

Т. Г. УРГАНДЖЯН

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ДИНАМИЧЕСКОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ФУНКЦИЙ В СПИННОМ МОЗГУ

Исследование путей нервного процесса занимало и занимает большое место в физиологии, в связи с чем мы и поставили перед собой задачу изучить последствия и механизм компенсаторной приспособляемости у собак после одновременной перерезки передней и задней половины спинного мозга на разных уровнях.

Как известно из литературных данных, последствия и динамика восстановления нарушенных функций при одновременной перерезке передней и задней половин спинного мозга на разных уровнях до сих пор не изучались.

Нами был избран этот вид оперативного повреждения центральной нервной системы,

Для решения поставленных задач были оперированы 9 взрослых собак. У всех собак передняя половина спинного мозга перерезалась на уровне V, а задняя половина—на уровне XII грудного позвонка.

Для анализа наступающих явлений, кроме визуальных наблюдений и тщательного протоколирования нарушений, вызванных оперативным вмешательством, применялись следующие, более точные методические приемы исследования: выработка электрооборонительных двигательных условных рефлексов на акустические (звонок), зрительные (свет) и на кожно-механические (касалка) раздражители, с одновременной регистрацией дыхания; определение порогов сгибательного рефлекса, температуры кожи конечностей, а также чувствительности кожи конечностей к теплу (вода $T=80^{\circ}$) и к холоду (вода $T=-2,3^{\circ}$).

Все эти исследования производились на собаках сначала в здоровом состоянии, а после оперативного вмешательства—до предельного восстановления функций.

В наших исследованиях электрооборонительные двигательные условные рефлексы вырабатывались по шадящей двигательной методике Петропавловского. С помощью этой методики нам удалось выработать хорошо выраженные, четкие, тонические, защитные двигательные условные рефлексы. Условные двигательные рефлексы у собак подкреплялись раздражением задней поверхности плюсны правой ноги индукционным током, получаемым от индукционной катушки,

питавшейся электрическим током от городской сети через понижающий трансформатор. В целях максимальной точности работы перед каждым опытом определялся порог сгибательного рефлекса правой задней лапы, затем, на 1—1,5 см сблизив вторичную катушку санного аппарата, начинался опыт. Время действия условного раздражителя у собак с двигательным рефлексом во всех случаях 15 сек. Безусловный раздражитель включался в систему через 2—3 сек. Двигательная реакция конечности записывалась на ленте кимографа при помощи мареевских капсул. Порядок условных раздражителей и интервалы между ними были разными.

Подергивание раздражаемой ноги, считавшееся условной реакцией, характеризовалось по своему проявлению: выраженное (+++), среднее (++) и слабо (+).

Если подопытное животное в ответ на условный агент поднимало лапу до включения тока, то в течение всего периода действия условного раздражителя (15 сек.) оно не получало электрического тока. Положительные условные рефлексы у всех собак были выработаны на звонок (сильный), свет и касалку. Дифференцировочным раздражителем служил слабый звонок. Для выяснения скорости и характера выработки условных рефлексов до и после операции (одновременной двухсторонней перерезки передней и задней половины спинного мозга), все подопытные собаки были разделены на две группы. В первой группе подопытных собак (5 собак) мы вырабатывали двигательные электрооборонительные условные рефлексы и после их упрочения производили операцию. Во второй группе (4 собаки) сначала производилась операция, затем вырабатывались условные электрооборонительные рефлексы.

Сразу же после одновременной перерезки передней и задней половины спинного мозга на разных уровнях у собак имели место исключительно глубокие и довольно длительные нарушения моторных, сенсорных и вегетативных функций. В первые и последующие 10—15 дней после операции собаки лежали с вытянутыми ригидными конечностями. Укол, щипок кожи ниже уровня операции, сильное сдавливание лап и хвоста, электрические, термические раздражения не вызывали никакой двигательной реакции. Состояние глубокого спинального шока без существенных изменений сохранялось в течение 7—10 дней, после чего начиналось медленное и постепенное восстановление рефлекторного сгибания сперва передних (на 2—3-й день после спинальной операции), а затем (через 7—10 дней) задних конечностей.

Наблюдалось сравнительно медленное восстановление чувствительности на укол и холод. Чувствительность конечностей на механические раздражения и тепло восстановились довольно быстро (35—45 дней спустя после спинальной операции). Температура кожи задних конечностей была заметно повышена по сравнению как с нормальной температурой задних, так и с температурой передних конечностей.

Разница кожной температуры передних и задних конечностей достигала 4—8°C. Как показали наши наблюдения, восстановление кожной температуры происходит волнообразно и в пределах 1,5—2,5 месяцев достигает предельного уровня. У всех оперированных собак в течение 15—25 дней наблюдалось расстройство актов дефекации и мочеиспускания. Сперва (на 7—10-й день после операции) восстановилась нормальная функция прямой кишки, а спустя еще 7 дней, функция мочевого пузыря.

Порог сгибательного рефлекса конечностей к индукционному току, особенно задних, сильно повышался. Так например, если до спинальной операции порог сгибательного рефлекса задних конечностей имел 12—14 см расстояния между первичной и вторичной катушками индукционного аппарата Дю-Буа-Раймона, то после операции он составлял 8—10 см. Спустя 2,5—3 месяца, порог достиг предельной нормы.

Несмотря на хорошее питание, у многих собак наблюдалось некоторое исхудание; у некоторых в области тазобедренного сустава появились даже пролежни, выпадение шерсти и т. д. Все двигательные, чувствительные и вегетативные нарушения, вызванные одновременной перерезкой передней и задней половины спинного мозга на разных уровнях, у взрослых собак в течение 2,5—3,5 месяцев почти полностью исчезали и собаки могли стоять и довольно свободно ходить.

Следует отметить, что восстановление моторных функций происходит постепенно и очень медленно. Спустя месяц после операции, собаки передвигались при помощи передних лап, подтягивая на тыльной поверхности экстензированные ригидные задние лапы; спустя 30—60 дней после операции, оперированные собаки могли сидеть и стоять, а ходьба и бег восстанавливались через 75—100. Однако у некоторых подопытных собак моторика пораженных конечностей восстановилась не полностью.

Такой строго постепенный характер восстановления моторики является важным моментом, уже в какой-то мере указывающим на участие „научения“, „тренировки“ в восстановлении этих нарушенных функций. Момент постепенности в восстановлении нарушенных функций имеет известное значение, поскольку он является показателем „научения“, что у собак является преимущественно функцией коры большого мозга.

Для подтверждения, мы у всех собак вырабатывали электрооборонительные двигательные условные рефлексы с задних, т. е. с „пораженных“ конечностей.

Как показали наши опыты, у собак первой группы после спинальной операции защитные двигательные положительные условные рефлексы были угнетены. Они появились примерно спустя 75—100 дней после спинальной операции, но при этом дифференцировка оказывалась расторможенной. В станке собаки вели себя беспокойно, грызли лямки, ставили передние лапы на кормушку, громко лаяли.

выли, металась из стороны в сторону. Такое состояние повышенной возбужденности продолжалось недолго. После восстановления нормального фона условнорефлекторной деятельности собаки успокаивались и принимали свою обычную позу в станке. Необходимо отметить, как характерную черту патологии высшей нервной деятельности, неустойчивость общего фона условнорефлекторной деятельности оперированных собак. Резкие колебания величины условных положительных рефлексов отмечались не только в ближайшие дни, но даже в пределах одного опыта, причем эта неустойчивость условных рефлексов сохранялась у некоторых собак в течение длительного времени. У собак в послеоперационном периоде наблюдались фазовые явления.

После многократных подкреплений у оперированных собак восстанавливались и вырабатывались хорошо выраженные прочные тонические условные рефлексы. Эти рефлексы были живыми, ровными, не снижались к концу опытного дня, латентный период не превышал секунды. Однако дифференцировка в некоторой степени была нарушена, но через несколько дней уже имелись прочные тонические положительные условные рефлексы и абсолютная дифференцировка. Эти рефлексы почти ничем не отличались от рефлексов, выработанных до спинальной операции (рис. 1 и 2).

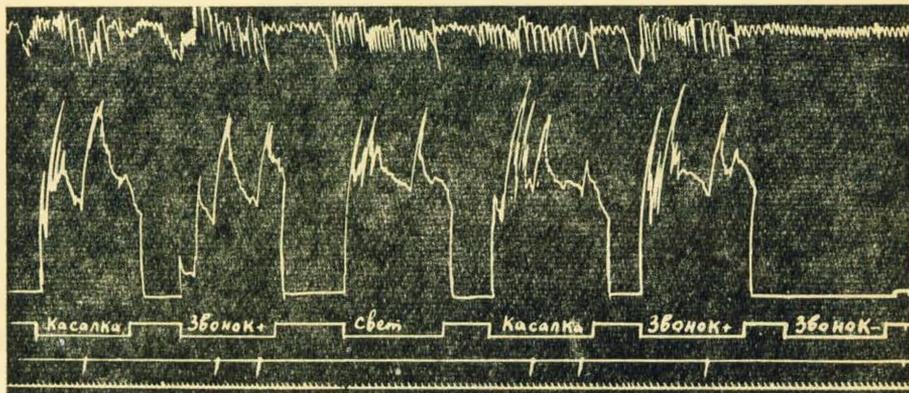


Рис. 1. Собака Каштапка. Электрооборонительные двигательные условные рефлексы до одновременной перерезки передней и задней половин спинного мозга. Обозначения сверху вниз: запись дыхательных движений, запись двигательной реакции задней конечности, отметка условного раздражителя, отметка безусловного раздражителя, отметка времени (деление равно 1 сек.), знак плюс означает положительный условный раздражитель, знак минус — отрицательный.

Для испытания силы тормозного процесса были применены следующие опыты: а) удлинение дифференцировки до 20—30 сек. б) прерывистое и непрерывистое угашение условной положительной реакции.

Пробы с прерывистым угашением положительной условной реакции на сильный раздражитель (звонки), произведенные до и после

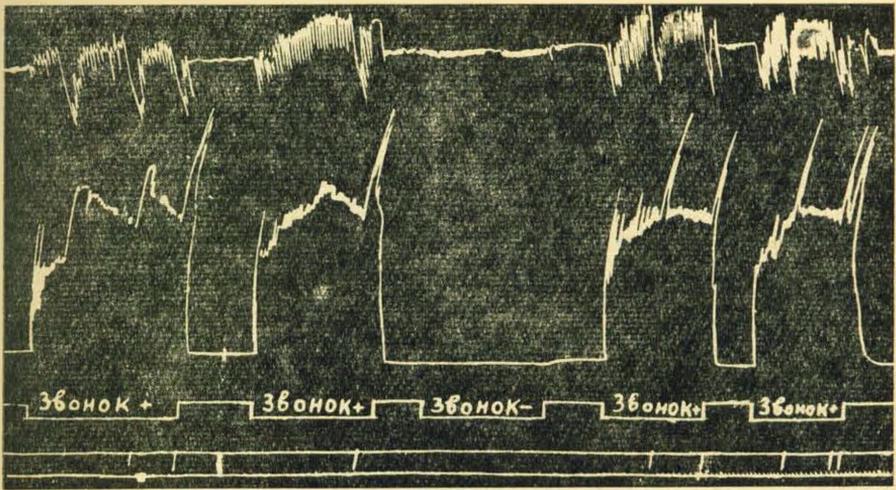


Рис. 2. Собака Каштанка. Электрооборонительные условные рефлексы после спинальной операции.
Обозначения те же.

спинальной операции, показали, что угасание в последнем случае протекает более равномерно и более быстро. Так например, если условный рефлекс на звонок угас на 9—15-ом неподкреплении, то до операции угасание наступало только на 40—50-м неподкреплении. Характер кривой угасания до операции и после нее был совершенно различный. Как показали наши опыты, при угашении положительной условной реакции до операции наблюдалась резко выраженная волнообразность, а после нее слегка выраженная с постоянной тенденцией к падению двигательного эффекта.

Пробы с непрерывным угашением показали, что после спинальной операции угашение происходило быстрее, чем до нее. Удлинение дифференцировки от 15 до 20—30 сек. в течение данного опыта, не дало каких-либо изменений условнорефлекторных реакций. Дифференцировка не растормаживалась и сохраняла свой абсолютный характер.

После спинальной операции на фоне пониженного тонууса нервных клеток и охранительного торможения в более ранние сроки выявляется меньшая растормаживаемость дифференцировки, даже если увеличивается время ее действия.

Таким образом, опыты с угашением и испытания с перенапряжением тормозного процесса с отчетливостью показали, что процессы торможения у подопытных животных обладали значительной силой. В более отдаленные сроки после спинальной операции отчетливо проявляется ослабление внутреннего торможения и, как следствие этого, растормаживание дифференцировки.

Для выяснения возможности выработки новых условных рефлексов после одновременной двухсторонней перерезки передней и задней половины спинного мозга на разных уровнях у собак первой группы

были введены в систему условных раздражителей новые условные агенты, а у собак второй группы мы начали выработку положительных и отрицательных условных рефлексов. Условные рефлексы на новые сигналы у собак первой группы вырабатывались довольно быстро и после образования оказались довольно прочными. У собак второй группы (4 собаки), как уже отметили, электрооборонительные двигательные условные рефлексы вырабатывались лишь только после спинальной операции в стадии восстановления функций стояния. Процесс образования условных рефлексов у них имел такой же характер и течение, как и у собак первой группы. После многократных подкреплений с восстановлением локомоторных и сенсорных функций нам удалось получить четкие, прочные и тонические условные рефлексы. На условные раздражители собаки второй группы сразу реа-

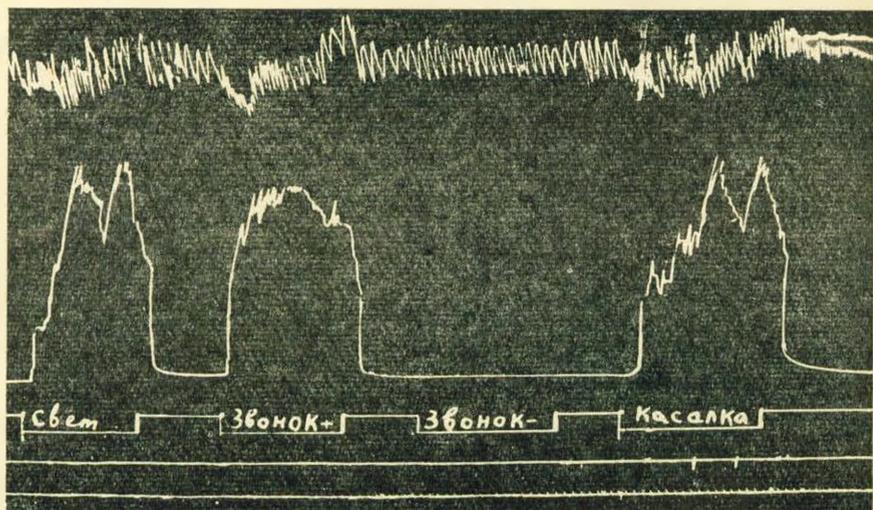


Рис. 3. Собака Желтая. Электрооборонительные условные рефлексы после одновременной перерезки передней и задней половин спинного мозга. Обозначения те же.

гировали подъемом лапы (рис. 3). Электрооборонительные условные рефлексы, выработанные вновь или восстановившиеся после спинальной операции, были довольно постоянными и прочными, но являлись астеничными; в первое время не имели тонического характера. С течением времени нам удалось получить четкие и тонические условные двигательные рефлексы.

На основании полученных данных, при помощи метода условных рефлексов, можно считать, что оба основных физиологических процесса, т. е. возбуждение и торможение, были в достаточной степени уравновешенными.

Далее, у этих собак изучалась возможность переключения путей условнорефлекторной деятельности с одной задней лапы на другую с целью оценки как участия коры больших полушарий головного

мозга в процессе компенсации функций, так и оценки состояния кожной чувствительности. Как известно, проблема переключения путей условных рефлексов как предмет специального экспериментального исследования впервые была выдвинута Э. А. Асратяном в 1936 г. Условия, при которых происходит изменение сигнального значения раздражителя, были названы факторами переключения. В наших опытах фактором переключений или переключателем служило перемещение манжетки от электродов и прибора для регистрации двигательной реакции лапы. Как показали наши опыты, у собак Желтая и Каштанка при перемещении манжетки от электродов и регистрирующего прибора с одной задней лапы на другую с первого же раза в первом же опыте получили эффект, а в дальнейшем всегда получали четкие условные реакции с той лапы, на которой находились манжетки от электродов и регистрирующего прибора (рис. 4).

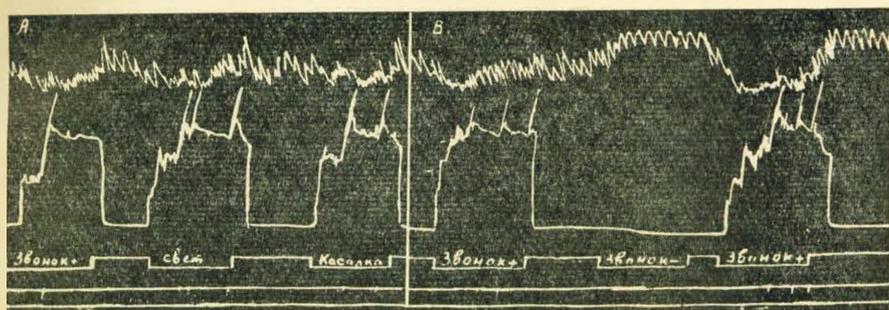


Рис. 4. Собака Желтая. Электрооборонительные условные рефлексы после одновременной перерезки передней и задней половины спинного мозга. Опыт с перемещением манжеток. А—манжетка электродов и прибора для регистрации движения лапы прикреплены к левой задней лапе. В—манжетка от электродов и прибора для регистрации движения лапы прикреплена к правой задней лапе, вместо обычно левой.
Обозначения те же.

На основании полученных данных можно заключить, что у взрослых собак с органическими поражениями центральной нервной системы имеет место переключение путей условнорефлекторной деятельности. Переключателем или фактором переключения явились манжетки от электродов и прибора для регистрации движения лапы.

Экстероцентивные импульсы с поверхности лапы, связанные с прикреплением манжеток от электродов и регистрирующего прибора, были достаточны для того, чтобы вызвать переключение путей, чтобы направить условные импульсы по новому маршруту.

Данные с перемещением манжеток и регистрирующего прибора позволяют утверждать, что у собак после одновременной двухсторонней перерезки передней и задней половины спинного мозга на разных уровнях не нарушается корковая локализация кожных раздражений. На основании полученных данных можно считать, что принцип переключе-

чения не только имеет место в деятельности нервной системы у собак с интактной нервной системой, но и у собак после такого сложного варианта оперативного вмешательства. В порядке рабочей гипотезы можно допустить, что благодаря возможности переключения путей условнорефлекторной деятельности, эти специфические особенности корковой деятельности становятся физиологически более совершенными, значительно увеличивают способности организма к точному и тонкому приспособлению даже после одновременной двухсторонней перерезки передней и задней половины спинного мозга на разных уровнях.

Данные, полученные при помощи „переключения“ путей в условнорефлекторной деятельности, дают нам возможность более близко подойти к выявлению и вскрытию механизма процесса компенсаторной приспособляемости. Следует отметить, что когда вырабатывались или восстанавливались ранее образованные электрооборонительные условные рефлексы с „пораженных“ задних конечностей, тогда их опорные и локомоторные функции еще оставались до некоторой степени расстроеными. Электрооборонительные двигательные условные рефлексы восстанавливались и вырабатывались значительно раньше, чем двигательная функция. Этот интересный факт говорит о том, что деятельность коры больших полушарий головного мозга включается в процесс восстановления функций в первую очередь. Как показали наши исследования, после спинальной операции в некоторой степени изменился и безусловный рефлекс. Если для выраженной реакции до спинальной операции требовалось 12—14 см, то для получения точно такой же безусловной реакции после операции требовалось сближение катушек санного аппарата примерно до 8—10 см, иначе говоря, в послеоперационном периоде резко выявилось повышение порога возбудимости.

Несколько слов о дыхательном компоненте. Дыхательный компонент всегда предшествовал двигательному, причем условная дыхательная кривая выражала заметное учащение, которое носило крайне нерегулярный характер. При угашении электрооборонительной двигательной условной реакции угашение двигательного компонента всегда предшествовало дыхательному. На основании полученных данных можно заключить, что условнорефлекторное изменение дыхательного компонента выявляется раньше двигательного и угашается гораздо позже него. Этот факт имеет важное биологическое значение.

Տ. Գ. ՈՒՐՂԱՆՋՅԱՆ

ՆՈՐ ՏՂՅԱԼՆԵՐ ՈՂՆՈՒՂԵՂԻ ՖՈՒՆԿՑԻԱՆԵՐԻ ԳԻՆԱՄԻԿ
 ԼՈԿԱԼԻԶԱՑԻԱՅԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ողնուղեղի առջևի ու ետևի կեսերի միաժամանակյա հատումից առաջացած խանգարումների և վերականգնման գինամիկայի վերաբերյալ գրականություն մեջ չկան ավյալներ:

Մեր առջև խնդիր գրեցինք ուսումնասիրելու ողնուղեղի առջևի ու ետևի կեսերի միաժամանակյա հատումից առաջացած խանգարումները և նրանց վերականգնման գինամիկան:

Ուսումնասիրելով նոր տիպի օրգանական փաստվածքից առաջացած՝ ֆունկցիաների խանգարումների կլինիկան և նրանց վերականգնման գինամիկան, կատանանք նոր, ցատտուն ավյալներ ողնուղեղի ֆունկցիաների գինամիկ լոկալիզացիան պարզաբանելու գործում:

Ողնուղեղի առջևի կեսի հատումը կատարվել է կրծքային 5-րդ սղերի մակարդակում, իսկ ետևի կեսինը՝ 12-րդ կրծքային ողերի մակարդակում:

Փորձերը գրվել են 9 հասուն շների վրա: Ստացված փորձնական արդյունքների ավյալների հիման վրա գալիս ենք հետևյալ եզրակացություններին.

1. Ողնուղեղի առջևի ու ետևի կեսերի միաժամանակյա հատումը տարբեր հատվածներում առաջացնում է բավական խոր արտահայտված շարժողական, վեգետատիվ և դեպոզոզական ֆունկցիաների խանգարումներ, որոնք 3—4 ամսվա ընթացքում համարյա լրիվ անհետանում են:

2. Վնասված ֆունկցիաների նորմալացումից հետո վիրահատված շները բավական ազատ կանգնում, քալում և վազում են, օգտագործելով բոլոր վերջավորությունները, քիչ տարբերվելով նորմալ կենդանիներից:

3. Վիրահատման ենթարկված շների մոտ ոչ միայն հնարավոր է դառնում վերականգնել նախորդ մշակված էլեկտրապաշտպանողական պայմանական ռեֆլեքսները, այլև մշակել նորերը:

4. Էլեկտրապաշտպանողական պայմանական ռեֆլեքսների մշակումն ու վերականգնումը կատարվում է ավելի շուտ, քան լրիվ անհետանում են առաջացած շարժողական խանգարումները:

5. Դրական պայմանական ռեֆլեքսների մարումն օպերացիայից հետո տեղի է ունենում ավելի արագ, քան օպերացիայից առաջ:

6. Ստացված ավյալները որոշակի նշանակություն ունեն ողնուղեղի ֆունկցիաների գինամիկ լոկալիզացիան ուսումնասիրելու ասպարեզում: