

# В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ

© Л. Е. КОЗЛОВСКАЯ, А. В. ВОЛОТОВСКАЯ, 2012  
УДК 616.74-009-073.7

## Электродиагностика Учебно-методическое пособие для врачей (часть 2)\*

Л. Е. Козловская, А. В. Волотовская

Государственное учреждение образования Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск

### Классическая электродиагностика

КЭД – 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 ГТ и ТТ, 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 часто обозначают 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 сопровождается дегенеративным перерождением мышц, что характеризуется определенными электродиагностическими признаками: количественными и количественно-качественными изменениями электровозбудимости (табл. 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 действие ГТ и ТТ. Полярная формула при этом не меняется и характер мышечного сокращения остается живым.

Количественное повышение возбудимости наблюдается при разных заболеваниях спастического характера – 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, 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 РП. РП 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 гальванотетанизирующая диссоциация, при которой возбудимость мышцы на действие ТТ падает, а на ГТ повышается;
- 5) постепенно изменяется полярная формула:  $K3C = A3C$  или  $K3C < A3C$ , 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-го дня начинается ее равномерное угасание на ГТ и ТТ. При частичном повреждении нерва на 8–12-й день, а при полном его разрыве на 4–5-й день возбудимость на один или оба тока

\* – начало см. в № 4 – 2012.

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, КЗС > АЗС	Понижена	Понижена; сокращение вялое, КЗС ≤ АЗС	Угасла	Понижена; сокращение червеобразное, КЗС < АЗС	Угасла	Угасла	Угасла

не определяется. В мышце ответ на оба тока снижается вначале параллельно 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 РП. Частичная РП (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 (КЗС > АЗС), или ответ уравнивается на сильный и слабый раздражитель (КЗС = АЗС).

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 (гальванотетанизирующая диссоциация). На ТТ ответа нет ни с нерва, ни с мышцы. Характер сокращения вялый, червеобразный, движения неполные по объему. Может изменяться полярная формула сокращения: КЗС = АЗС или КЗС < АЗС. Извращение полярной формулы сокращения является дополнительным признаком, который не всегда имеет место при РП, а иногда наблюдается и у здоровых лиц.

Полная РП (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 нейротрофические процессы в мышечной ткани, препятствуя ее атрофии.

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

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

При центральных двигательных нарушениях определяют 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 классической электродиагностики

## Техника и методика классической электродиагностики

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 ГТ, 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 положения ручки потенциометра, в отсутствие тока меняют полярность. В норме сокращения не должно быть, так как при одной и той же силе тока сокращение с катода больше, чем с анода. После этого потенциометр возвращается в нулевое положение и при неизменном положении электродов включают и постепенно увеличивают амплитуду импульсов ТТ 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 разновеликими 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 реобаза для ГТ и ТТ;
- 3) исследуется полярная формула;
- 4) уточняется характер мышечного сокращения (гальваническим током).

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 \_\_\_\_\_

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

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

1. Достаточно 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 больной может сидеть.
4. Обеспечение комфортной температуры помещения, особенно в зимний период.
5. Установка аппарата таким образом, чтобы врач одновременно мог наблюдать за шкалой прибора и исследуемыми мышцами.
6. Быстрое проведение исследования с подачей тока (закрывая и размыкая кнопку на точечном электроде) до появления минимального типичного для этого нерва или мышцы моторного эффекта с вниманием на пороговую силу тока и характер мышечного сокращения на катоде и аноде ГТ, на катоде – ТТ.
7. Проведение исследования 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 ТТ 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 Штейнерта–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-м раздражении током (слабоположительная реакция), сокращения постепенно ослабевают при каждом последующем импульсе тока, а затем на 30–50-м импульсе вовсе прекращаются (положительная миастеническая реакция). После кратковременного отдыха (1–2 мин) 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 мин 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»

Определение КСД – это метод определения зависимости между временем действия тока и его интенсивностью, необходимой для получения порогового моторного эффекта, порогового возбуждения.

Известно, что чем меньший по силе ток действует на мышцу, тем большее время его действия необходимо (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 частотой 1 Гц, который подается с различной длительностью импульсов от 300 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 – КСД: это кривая с пологом скачком.

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 сокращения. 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 (см. рисунок). 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 КСД 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 (КСД) и проводится с использованием прямоугольных импульсов с быстрым нарастанием тока (RIC) и треугольных импульсов с медленным нарастанием тока (DIC).

### 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, так как 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 находят частоту, которой соответствует минимальная сила тока, вызывающая минимальное типичное мышечное сокращение или 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 его проведения используют два одинаковых по величине 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, 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 адаптационной способностью. Пораженная (денервированная) мышца частично и даже полностью теряет способность к аккомодации. Вот почему для возбуждения денервированных мышц с помощью треугольных импульсов достаточно существенно более низкие значения интенсивности, чем для здоровых мышц.

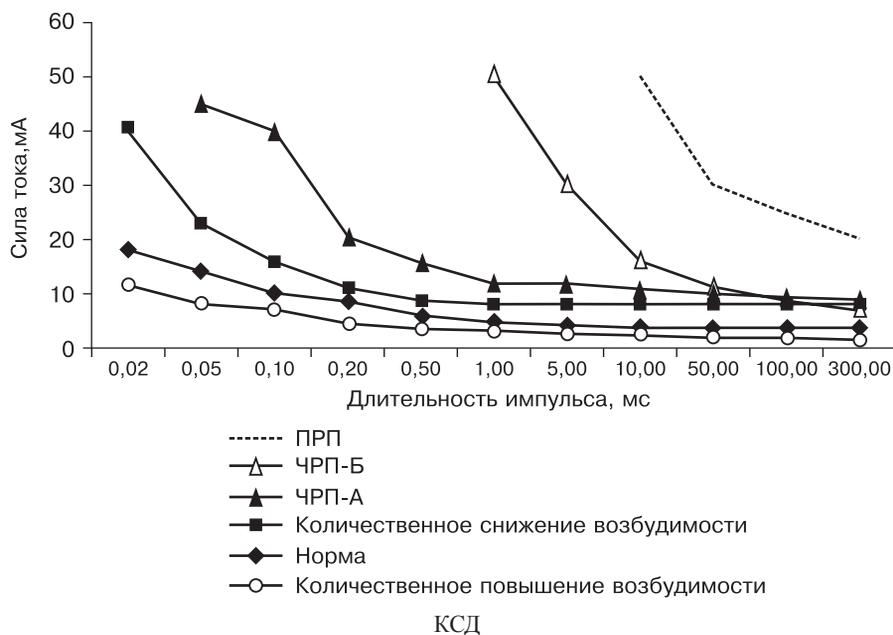
Разница в адаптационной способности здоровой и пораженной нервно-мышечной системы служит основой для определения коэффициента аккомодации как количественной меры функциональности и также для избирательной мышечной стимуляции. После установки электродов на точках, соответствующих проекции нервов и мышц, 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, 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 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 сопровождаются вегетативно-трофическими и чувствительными нарушениями. Известно, что здоровая мышца отвечает на переменные синусоидальные токи 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 2–3 с.

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 частотой модуляции 150–70 Гц свидетельствует о наличии дегенеративного мышечного перерождения. Наличие ответа на переменный ток частотой в диапазоне 70–30 Гц указывает на изменения электровозбудимости, соответствующие ЧРП-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-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 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 3-й недели от начала заболевания. Данные электродиагностики, прослеженные в динамике, не только расширяют и углубляют знания о тяжести поражения, но также позволяют определить рациональное лечение, дать прогноз заболевания и оценить эффективность проводимой терапии. При данной пато-

логии могут определяться все варианты нарушений электровозбудимости: и количественные, и качественно-количественные. Значение электродиагностики особенно возрастает в связи с осложнением данного заболевания – контрактурой мимических мышц, которая практически встречается у 12–23% больных.

Лечение клинически сформированной 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 – КЭД. 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 – гальванотезизирующая диссоциация.

Два последних признака считаются кардинальными, остальные – настораживающими в отношении угрозы формирования контрактуры мимических мышц. Эти признаки можно выявить спустя 3–4 нед 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 ГТ и ТТ могут усилить перевозбуждение мимических мышц.

### Амиотрофический боковой склероз

Амиотрофический боковой склероз (АБС) – 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 (трапецевидная, 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.

Вышесказанное 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, 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 CIV–CVII 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. 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

При первичных энцефаломиелитах (ПЭМ) электродиагностика помогает подобрать дифференцированные методики электростимуляции как основной метод восстановления двигательных функций. Классическая электродиагностика позволяет выявить три типа ответных реакций:

1-й тип 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-й тип характерен для синдрома нижнего смешанного парапареза: диссоциированный тип нарушений электровозбудимости, при котором наблюдались сочетание повышения с понижением возбудимости в мышцах, иннервируемых малоберцовым нервом, изменения полярной формулы ( $APC > AZC$ );

3-й 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 (моновневропатия, 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 1 мес после операции).

Противопоказания:

1. Общие:

- индивидуальная непереносимость тока;
- острые инфекционные заболевания;
- острые воспалительные процессы, лихорадка;
- злокачественные новообразования;
- частые генерализованные эпилептические припадки;
- 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;

- имплантированный кардиостимулятор, при проведении исследования в области туловища;

- экзема, мокнущие дерматиты, хронические дерматозы в фазе обострения в зоне исследования;

- тромбофлебит;

- погружной металлоостеосинтез (штифты).

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Базель Г. Е., Гурленя А. М., Смычек В. Б. Физиотерапия и курортология нервных болезней. Минск; 2009.
2. Боголюбов В. М., ред. Физиотерапия и курортология: Руководство т. 1. М.; 2009.
3. Буявых А. Г., Сосин И. Н., сост. Физиотерапевтический справочник. Симферополь; 2008.
4. Ежов В. В., Андрияшек Ю. И. Физиотерапия в схемах, таблицах и рисунках: Справочник. М.; 2005.
5. Кочан А. Г., Найдин В. Л. Медицинская реабилитация в неврологии и нейрохирургии. М.; 1988.
6. Пономаренко Г. Н., Воробьев М. Г. Руководство по физиотерапии. СПб.; 2005.
7. Пономаренко Г. Н., ред. Частная физиотерапия. М.; 2005.
8. Стрелкова Н. Н. Физические методы лечения в неврологии. М.; 1991.
9. Улацк В. С., Лукомский И. В. Общая физиотерапия: Учебник. Минск; 2003.
10. Ушаков А. А. Практическая физиотерапия. М.; 2009.

Поступила 25.04.12