

А. А. Оганисян

НОРМАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСПИННОГРАММА КРОЛИКА

До настоящего времени форма нормальной электроспиннограммы (ЭСГ) животных в состоянии покоя и функционировании спинного мозга еще не установлена. Описанные в литературе формы ЭСГ едва ли могут считаться нормальными, так как они получены в острых опытах.

Электрофизиологический метод, примененный в остром опыте, открыл нам ряд важных фактов об электрических проявлениях деятельности спинного мозга. Были зарегистрированы разной сложности формы, амплитуды и длительности потенциалы в спинном мозгу. Но что происходит в спинном мозгу практически здорового животного при рефлекторных реакциях в нормальных условиях его деятельности — электрофизиологический метод пока никаких данных не представил.

Отсутствие подобных данных особенно остро ощущается сейчас, в годы бурного развития электрофизиологии головного мозга. В то время как после работ Бергера (1929, 1932) сложилось конкретное представление об электроэнцефалограмме (ЭЭГ) при специфических функциях головного мозга, такого же конкретного представления об ЭСГ при специфических функциях спинного мозга, а именно при различных познотонических рефлексах, мы еще не имеем.

Задача данного исследования заключается в выяснении формы ЭСГ у практически здоровых кроликов и характера ее изменений при афферентных раздражениях и различных познотонических реакциях. Среди последних представляли интерес те, в осуществлении которых спинной мозг имеет важное значение, как например, рефлекс стойки, ходьбы, сидения и т. д.

Методика исследования

В исследованиях последнего двадцатилетия широко применяется метод вживления электродов в различные области головного мозга в целях хронического отведения потенциалов этих областей.

Первая попытка в этом направлении была сделана А. Б. Коганом (1934—1946) для изучения потенциалов коры и подкорковых областей. После него ряд советских и зарубежных авторов приживлял биополярные электроды в различные области коры.

Нами сделана первая попытка вживления электродов в спинной мозг в целях хронического отведения электроспинаграммы.

Мы применяли электроды двух типов: игольчатый и эпидуральный. Оба типа электродов имеют два ограничительных выступа с пространством между ними. Для введения их в эпидуральное пространство предварительно делается овальной формы сквозное отверстие в дужках позвонков. Как только нижний выступ проходит через отверстие, электрод поворачивается на 90° в сторону так, чтобы кость вошла в пространство между выступами. Если это пространство хорошо пригнано к толщине кости, то электрод оказывается хорошо фиксированным. Весь эпидуральный электрод покрывался изолирующим лаком за исключением нижней поверхности нижнего выступа, обращенный к твердой мозговой оболочке. Площадь ее равнялась 2 мм^2 (рис. 1).

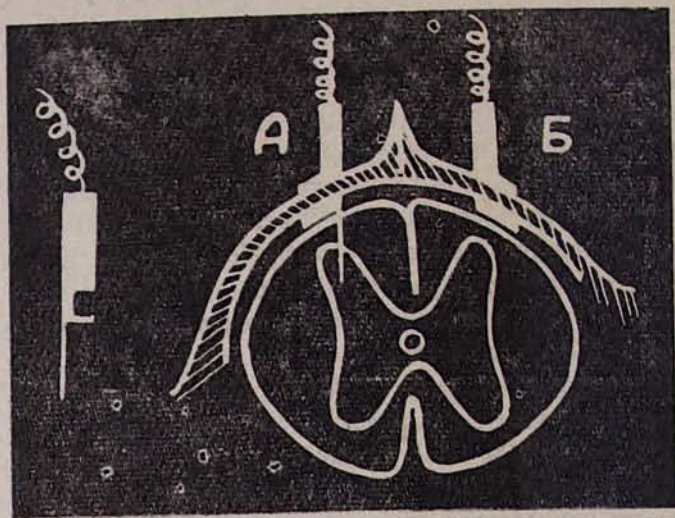


Рис. 1. Форма игольчатого (А) и эпидурального (Б) электродов.

Кроме эпидуральных электродов мы применяли также игольчатые неконцентрические электроды с диаметром $0,1 \text{ мм}$. Вся внутримозговая часть этих электродов лаком не покрывалась, что давало возможность отвести активность всех прилегающих к электродам нервных элементов спинного мозга в дорзовентральном направлении. Они вводились на $0,5\text{—}1 \text{ мм}$ латеральнее от срединной борозды спинного мозга и по нашим расчетам должны были пройти через оба рога серого вещества спинного мозга.

Для приблизительной локализации точек отведения мы исходили из данных Горюна (1952) и аналитических атласов спинного мозга кроликов. Если ввести электрод длиной в 3 мм в спинной мозг в дорзовентральном направлении на $0,5 \text{ мм}$ латеральнее от срединной борозды, то он, пройдя через оба рога спинного мозга, выходит из них на противоположной стороне. Электроды длиной в $1\text{—}1\frac{1}{2} \text{ мм}$ отводили активность задних

и боковых рогов, более длинные электроды ($1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ мм) отводили активность передних рогов.

Отдавая должное хроническому эксперименту, мы, тем не менее, учитывали, что в наших опытах потенциалы повреждения целиком не были избегнуты. Однако нам казалось сомнительным, чтобы потенциалы повреждения могли продолжаться в течение всего периода наших наблюдений.

Послеоперационные изменения ЭСГ, зависящие от фактора повреждения структуры в местах вживления электродов, носили в основном количественный характер. Обычно в первый день отводилась большая ЭСГ, в течение последующих дней происходило некоторое снижение амплитуды активности, через 3—5 дней устанавливалась стандартная картина, которая в дальнейшем не претерпевала существенных изменений. Через $1\frac{1}{2}$ —2 месяца амплитуда активности несколько снижалась.

Электроды делались из серебра, перед лакировкой хлорировались, затем промывались в спиртоэфирной смеси и покрывались цапуновым лаком. Сушка лакированных электродов производилась при температуре около 40°C в течение 2 дней. Перед употреблением, во избежание внесения инфекций, электроды в течение нескольких минут держались в 96% спирте. Каждый электрод проверялся на качество и полноту изоляции. Операция вживления производилась под глубоким эфирным наркозом, соблюдая все условия стерильности.

Первая запись после вживления электродов производилась через несколько часов после операции, последующие записи — в разные сроки в течение нескольких месяцев. Под наблюдением было 15 хронических кроликов.

Для усиления потенциалов спинного мозга применялись одно- и двухтактные усилители с емкостно-омической связью между каскадами. Конструкция усилителей обеспечивала пропускание частот без искажений в пределах от 3 до 1000 герц. Чувствительность блока усиления составляла 30—40 микровольт на 1 см. Запись биопотенциалов производилась при помощи двухлучевого катодного осциллографа. Скорость движения киноплёнки равнялась 5—17 см/сек.

Полученные результаты

ЭСГ при отведении 5—6-поясничных сегментов при помощи как игольчатых, так и эпидуральных электродов, в спокойном лежачем положении кролика состоит преимущественно из медленных потенциалов, идущих с довольно правильным ритмом. Частота их равна 30 в сек., амплитуда колеблется в пределах до 60 микровольт (рис. 2).

Кроме медленных потенциалов запись показывает весьма слабые быстрые потенциалы с частотой около 100 в сек. Встречаются также отдельные аксонные потенциалы.

Из рис. 1 (А и Б) далее видно, что «спонтанная» электрическая активность двух симметричных участков спинного мозга показывает значитель-

ное сходство: каждому медленному потенциалу, регистрируемому в правой половине спинного мозга, соответствует потенциал в левой половине. Такое сходство имеет место также между двумя участками правой или ле-

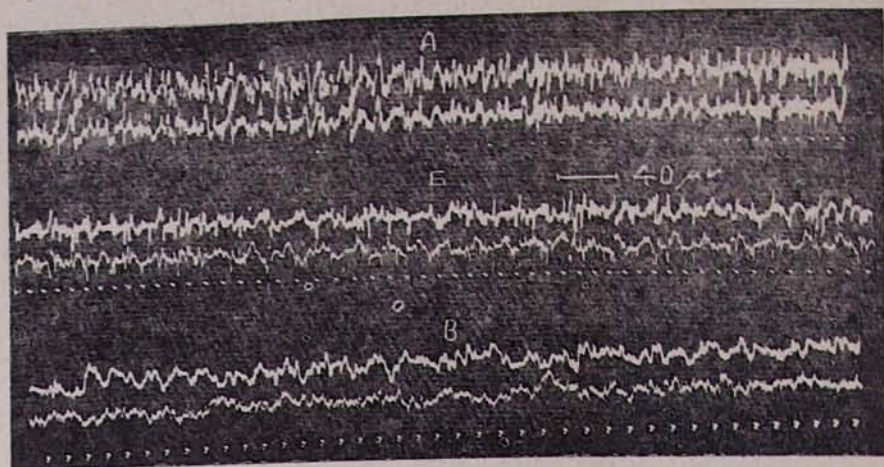


Рис. 2. ЭСГ кролика отводится из глубины 5—6 поясничных сегментов при помощи вживленных в спинной мозг: А—игольчатых электродов. Б—эпидуральных электродов. Верхний луч—правая сторона, нижний луч—симметричная левая сторона спинного мозга. Пунктирная линия—время в 0,02 сек. В—ЭСГ другого кролика, отводятся отдаленные участки.

вой половины спинного мозга, но при условии, если отводятся близко лежащие участки. При отведении отдаленных участков синхронные картины обычно отсутствуют (рис. 1В).

Если регистрировать ЭСГ в тот момент, когда животное неподвижно стоит или ходит (рис. 3), то медленные потенциалы исчезают, появляются

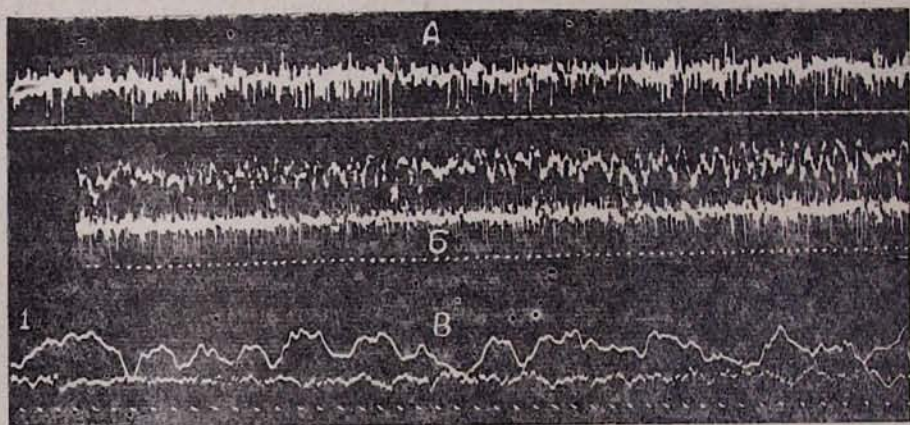


Рис. 3. ЭСГ кролика в положении стоя. А—ЭСГ отводится эпидуральными электродами. Б—верхний луч—ЭЭГ, нижний луч—ЭСГ, отводится игольчатыми электродами. В—ЭСГ и ЭЭГ кролика, принявшего лежачее положение. Время в 0,02 сек.

аксонные потенциалы. Последние не являются выражением разряда повреждения, т. к. эти потенциалы наблюдаются все время, пока животное стоит на ногах, тогда как разряд повреждения обычно имеет небольшую продолжительность (Dominic P. a. chatfield, 1952). Против разряда повреждения говорит и тот факт, что аксонные потенциалы регистрируются не только игольчатыми электродами, но и эпидуральными электродами, т. е. такими электродами, которые непосредственно не касаются мозговой ткани и ее не травмируют (рис. 3А).

Частота аксонных потенциалов, регистрируемых игольчатыми электродами, во время рефлекса стойки в среднем равна около 70—100 в сек. Как показывает рис. 3Б, во время рефлекса стойки в ЭЭГ происходит учащение ритма медленных потенциалов и усиление быстрых. С переходом в лежачее положение наблюдается исчезновение бета-активности из ЭЭГ и аксонных потенциалов из ЭСГ (рис. 3В).

Как уже отмечалось, исчезновение медленных и появление аксонных потенциалов в ЭСГ во время рефлекса стойки и ходьбы ничего общего не имеют с разрядом повреждения. Аксонные потенциалы, регистрируемые в условиях протекания этих рефлексов, очевидно суть те импульсы, которые в норме участвуют в реализации позы животного при стоянии и ходьбе.

Если регистрировать ЭСГ в те моменты, когда животное спокойно сидит, то в ней наряду с медленными потенциалами всегда можно видеть присутствие некоторого количества аксонных потенциалов. В моменты наиболее спокойного сидения, когда животное очень слабо опирается на конечности, количество аксонных потенциалов в ЭСГ является минимальным. Достаточно, однако, животному, находящемуся в сидячем положении, опираться на одну из передних или задних конечностей, чтобы ЭСГ принимала вид, присущий позе стояния на 4 конечностях (рис. 4).

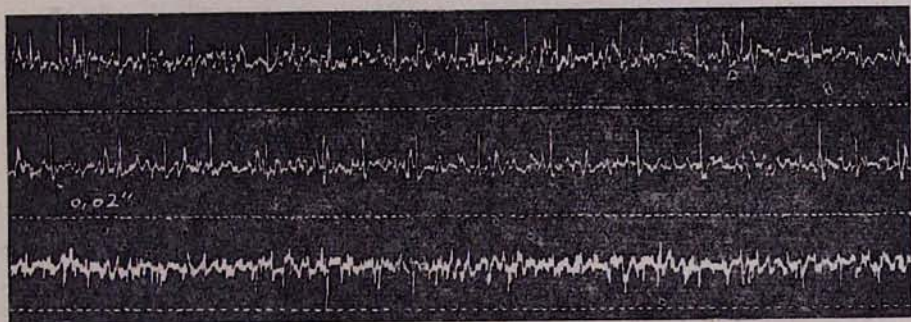


Рис. 4. ЭСГ кролика, эпидуральное отведение. Животное спокойно сидит, прижавшись животом к столу. Все отрезки отображают различные моменты сидения. Отводятся I_{16} сегменты. Время в 0,02 сек.

Таким образом, если в условиях покоя (животное лежит) ЭСГ состоит из хорошо выраженных медленных потенциалов, то в условиях стояния и ходьбы ЭСГ оказывается насыщенной аксонными потенциалами. Во время сидения регистрируются, главным образом, медленные потенциалы и некоторое количество аксонных потенциалов.

Представляло интерес выяснить, существует ли в норме сходство между «спонтанной» электрической активностью спинного и таковой головного мозга. Одновременная запись ЭСГ и ЭЭГ позволила обнаружить ряд интересных фактов в этом направлении. Оказалось, что ЭСГ и ЭЭГ в обычных условиях отведения (кролик привязан к операционному столу) находятся в независимых отношениях. Ни частота, ни амплитуда, ни другие свойства «спонтанной» активности не показывают синхронного течения (рис. 5).

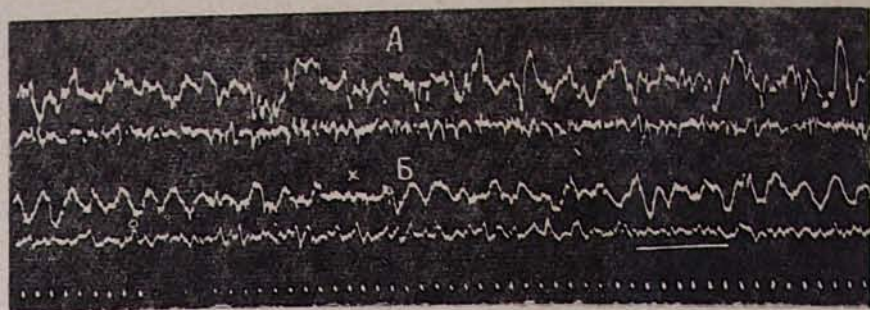


Рис. 5. А—ЭСГ (нижний луч) и ЭЭГ (верхний луч) кролика, привязанного к операционному столу. Отводятся 5—6 поясничные сегменты вживленными электродами и сенсомоторная область коры игловатыми электродами. Б—то же у другого кролика. Показано отсутствие синхронных отношений между ЭСГ и ЭЭГ.

Из рис. 5В также видно, что во время затишья в «спонтанной» электрической активности головного мозга (показан крестиком) медленные потенциалы ЭСГ имеют значительную амплитуду. Во время ослабления «спонтанной» электрической активности в спинном мозгу (подчеркнуто) амплитуда медленных потенциалов головного мозга не претерпевает изменений.

И. М. Сеченов (1882) первым показал, что раздражение периферических нервов вызывает значительные изменения ритма и амплитуды спонтанных разрядов в продолговатом мозгу лягушки. Позже Бек (1914), Умрат (1934), Беритов и Цкипуридзе (1941), Беритов и Ройтбак (1947), Тен Кате и Горстен (1947), Тен Кате, Вальтер и Купман (1947) представили факты, показывающие зависимость «спонтанной» электрической активности спинного мозга от экстеро- и проприоцептивных раздражений. Представляло интерес выяснить, какие изменения произойдут в ЭСГ хронического животного при экстероцептивных раздражениях и какие изменения будут наблюдаться во время и после этих раздражений в ЭЭГ. Опыты показали следующие интересные факты.

Если подвергнуть кожную поверхность в области голени повторным механическим раздражениям (лепкий укол иглой) с частотой около 4 в сек., то после нескольких сеансов таких раздражений между ЭСГ и ЭЭГ постепенно развиваются синхронные отношения. Синхронизация протекает на фоне некоторой депрессии медленных потенциалов ЭСГ и зна-

чительного повышения амплитуды медленных потенциалов в ЭСГ. Важно подчеркнуть, что возникшая картина удерживается в порядке последствия в течение многих минут (рис. 6).

В ряде исследований с достаточной полнотой было показано влияние интероцептивных раздражений на «спонтанную» электрическую активность головного мозга. Однако оставался открытым вопрос о влиянии тех

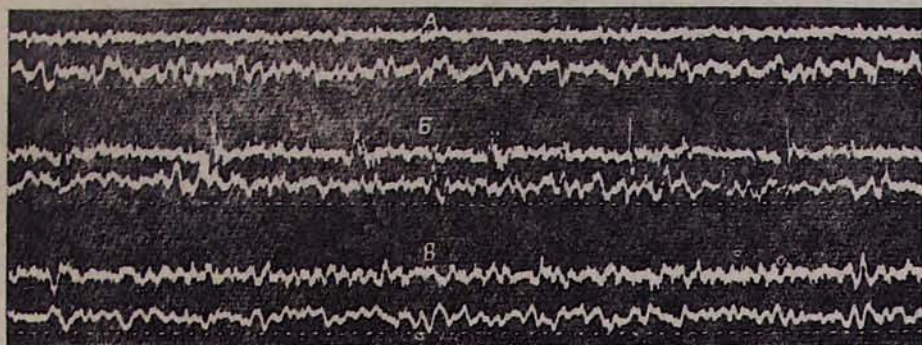


Рис. 6. А—ЭСГ (верхний луч) и ЭЭГ (нижний луч) кролика до повторных раздражений, Б—то же во время повторных раздражений, В—через 2 мин. после повторных раздражений. Большие отклонения луча на осциллограмме Б артефакт от механического удара. Время в 0,02 сек. показано появление синхронных картин между ЭСГ и ЭЭГ после прекращения раздражения.

же раздражений на «спонтанную» электрическую активность спинного мозга. Одновременная регистрация ЭСГ и ЭЭГ и здесь позволила обнаружить ряд интересных фактов.

Опыты показали, что раздражение прямой кишки холодной (6—12°C) или горячей (50—60°C) водой вызывает отчетливые изменения в ЭСГ в сторону повышения «спонтанной» электрической активности. Одновременная запись ЭСГ и ЭЭГ позволила видеть, что при повышении «спонтанной» электрической активности спинного мозга ЭЭГ испытывает депрессию (рис. 7).

Из рис. 7 отчетливо видно, что ответные изменения сперва наступают в ЭЭГ, потом в ЭСГ. Восстановление исходной электрической активности происходило плавно, в течение 5—10 минут. Приведенные выше осциллограммы получены на кролике, у которого 20 дней назад была произведена гемисекция спинного мозга.

Опыты, поставленные на совершенно интактных кроликах, дали сходные результаты.

Таким образом, у практически здоровых животных различные афферентные раздражения, судя по показаниям вживленных электродов, вызывают повышение «спонтанной» электрической активности спинного мозга и одновременную депрессию медленных потенциалов головного мозга.

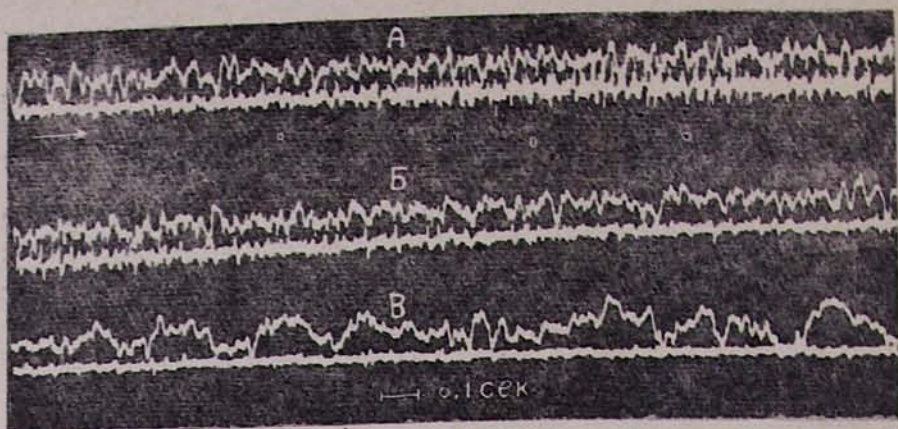


Рис. 7. ЭСГ (нижний луч) и ЭЭГ (верхний луч) кролика при раздражении прямой кишки холодной водой (12°C). Стрелка показывает начало раздражения, Б—продолжение кривой А с пропуском в 1 сек, В—через 5 мин. после орошения прямой кишки водой.

Обсуждение полученных результатов

Сам факт наличия «спонтанной» электрической активности в спинном мозгу кролика в нормальных условиях его жизни не является неожиданностью. В условиях спокойного состояния рецепторы организма постоянно сигнализируют в центральную нервную систему об изменениях, происходящих внутри и вне организма. Еще И. М. Сеченов (1864) указывал, что для деятельного состояния больших полушарий головного мозга необходима минимальная сумма афферентных раздражений, идущих в большие полушария от воспринимающих поверхностей тела. В. С. Русинов (1953) находит, что минимальная сумма афферентных раздражений, которая по мысли И. М. Сеченова обеспечивает деятельное состояние больших полушарий головного мозга, может служить основанием для понимания происхождения спонтанных биотоков центральной нервной системы. Можно на этом основании думать, что эта минимальная сумма афферентных раздражений находит свое электрическое выражение в «спонтанной» электрической активности головного мозга. В соответствии с этим логично рассматривать «спонтанную» электрическую активность спинного мозга, наблюдаемую в условиях покоя, как электрическое выражение поступления в этот орган минимальной суммы афферентных раздражений.

Такое понимание «спонтанной» электрической активности вообще и спинного мозга в частности позволяет объяснить многие электрофизиологические факты. Одним из таких фактов является стационарный характер этой активности. Стационарность, т. е. постоянство, с которым проявляется «спонтанная» электрическая активность спинного мозга, обусловлена, очевидно, непрерывным притоком в этот орган афферентных влияний. В свою очередь непрерывное поступление афферентных импульсов в

спинной мозг, очевидно, возможно при постоянном контакте воспринимающих поверхностей с раздражителями внешней и внутренней среды. С этой точки зрения «спонтанная» электрическая активность представляет собой результат не автоматической пульсации нейронов, а контакта воспринимающих поверхностей организма с окружающей средой: она является контактной афферентной активностью.

Одной из особенностей ЭСГ хронического животного является ее изменчивость. Как показали наши хронические наблюдения, в условиях покоя происходят непрерывные изменения ритма и амплитуды медленных потенциалов. Эти изменения чаще носят периодический характер. Периодические колебания амплитуд медленных потенциалов имеют место также в ЭЭГ человека и животных (Бергер, 1932; Беритов и Гедеванишвили, 1945; Беритов, Брегвадзе и Цкипуридзе 1942, 1943), в подкорковых образованиях животных (Коган, 1949; Нарикашвили, 1950), в нервных узлах беспозвоночных (Беритов, 1945), в ганглиях моллюсков (Артемьев, 1949).

Несмотря на то, что этот феномен является широко распространенным, его механизм еще не выяснен. Если принять точку зрения Adrian (1931), согласно которой медленные потенциалы образуются путем слияния быстрых типа бета-волн, генерируемых нейронами спонтанно в порядке автоматической пульсации, то тогда пришлось бы признать обусловленность периодических колебаний амплитуд спонтанных медленных потенциалов степенью синхронизации активности. Если же встать на точку зрения афферентного происхождения этих потенциалов, тогда указанный феномен зависел бы от тех взаимоотношений, которые складываются в каждый данный момент между текущей лабильностью нейронных крутов и поступающими в спинной мозг импульсами.

На основании работ Эдриана (1950), Ройтбака (1948), Майорчика и Спирина (1951) и др., показавших значение интервала раздражения в ответных электрических эффектах спинного и головного мозга, можно думать, что периодические изменения амплитуды и частоты медленных потенциалов основаны на принципе усвоения ритма. При умеренном ритме афферентных импульсов нейронные крути спинного мозга усваивают этот ритм и дают регулярный ряд потенциалов с повышением амплитуды. При частом ритме афферентных импульсов нейронные крути не усваивают ритма раздражений, показывают различные картины трансформации, в результате чего развивается нерегулярная активность, появляются периоды уменьшения амплитуды медленных потенциалов, периоды затишья и т. д.

По нашим данным, при двигательных реакциях животного (стойка, ходьба, сгибательный рефлекс) медленные потенциалы исчезают, появляются быстрые и аксонные потенциалы. Этот факт самый яркий из многих других, которые мы видим в хроническом эксперименте. Вся картина ЭСГ при произвольных движениях сильно напоминает переднекорешковую реакцию, вызываемую сильными ритмическими раздражениями задних корешков. На основании этой аналогии можно думать, что наблюдаемое при произвольных движениях исчезновение медленных потенциалов и появле-

ние быстрых связано с возбуждением двигательных клеток серого вещества спинного мозга. Так как эпидуральные электроды находятся в непосредственной близости от задних столбов, надо полагать, что часть аксонных потенциалов, регистрируемых при двигательных реакциях животного, по-видимому представляет собой импульсы, идущие по задним столбам.

В наших опытах тепловое и механическое раздражение прямой кишки вызывало повышение «спонтанной» электрической активности спинного мозга и одновременно понижение таковой головного мозга. Понижение электрической активности коры и подкорковых центров при висцеральных раздражениях наблюдали многие авторы (Ф. М. Лисица, 1941; Э. С. Толмасская, 1948; В. Е. Делов, 1949; П. О. Макаров, 1952 и др.).

Тип ответной реакции ЭЭГ при интерорецептивных раздражениях напоминает хорошо известные в литературе ответные эффекты, возникающие в ЭЭГ при экстерорецептивных раздражениях. В обоих случаях фоновый ритм медленных колебаний нарушается, показывая сдвиг в сторону учащения и одновременно снижается их амплитуда. Как понять такой тип реакции?

Электрическая ответная реакция коры на интерорецептивные раздражения, очевидно, является электрическим выражением ориентировочного или исследовательского рефлекса. При этом эфферентные импульсы изменяют режим работы нейронных кругов, вызывая различные картины трансформации ритма.

Увеличение «спонтанной» электрической активности спинного мозга при интерорецептивных раздражениях мы оцениваем как приспособительную реакцию, тесно связанную с реакцией коры на те же раздражения. В то время как афферентные импульсы в коре вызывают рефлекс «что такое», в спинном мозгу происходит накопление афферентных импульсов, благодаря чему повышается тонус афферентной части рефлекторной дуги, что находит свое выражение в повышении частоты и амплитуды медленных потенциалов ЭСГ. В случаях умеренных интерорецептивных раздражений защитная двигательная реакция может отсутствовать. Сильные интерорецептивные раздражения могут привести и в большинстве случаев приводят к защитным движениям со стороны животного (Булыгин, 1952 и др.). Повышение «спонтанной» электрической активности спинного мозга, по-видимому, является выражением подготовки его к защитным движениям. Можно думать, что первоначально интерорецептивные раздражения заряжают афферентную дугу, занимая ее на различных уровнях центральной нервной системы. И когда этот процесс достигает критического уровня, возбуждение переходит на эфферентную часть рефлекторной дуги, вызывая разряд в мотонейронах.

Влияние висцеральных афферентных раздражений мы понимаем не только в том смысле, что они усиливают имеющуюся «спонтанную» электрическую активность спинного мозга, но, что особенно важно, им, по-видимому, принадлежит важная роль в создании этой активности. Об этом

свидетельствуют наши данные, полученные при «деафферентации» спинного мозга, а также наблюдения Марка и Гастайгера (1953), согласно которым некоторая минимальная «спонтанная» активность, остающаяся после перерезки задних корешков, полностью пропадает, если перерезать передние корешки. Такой исход вполне понятен, так как только после перерезки и задних и передних корешков можно достичь полной «деафферентации» спинного мозга (Förster, 1927, Беритов и Бакурадзе, 1943 и др.).

«Спонтанная» электрическая активность нервных центров зависит от спонтанной деятельности рецепторов. Что последние дают спонтанные импульсы, показано в ряде работ. Так, С. С. Оганесян (1950), изучая электрические потенциалы нервных волокон, идущих от фатер-пачиниевых тел, обнаружил в них почти во всех случаях спонтанные импульсы.

В. А. Алексеева (1953), пользуясь вживленными во внутренние органы электродами (желудок и кишечник), обнаружила в нервах этих органов потенциалы действия. Последние легче обнаруживались у голодного животного, нежели у сытого.

О. Н. Замятина (1954), изучая импульсацию в афферентных нервах тонкого и толстого кишечника кошки, могла обнаружить спонтанные импульсы без каких-либо искусственных раздражений, с частотой от 1 до 300 в сек. На фоне интенсивной деятельности пищеварительного аппарата афферентная импульсация усиливалась.

В. А. Алексеева (1953) в остром опыте на собаках наблюдала появление потенциалов действия в спинном мозгу во время раздувания желудка и кишечника. Потенциалы действия появлялись также после уменьшения давления в этих органах.

Таким образом, уже эти немногочисленные работы показывают, что органы желудочно-кишечного тракта служат мощным источником афферентных импульсов. Эти импульсы, наряду с экстеро-и проприоцептивными, обеспечивают текущую активность афферентной части рефлекторной дуги, электрическим выражением которой являются медленные потенциалы.

Выше подчеркивалась мысль, что стационарный характер медленных потенциалов «спонтанной» электрической активности, т. е. их продолжительное существование в нервных центрах в течение всего постнатального онтогенеза обусловлено продолжительным контактом воспринимающих поверхностей с окружающей средой. Хотя такой взгляд на «спонтанную» электрическую активность вносит существенную ясность в понимание вопроса о ее происхождении, однако он не объясняет механизма образования медленных потенциалов. По существу и до сих пор механизм проявления медленных потенциалов «спонтанной» электрической активности является загадочным. Признание за нейроном способности спонтанно пульсировать электрическую активность в виде медленных потенциалов, как это имеет место в сердечной мышце, едва ли является правильным решением вопроса.

Однако есть некоторое основание объяснить механизм образования спонтанных потенциалов, исходя из известных фактов и электрографиче-

ских записей фибриллирующего сердца. Нам казалась весьма заманчивой следующая аналогия: подобно тому, как при фибрилляции сердца волна возбуждения вращается вокруг отверстия полых вен и этот круговой путь волны находит свое электрографическое выражение в характерных для фибрилляции колебаниях потенциала, круговой путь волны возбуждения в нейронных кругах афферентной части рефлекторной дуги находит свое электрографическое выражение в медленных потенциалах «спонтанной» электрической активности*.

Из сказанного следует, что не быстрые потенциалы (типа бета-волн ЭЭГ) выражают циркулирующие в нейронных кругах волны возбуждения, а медленные потенциалы являются выражением движения возбуждения по нейронным кругам. Другие возможности исключены, если последовательно защищать мысль о приложимости кольцевого ритма возбуждения, наблюдаемого в фибриллирующем сердце, к нейронным кругам нервных центров. Сказанное носит, конечно, весьма гадательный характер и требует солидной экспериментальной проверки.

Представляет интерес факт появления синхронных отношений между ЭСГ и ЭЭГ при повторных слабых ритмических афферентных раздражениях. Появление таких отношений связано, по-видимому, с образованием общего для спинного и головного мозга нейронного круга, объединяющего афферентные звенья рефлекторной дуги этих отделов центральной нервной системы. Сохранение синхронных отношений после прекращения повторных раздражений основано на способности афферентной части рефлекторной дуги удерживать возникшие в ней изменения в течение некоторого времени. Эта способность, очевидно, и есть то, что носит название последствия — феномена, с которым встречались многие авторы при электрофизиологическом изучении функции центральной нервной системы.

Важно здесь подчеркнуть, что синхронные картины между ЭСГ и ЭЭГ возникают прежде, чем появляется двигательная реакция. Это означает, что в воспринимающем аппарате рефлекторной дуги нервные процессы испытывают определенную коммуляцию или подвергаются определённому анализу прежде, чем мы видим результат анализа в виде двигательной реакции. Можно думать, что дальнейшее изучение вопроса прольет свет на механизм вовлечения спинного мозга в условнорефлекторные реакции и, таким образом, откроет нам одну из важных сторон кортико-спинальных взаимоотношений.

В ы в о д ы

1. Сделана попытка регистрации у кроликов «спонтанной» электрической активности спинного мозга (электроспиннограммы) при помощи вживленных в спинной мозг электродов в условиях свободного поведения животного.

2. У практически здоровых кроликов в лежащем положении спинной мозг поясничной области показывает «спонтанную» электрическую актив-

* На сходство между электрокардиограммой фибриллирующего сердца и медленными потенциалами ЭЭГ указывал Н. Л. Гурвич (1954).

ность в виде медленных потенциалов с частотой около 30 в сек. и быстрых потенциалов с частотой около 100 в сек.

3. При стоянии и ходьбе медленные потенциалы исчезают и вся ЭСГ показывает разной частоты и амплитуды аксонные потенциалы.

4. В сидячем положении ЭСГ состоит из хорошо выраженных медленных потенциалов и некоторого количества аксонных потенциалов.

5. При спокойном лежании в ЭСГ кролика происходят периодические колебания амплитуд и частоты медленных потенциалов, не совпадающие с ритмом дыхательных движений.

6. Симметричные участки спинного мозга показывают синхронное течение медленных потенциалов.

7. В условиях покоя между ЭСГ и ЭЭГ не существует синхронных отношений: последние появляются при повторных афферентных раздражениях.

8. Механическое и тепловое раздражение прямой кишки вызывает понижение «спонтанной» электрической активности головного мозга и одновременно повышение «спонтанной» электрической активности спинного мозга.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева В. А. Совещание по проблемам кортиковисцеральной физиологии и патологии, стр. 5, 1953.
2. Артемьев В. Н. Физиологический журнал СССР, т. 37, № 6, 683, 1951.
3. Беритов И. С. и Гедеванишвили Д. Труды Ин-та физиологии АН Груз. ССР, т. 6, 1945.
4. Беритов И. С. и Цкипуридзе. Сообщение АН Груз. ССР, т. II, № 9, 1941.
5. Беритов И. С. и Ройтбак А. И. Физиологический журнал СССР, т. 1, 33, № 2, 157, 1947.
6. Булыгин И. А. О закономерностях и механизмах влияния с интерорецепторов на рефлекторную деятельность спинного мозга, Докторская диссертация, 1952.
7. Горюн М. О морфологических взаимоотношениях нейронов в сером веществе спинного мозга, Диссертация, 1952.
8. Делов В. Е. Труды ВММА, т. 17, 117, 1949.
9. Замятина О. Н. Электрофизиологические исследования афф. и эфф. импульсаций в нервах кишечника, Дисс., 1954.
10. Коган А. Б. Электрофиз. исслед. центр. механизмов некоторых сложных рефлексов, Докторск. дисс., 1949.
11. Лисица Ф. М. Бюллетень эксп. биологии, т. 12, в. 5—6, 261, 1941.
12. Майорчик В. Ч. и Спирин Б. Г. Вопросы нейрохирургии, т. 15, № 3, 3, 1951.
13. Макаров П. О. Физиологический журнал СССР, т. 33, № 31, 289, 1952.
14. Нарикашвили С. П. Труды Ин-та физиологии АН Груз. ССР, т. 8, 1950.
15. Оганесян С. С. Труды Ин-та физиологии АН Арм. ССР, III, 1950.
16. Ройтбак А. И. Гагрские беседы, т. 1, 1949.
17. Русинов В. С. Вопросы нейрохирургии, т. 17, № 1, 3, 1953.
18. Сеченов И. М. Pfl. Arch. 25, 281, 1881.

19. Сеченов И. М. Физиология нервных центров, 1891.
20. Толмасская Э. С. Бюлл. биол. и медицины, т. 26, в. 6, № 12, 413, 1948.
21. Adrian D. E. J. Physiol. 71, 121, 1931.
22. Adrian D. E. Electroenc. a. Clin. Neurophys. 2, 377, 1950.
23. Berger H. Arch. f. psychiatr. 97, 1, 6, 1932.
24. Beck A. Pfl. Arch. 155, 431, 1914.
25. Purpura D. a. Chatfield P. J. Neurophys., XV, № 4, 281, 1952.
26. Förster A. Цит. по Беритову, Сборник трудов Ин-та физиологии АН Груз. ССР, т. 5.
27. Ten Kate J., Wolter W. a. Koopmann Z. J. Neurophys., v. 10, № 3, 233, 1947.
28. Ten Kate J. J. de Physiol., 41, 3, 161, 1949.
29. Ten Kate J. Horsten G. a. Koopmann Z. Arch. int. Physiol. 55, 1, 1947.
30. Umrath K. Pfl. Arch. 234, 562, 1934.

Ա. Ա. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ՀԱԳԱՐԻ ՆՈՐՄԱԼ ԷԼԵԿՏՐՈՍՊԻՆՈԳՐԱՄՄԱՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Մինչև այժմ կենդանիների նորմալ էլեկտրոսպինոգրամման չի ուսումնասիրված: Հայտնի չեն մարդու նորմալ էլեկտրոսպինոգրամման:

Մեզ հաջողվեց առողջ ճագարների մոտ գրանցել ողնուղեղի «սպոնտան» էլեկտրական ակտիվությունը ողնուղեղում թաղված էլեկտրոդների միջոցով քրոնիկ փորձում:

Ստացված արդյունքները հետևյալն են՝

1. Պատկած ժամանակ ճագարի ողնուղեղը ցուցաբերում է «սպոնտան» էլեկտրական ակտիվություն, որում դանդաղ պոտենցիալների հաճախականությունը հավասար է մոտ 30-ի մեկ վարկյանում: Կանգնելու և քայլելու ժամանակ դանդաղ պոտենցիալները էլեկտրոսպինոգրամմայից անհետանում են, նրանց փոխարեն հանդես են գալիս տարբեր հաճախականության և ամպլիտուդիայի ակտոնային պոտենցիալներ: Նստելու ժամանակ լավ երևում են դանդաղ պոտենցիալները և մասամբ էլ ակտոնային պոտենցիալներ:

2. Ողնուղեղի սիմետրիկ մասերը ցուցաբերում են դանդաղ պոտենցիալների սինխրոնիզմ:

3. Հանգստի պայմաններում էլեկտրոսպինոգրամմայի և էլեկտրոէնցեֆալոգրամմայի միջև սինխրոն հարաբերությունը գոյություն չունի: Այդպիսին հանդես է գալիս աֆերենտ գրգիռների ժամանակ:

4. Ուղիղ աղիքի մեխանիկական և տերմիկ գրգիռները առաջացնում են ողնուղեղի «սպոնտան» էլեկտրական ակտիվության ուժեղացում և գանգուղեղի «սպոնտան» էլեկտրական ակտիվության թուլացում: