья, плеча, на мышцы нижних конечностей и туловища. На начальных этапах развития патологического процесса при КЭД определяется количественное повышение возбудимости с двигательных точек нервов и мышц. По мере прогрессирования процесса возбудимость на оба тока снижается, появляются количественно-качественные изменения возбудимости, выявляется реакция перерождения.

### ***Невральная амиотрофия Шарко-Мари***

При невральной амиотрофии Шарко-Мари у больных развивается деформация стопы по типу фридрейховой, изменяется походка, отвисают стопы, что обусловлено атрофией мышц голени, стоп. На более поздних стадиях можно обнаружить мышечные атрофии и в дистальных отделах

верхних конечностей. Появляются нарушения чувствительности, боли по ходу нервных стволов. При исследовании электровозбудимости выявляют количественно-качественные изменения электровозбудимости в виде реакции перерождения (частичной или полной).

### ***Миопатии***

Миопатии относятся к наследственным хроническим прогрессирующим и непрогрессирующим дистрофиям, характеризующимся поражениями мышечной ткани. У больных миопатией постепенно нарастает атрофия произвольной мускулатуры, развиваются парезы, появляются псевдогипертрофии. При электродиагностике определяют количественное снижение электровозбудимости. Изменения полярной формулы и признаков реакции перерождения обычно вначале не выявляют.

### ***Воспалительные заболевания и травмы спинного мозга***

Клиническая картина поражений спинного мозга зависит от уровня его поражения. При поражении спинного мозга на уровне верхних шейных сегментов наблюдается синдром спастического тетрапареза (центральный паралич верхних и нижних конечностей). Если очаг на уровне С4-С7 с полным или частичным нарушением проводимости спинного мозга, то возникает периферический или смешанный паралич (парез) верхних конечностей и нижний спастический парапарез. Очаг в грудном отделе дает спастический паралич нижних конечностей, а процесс в поясничном отделе – вялый паралич нижних конечностей.

Классическая электродиагностика у больных с заболеваниями и травмами спинного мозга выявляет два типа ответных реакций (Багель Г.Е.).

Первый тип характерен для спастического синдрома: усиление спастичности, появление защитных рефлексов, клонуса стоп.

Второй тип определяется при смешанных двигательных нарушениях, когда выявляются признаки, свидетельствующие об одновременном вовлечении в процесс центрального и периферического двигательного нейрона: мозаичное сочетание количественных изменений в виде повышения возбудимости мышц с качественными изменениями возбудимости.

### ***Первичный энцефаломиелит (ПЭМ)***

При первичных энцефаломиелитах электродиагностика помогает подобрать дифференцированные методики электростимуляции, как основного метода восстановления двигательных функций. Классическая электродиагностика позволяет выявить три типа ответных реакций:

1 – характерен для синдрома нижнего спастического парапареза: тонический характер сокращений, появление атипичных сокращений, защитных и патологических рефлексов, постепенное нарастание силы мышечных сокращений при многократных замыканиях тока.

2 – характерен для синдрома нижнего смешанного парапареза: диссоциированный тип нарушений электровозбудимости, при котором

наблюдались сочетание повышения с понижением возбудимости в мышцах, интервированных малоберцовым нервом, изменения полярной формулы ( $APC > AZC$ ).

3 - тип ответной реакции у больных с ПЭМ с синдромом нижнего смешанного, но преимущественно вялого парапареза характеризуется количественно-качественными изменениями, типичными для реакции перерождения и наличием нерезко выраженных признаков вовлечения в процесс центрального двигательного нейрона.

## **Показания и противопоказания к электродиагностике**

Основными *показаниями* к применению электродиагностики являются:

- заболевания и травмы периферической нервной системы с двигательными нарушениями (мононевропатия, полиневропатия, полирадикулоневропатия, поражения плечевого и пояснично-крестцового сплетений);

- неврологические проявления остеохондроза позвоночника с двигательными нарушениями;

- заболевания и травмы головного и спинного мозга с двигательными нарушениями (последствия черепно-мозговых травм, травмы спинного мозга, энцефаломиелополирадикулоневропатия, первичный энцефаломиелит);

- заболевания и травмы опорно-двигательного аппарата с двигательными нарушениями;

- состояния после наложения шва на нерв, мышцы (спустя один месяц после операции).

*Противопоказания:*

### **1. Общие:**

- индивидуальная непереносимость тока
- острые инфекционные заболевания
- острые воспалительные процессы
- лихорадка
- злокачественные новообразования
- частые генерализованные эпилептические приступы
- общее тяжелое состояние больного
- склонность к кровотечению и кровоточивость
- злокачественные прогрессирующие нарушения сердечного ритма
- артериальная гипертензия III степени
- острое нарушение мозгового кровообращения, острый инфаркт

миокарда

### **2. Частные:**

- доброкачественные и злокачественные новообразования в зоне исследования
- подозрения на разрыв нерва, мышцы, сосуда в острой стадии
- беременность, при проведении исследований в области туловища
- невропатия лицевого нерва с прогрессирующей контрактурой мимических мышц



## Оглавление

Введение.....	3
Общие сведения об электродиагностических методах исследования.....	3
Физиологическое обоснование электродиагностики.....	3
Механизм действия импульсных электрических токов на нервно- мышечный аппарат.....	7
Методы электродиагностики.....	8
Классическая электродиагностика (КЭД).....	9
Количественные изменения электровозбудимости.....	9
Количественно-качественные изменения.....	10
Техника и методика КЭД.....	13
Аппаратура для классической электродиагностики.....	15
Определение миотонической реакции.....	15
Определение миастенической реакции.....	16
Определение кривой «сила-длительность» (КСД).....	16
Исследование лабильности нервно-мышечного аппарата.....	18
Электродиагностика синусоидальными модулированными токами.....	20
Электродиагностика при заболеваниях нервной системы.....	21
Невропатия лицевого нерва.....	21
Амиотрофический боковой склероз (АБС).....	22
Спинальная амиотрофия семейная.....	22
Невральная амиотрофия Шарко-Мари.....	22
Миопатии.....	23
Воспалительные заболевания и травмы спинного мозга.....	23
Первичный энцефаломиелит (ПЭМ).....	23
Показания и противопоказания к электродиагностике.....	24
Литература.....	25

Учебное издание

Козловская Лариса Ефимовна, Волотовская Анна Викторовна

## ЭЛЕКТРОДИАГНОСТИКА

Учебно-методическое пособие  
для врачей

Ответственная за выпуск Л.Е. Козловская