

Из кафедры патологии и терапии внутренних незаразных болезней  
сельскохозяйственных животных

Зав. кафедрой доктор ветеринарных наук П. В. КАЙМАКОВ

## ХРОНАКСИМЕТРИЯ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ВЕТЕРИНАРИИ И ЗООТЕХНИИ

Кандидат ветеринарных наук П. Я. КОНОПЕЛЬКО

Среди многочисленных методов исследования функционального состояния нервной и мышечной систем, одно из первых мест по праву принадлежит хронаксиметрии. Входя в состав электрофизиологии, созданию основ которой мы обязаны классическим работам отечественных ученых — И. М. Сеченова, Н. Е. Введенского, А. Ф. Самойлова, А. А. Ухтомского и др., метод хронаксиметрии нашел широкое применение в клинической медицине.

Научное обоснование роли фактора времени в оценке функционального состояния нервной и мышечной тканей, т. е. возникновения возбуждения, связано с именем нашего соотечественника Н. Е. Введенского, учение которого и послужило основанием для работ по хронаксии. До Введенского порог раздражения был единственной характеристикой для оценки состояния тканей. В 1892 году профессор Петербургского университета Н. Е. Введенский глубоко обосновал проблему фактора времени, как физиологического параметра, и тем самым на много лет ранее предвосхитил представления французского физиолога Луи Лапика о хронаксии.

В 1909 г. Л. Лапик предложил измерять возбудимость нервной и мышечной тканей двумя параметрами — реобазой<sup>1)</sup> и хронаксией<sup>2)</sup>, т. е. силой или напряжением тока и временем его действия. Реобаза и хронаксия, по мысли Лапика, должны давать достаточно полное представление о функциональном состоянии нервно-мышечного аппарата и всей кривой силы (напряжения) — длительности.

Первоначально понадобилось несколько лет для того, чтобы приемы определения реобазы и хронаксии, подробно и тщательно разработанные школой Лапика для экспериментальных и физиологических целей, были перенесены в клинику. Эту задачу осуществил прогрессивный французский ученый Жорж Бургиньон, который в 1915 г. предложил перенести этот метод исследования в медицинскую практику. За сравнительно короткий срок хронаксиметрия стала достоянием многих лечебных и научных учреждений. Так родилась современная клиническая хронаксиметрия.

1) Реобаза от греческих слов: реос — ток, базис — основа — минимальное напряжение тока, способное вызвать пороговый эффект сокращения мышцы.

2) Хронаксия — слово греческое: хронос — время, аксис — ось, основание минимальное время, в течение которого ток, равный по величине удвоенной реобазы, вызывает пороговое сокращение мышцы.

Хронаксию обычно выражают в микрофарадах или сигмах (тысячная доля секунды), а реобазу — в вольтах.

Накопленный за последние 30—40 лет экспериментальный и клинический материал с несомненностью свидетельствует о том, что хронаксиметрия, позволяя характеризовать возбудимость нервной и мышечной ткани по силе и продолжительности действия раздражителя, является одним из тонких электрофизиологических методов объективного исследования функционального состояния живой ткани. Если к сказанному добавить, что периферическая хронаксия может служить в качестве индикатора течения нервных процессов в высших отделах центральной нервной системы, станет ясным огромное перспективное значение этого метода исследования для ветеринарно-зоотехнической науки и практики. Изучению хронаксии посвящена обширная литература.

Однако, в ветеринарии и зоотехнии, которые особенно и больше всего нуждаются в объективных методах исследования, этот ценный электрофизиологический прием не занял еще надлежащего места и применение его у крупных сельскохозяйственных животных пока сводится к единичным, разрозненным исследованиям. В этой статье я хочу поделиться опытом применения хронаксиметрии в ветеринарной практике. По нашему мнению, этот материал представляет несомненный интерес для физиологов, клиницистов и зоотехников.

В течение нескольких лет хронаксию нервно-мышечного аппарата у лошадей мы изучали при помощи импульсного раздражителя (хронаксиметра) типа «ИР-50», изготовленного опытным конструкторским бюро с опытным заводом АМН СССР (г. Москва) в августе 1950 г.

При помощи электрического провода, находящегося в задней стенке, прибор включался в гордскую сеть переменного тока 120—220 вольт. Последний поступает на трансформатор и выпрямитель, смонтированные вместе с прибором.

Импульсы раздражения от прибора передаются животному посредством специальных серебряных электродов. Подлежащая исследованию лошадь вводилась в станок типа параллельных брусьев, помещалась на резиновую дорожку толщиной в 10 мм и бралась на развязку. Таким приемом создавались постоянные условия и естественная поза животного во время опыта, что позволяло проводить исследование одному человеку.

Размер настоящей статьи не позволяет нам подробно остановиться на особенностях определения хронаксии у крупных сельскохозяйственных животных. Заинтересованных этим вопросом мы отсылаем к специальным руководствам и монографиям. Однако, уже сейчас можно определенно сказать, что благодаря применению хронаксиметрии диагностика заболеваний нервно-мышечного аппарата обогатилась новым электрофизиологическим приемом. Накоплен некоторый экспериментальный и клинический материал, позволяющий рекомендовать этот метод исследования при ряде заболеваний сельскохозяйственных животных.

Клиническим материалом для наших исследований служили больные лошади, поступающие на стационарное лечение в клиники Львовского ветеринарного института. Всего подвергнуто обследованию 17 лошадей. По виду заболевания животные распределялись следующим образом: 1. Болезни нервно-мышечного аппарата — 6 гол.; 2. Кормовые интоксикации — 2 гол.; 3. Вестибулярная атаксия — 1 гол.; 4. Оперативные вмешательства на кишечнике — 8 голов.

Периферическая хронаксия у больных лошадей исследовалась многократно при помощи выше описанного импульсного раздражителя. Выбор моторных точек раздражения соответствовал цели исследования и характеру заболевания. Во всех случаях мы ставили перед собой задачу

Дополнить клиническую картину некоторых заболеваний объективными данными исследования хронаксии.

Известно, что при поражениях челюстного сустава у лошадей наступает атрофия жевательных мышц. Интересно было проследить, какие изменения претерпевает периферическая возбудимость при подобных состояниях мышц. С этой целью на двух лошадях с поражениями челюстного сустава (артрит) и выраженной атрофией жевательных мышц было проведено исследование двигательной хронаксии. Контролем служила мышца противоположной стороны.

Исследованиями установлено, что хронаксия атрофированной большой жевательной мышцы, по сравнению с противоположной (здоровой) стороной, увеличивается в 2,5—5 раз. Так, у кобылы № 12, возрастом 3-х лет, хронаксия атрофированной большой жевательной мышцы равнялась 0,86 сигм, а на здоровой стороне она составляла 0,17 сигм, у другой лошади (кобыла «Тихая», 12 лет) эти величины хронаксии были соответственно 0,62 и 0,22 сигм. Таким образом, исследованные нами атрофированные жевательные мышцы характеризовались резко пониженной возбудимостью. Клинически же эти изменения возбудимости не обнаруживались обычными методами исследования. Реобазы атрофированных мышц у той и другой лошади колебалась в пределах нормы.

Миозит, наоборот, характеризовался повышенной возбудимостью. Так, у коня «Слон», 16 лет, удовлетворительной упитанности, породы брабансон, на почве отравления недоброкачественным фуражом (отходы вики) наступило воспаление обеих плече-головных мышц. На фоне общего пониженного биотонуса организма болевая чувствительность этих мышц была резко повышена. Уже легкое постукивание согнутым пальцем или слабый укол иглой вызывали повышенную ответную реакцию со стороны животного и появление фибриллярной дрожи. Двигательная хронаксия плече-головной мышцы как справа, так и слева была резко уменьшенной (0,08—0,10 сигм) при нормальной реобазе (14—16 вольт).

При комбинированном параличе мышц хвоста, сфинктеров заднего прохода и мочевого пузыря, а также при запоздалом случае паралитической миогемоглобинурии была установлена асимметрия реобазы и хронаксии одноименных мышц. Так, у лошади под № 7, в возрасте 10 лет, с комбинированным параличом мышц хвоста и сфинктеров была обнаружена асимметрия между левой и правой сторонами напрягателя широкой фасции бедра и полуперепончатой мышцы тазовых конечностей. При этом заболевании периферическая хронаксия указанных мышц левой стороны была в 2—2,5 раза меньше по сравнению с правой стороной, хотя клинически казалось, судя по понижению болевой чувствительности, что обе стороны поражены одинаково. У лошади «Байкал», 6 лет, при заболевании паралитической миогемоглобинурией хронаксия тех же мышц колебалась в пределах нормы, но была резко увеличена реобазы с колебаниями от 94 до 140 вольт. Причем, между правой и левой сторонами этих мышц была установлена явная асимметрия гальванической возбудимости (реобазы).

При кормовых интоксикациях, при которых в той или иной степени нарушается функция центральной нервной системы, так же отмечены резкие изменения возбудимости нервно-мышечной системы. У кобылы № 34, в возрасте 14 лет, на почве отравления кухонными отходами развились признаки нейротоксикоза: возбужденное состояние, тризм жевательных мышц, фибриллярное сокращение отдельных мышечных групп, значительное понижение болевой чувствительности и др. На таком фоне

возбудимость нервно-мышечного аппарата характеризовалась такими показателями:

№№ п. п.	Двигательные точки	P	Xp	P
1	Большая жевательная мышца	4	3,20	4
2	Лицевой нерв	3	0,50	3
3	Плече-головная мышца	6	0,80	6
4	Двуглавая мышца плеча	12	1,96	12

Примечание: P—реобазы в вольтах; Xp—хронаксия в сигмах.

Из таблицы видно, что двигательная хронаксия большой жевательной мышцы и двуглавой мышцы плеча увеличена против нормы в 9—11 раз. Значительно также увеличена хронаксия лицевого нерва и плече-головной мышцы. Характерно, что при резком увеличении хронаксии мышц реобазы значительно (в 2—4 раза) уменьшена. Подобное состояние, т. е. повышение хронаксии до нескольких сигм и значительное уменьшение реобазы, названо проф. Д. А. Марковым «стадией классической гальванической перевозбудимости», которая, по мнению этого автора, нередко является угрожающей параличем и сопровождается явными клиническими признаками выпадения функции. В нашем примере тризм жевательных мышц и резкое понижение болевой чувствительности указывают на состояние, близкое к параличу жевательных мышц. При повторных исследованиях указанной лошади, в период ослабления явлений интоксикации, получены колебания хронаксии, близкие к норме. У другой лошади (кобыла № 8, в возрасте 9 лет) при интоксикации грибкового происхождения также было получено значительное увеличение хронаксии трехглавой и двухглавой мышц плеча — от 1,20 до 2,40 сигм.

Приведенные два примера показывают, что при нейротоксикозах хронаксия мышц резко увеличивается, что, по видимому, свидетельствует, подобно данным лаборатории проф. А. Г. Иванова-Смоленского, о торможении центральной нервной системы.

Интересные изменения периферической хронаксии получены во время оперативных вмешательств на кишечнике\*). Многократными исследованиями на 8 опытных лошадях установлено, что каждое хирургическое вмешательство на кишечнике (извлечение его наружу, подтягивание за брыжейку, разрез стенки кишки или сжатие ее жомом, наложение шва и т. п.) определенным образом сказывается и на величине периферической хронаксии нерва и мышцы, отдаленных от области операции. Степень сдвига хронаксии различна в зависимости от характера хирургического вмешательства. Все же отметим общую закономерность, что при хирургических воздействиях на серозную оболочку тонкого и толстого отделов кишечника хронаксия, обычно, увеличивается. Так, у лошади «Рулетка» при резекции тонкого отдела кишечника (удалено около 20 см тощей кишки) во время перевязки сосудов брыжейки, наложения кишечных жомов, иссечения кишки получены наиболее резкие увеличения двигательной хронаксии. Следует подчеркнуть, что хронаксия изменяется уже в первые секунды после нанесения оперативного раздражения. Что касается изменений реобазы, то она при подобных раздражениях либо вовсе не изменяется, либо немного уменьшается.

\*) См. нашу работу в Ученых записках Витебского ветеринарного института, т. 14, 1956.

Следовательно, приводимые примеры показывают, что периферическая хронаксия при некоторых патологических процессах у лошадей дает отчетливые изменения, дополняя клиническую картину этих заболеваний объективными данными.

Приведенными примерами не исчерпывается практическая ценность этого метода исследования для ветеринарно-зоотехнической науки. Многочисленными работами советских ученых доказано влияние процесса возбуждения и торможения в коре головного мозга на величину такого интегрального показателя физиологических процессов в организме, каким является двигательная хронаксия нервно-мышечной системы. Причем, такая закономерность наблюдается не только у человека и некоторых лабораторных животных (собаки), но и у крупных сельскохозяйственных животных.

В частности, нами установлено, что динамика изменений периферической хронаксии является отражением функционального состояния коры головного мозга. Изменяя различными методами (световыми раздражителями зрительного анализатора, кофеином и бромом) функциональное состояние больших полушарий головного мозга и всей центральной нервной системы лошади, мы могли в значительной степени регулировать не только величину, но и направление сдвигов периферической хронаксии скелетных мышц и лицевого нерва. Полученные данные на таком крупном животном как лошадь в определенной степени расширяют наши представления о возможности управления физиологическими процессами в животном организме путем воздействия через центральную нервную систему. Кроме того, результаты наших опытов с кофеином и бромом свидетельствуют также о том, что хронаксиметрия является весьма ценным методическим приемом для сравнительного изучения действия некоторых лекарственных веществ на центральную нервную систему сельскохозяйственных животных.

На диагностическую ценность хронаксиметрии указывают также другие исследователи. Так, Горнунг получил отчетливые изменения хронаксии у лошади с параличом лицевого нерва. Л. И. Мурский наблюдал изменения хронаксии мышц, особенно тазовых конечностей, при случной болезни.

В 1950 г. Ф. А. Соловьев применил этот метод для целей ветеринарной хирургии. А. А. Рубенков, исследуя хронаксию у шести больных родильным парезом коров, установил, что при этом заболевании возбудимость нервной системы понижается с тяжестью болезненного процесса и быстро повышается с выздоровлением животного. В 1953 г. Ф. М. Меркулова исследовала хронаксию мышц при экспериментальном и спонтанном заражении овец гемонхозом. Функциональные нарушения нервной системы отмечены методом хронаксиметрии при токсемиях молочных коров (В. М. Коропов, В. Н. Стрелков, Е. М. Пяткин и А. П. Поваляев), а также при острых кровопотерях у крупного рогатого скота (Л. Е. Каплан).

Анализируя опыт Великой Отечественной войны, проф. Ю. М. Уфлянд отмечает, что метод хронаксиметрии позволяет уточнять диагноз при ранениях периферических нервных стволов, определять степень повреждения нерва и, тем самым, намечать пути лечения, основываясь не только на клинической картине, но и на строго объективных данных электродиагностики. Даже там, где клинические симптомы не дают ясных указаний на локализацию и степень поражения, этот способ исследования дает возможность поставить более точный диагноз, что весьма важно в военно-полевых условиях.

Перспективен метод хронаксиметрии и для зоотехнической практики. Я. А. Милягин, изучая динамику изменений хронаксии мышц конеч-

ностей лошади при работе, установил под влиянием ее увеличение хронаксии. Характер сдвигов хронаксии был различным в зависимости от величины нагрузки, темпа и продолжительности работы. Мурский в своих исследованиях также отмечает, что работа лошади (статическая и динамическая) сказывается на состоянии возбудимости скелетных мышц в сторону удлинения хронаксии, со значительно меньшими изменениями хронаксии в сторону увеличения у тренированных лошадей по сравнению с нетренированными.

Следовательно, работами Я. А. Милягина и Л. И. Мурского показано, что с помощью этого метода вполне возможно установить изменения возбудимости мышц под влиянием различных тренировок, испытаний, мышечных переутомлений и других моментов, имеющих важное значение для установления режима работы и отдыха лошади.

О значении хронаксиметрии для зоотехнической практики указывают также другие исследователи. Так, И. М. Брездень отметил зависимость величины хронаксии у коров от продуктивности, типа нервной системы и возраста. Мурским установлена определенная связь хронаксии с конституцией животного. В. Р. Зельнер, О. Н. Власенко и М. С. Климченко предприняли попытку изучить возбудимость нервно-мышечного аппарата у коз. Имеются также указания, что характер кормления, в особенности его белковые и витаминные компоненты, имеют существенное значение для уровня периферической хронаксии.

Таким образом, приведенные выше данные со всей очевидностью показывают перспективность объективного хронаксиметрического метода исследования для ветеринарно-зоотехнической практики. Однако, представленный материал полностью не исчерпывает всей проблемы применения хронаксиметрии в практике животноводства. В целях дальнейшего внедрения этого метода в практику ветеринарии и зоотехнии, считаем необходимым поставить на разрешение следующие основные вопросы:

1. Разработать нормативы хронаксии скелетных мышц и нервов для всех сельскохозяйственных животных.
2. Выяснить различия хронаксии у отдельных видов животных в зависимости от возраста, пола, типа нервной системы и продуктивности.
3. Изучить зависимость хронаксии от типа кормления и факторов внешней среды.
4. Проводить дальнейшие работы по внедрению хронаксиметрии в широкую клиническую практику — хирургию, терапию, эпизоотологию, акушерство и паразитологию. При изучении патогенеза болезней и особенно роли нервной системы в патологических процессах, хронаксиметрия окажет исследователям неоценимую услугу.
5. Изучать методом хронаксиметрии действие некоторых лекарственных веществ, витаминов и гормонов на организм сельскохозяйственных животных.
6. Изучать этим методом чувствительность внутренних органов в норме и при патологии.