

ФИЗИОЛОГИЯ

Т. Г. Урганджян

**Роль коры больших полушарий головного мозга в компенсаторных приспособлениях после перерезки передней половины спинного мозга у собак\*.**

(Представлено Л. А. Оганесяном 1 III 1955)

Изучение физиологических функций организма после различного рода органических повреждений как центральной нервной системы, так и периферических органов и разработка общей теории пластичности является одной из важных проблем современной физиологии и медицины.

Вот почему И. П. Павлов, касаясь этой темы, в 1932 г. писал: *„Мне кажется, что до сих пор специально в физиологии нервной системы недостаточно оценен и даже не формулируется ясно и постоянно этот в высшей степени важный принцип“*<sup>(1)</sup> (принцип пластичности — Т. У.).

Многими экспериментаторами изучались последствия различного рода хирургических повреждений спинного мозга — перерезка боковой половины, перерезка задних половин и задних столбов, расщепление отдельных сегментов и т. д., а также динамика восстановления нарушенных функций. Э. А. Асратян и его сотрудники показали, что у высших животных кора больших полушарий головного мозга играет при вышеуказанных вариантах повреждений спинного мозга решающую роль в процессе восстановления нарушенных функций.

Неизученными в этом комплексе исследований оставались последствия перерезки передней половины спинного мозга и механизм компенсаторных приспособлений после этого повреждения. Исследованием этого вопроса в лаборатории Э. А. Асратяна мы и занялись.

Мы поставили перед собой задачу: во-первых, по возможности детально и систематически в условиях длительного хронического эксперимента изучить картину нарушений и динамику восстановления функций (собак) после перерезки передней половины спинного мозга; во-вторых, выяснить роль коры больших полушарий головного мозга в развитии компенсаторных приспособлений после этой операции.

\* Работа выполнена в Физиологической лаборатории АН СССР.

Для решения этих задач было оперировано 13 собак. Передняя половина спинного мозга перерезалась на уровне средних грудных позвонков. В целях изучения характера нарушений, вызванных этой операцией, а также в целях изучения динамики развития компенсаторных приспособлений, были использованы следующие тесты физиологических исследований.

1) Систематические клинические наблюдения за состоянием животных с фотографированием, киносъемкой и протоколированием поведения их на различных этапах восстановления функций. 2) Выработка электрооборонительных условных рефлексов в норме и после оперативного вмешательства. 3) Определение порогов сгибательного рефлекса. 4) Измерение тонуса мышц задних конечностей. 5) Измерение температуры кожи конечностей. 6) Измерение хронаксии моторных нервов задних конечностей и изучение утомляемости мышц.

Все эти исследования проводились на собаках сначала в здоровом состоянии, а в дальнейшем после каждого оперативного вмешательства; а именно: после перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного из больших полушарий головного мозга. Исследования проводились до предельного восстановления нарушенных функций, а после удаления коры второго полушария большого мозга в течение 6 месяцев.

У всех подопытных собак поперечная перерезка передней половины спинного мозга вызывала исключительно глубокие и довольно длительные нарушения двигательных, чувствительных и вегетативных функций организма ниже уровня перерезки.

После операции наблюдался глубокий спинальный шок, выражающийся в отсутствии рефлекторных движений на механическое раздражение конечностей — кратковременное (в течение 8—36 часов) на передних и довольно длительное (3—5 дней) — на задних. После указанных сроков начиналось весьма медленное и постепенное восстановление угасшей рефлекторной активности конечностей, рефлекторные движения хотя и появились, но были слабо выражены.

После спинальной операции нарушается функция стояния, ходьбы и бега, наблюдается быстрая утомляемость сгибательного рефлекса, заметно удлиняется моторная хронаксия нервов задних конечностей и повышается тонус их мышц, особенно разгибательной группы. Наряду с этим повышается порог сгибательного рефлекса, значительно повышается температура кожи парализованных конечностей, наблюдается расстройство функций тазовых органов, появляются трофические язвы и исхудание ниже уровня операции.

Все оперированные собаки на второй день после операции могли сидеть. Функция ходьбы и бега почти полностью восстановилась у молодых собак через 25—30 дней, у старых через 30—40 дней. По мере восстановления двигательных функций, хронаксия моторных нервов задних конечностей укорачивалась до величины хронаксии, полученной в норме; удлинялось время рефлекторной утомляемости сги-

бательного рефлекса задних конечностей, восстанавливался нормальный тонус мышц обеих задних конечностей; полностью восстанавливалась нормальная температура кожи; понижался порог сгибательного рефлекса до нормы. Следует отметить, что процесс восстановления моторики совпадает с восстановлением ранее образованных, но исчезнувших после операции электрооборонительных условных рефлексов.

Постепенный характер восстановления нарушенных функций у собак, как неоднократно подчеркивал Э. А. Асратян (-), уже может служить косвенным доказательством условно рефлекторного механизма компенсаторных приспособлений.

Об участии коры больших полушарий головного мозга в восстановлении утраченных функций еще ярче свидетельствуют данные о возможности выработки двигательных электрооборонительных условных рефлексов после операции с задних конечностей.

Для выяснения скорости и характера выработки условных рефлексов до и после операции (перерезки передней половины спинного мозга, удаления коры одного из больших полушарий головного мозга) все подопытные собаки были разделены нами на три группы. У первой группы подопытных животных (4 собаки) мы вырабатывали электрооборонительные условные рефлексы на звонок, свет и касалку еще в здоровом состоянии и лишь после их закрепления производили перерезку передней половины спинного мозга. У второй группы (2 собаки) сначала перерезали переднюю половину спинного мозга и после этого вырабатывали условные рефлексы. У животных третьей группы (2 собаки) электрооборонительные условные рефлексы впервые вырабатывали после двух операций: перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного из больших полушарий головного мозга.

У здоровых собак для выработки условных рефлексов требовалось 20—25 сочетаний условного и безусловного раздражителей. После перерезки передней половины спинного мозга образованные ранее условные рефлексы исчезали и появлялись лишь после дополнительного применения еще 17—22 сочетаний (рис. 1 и 2). У собак второй

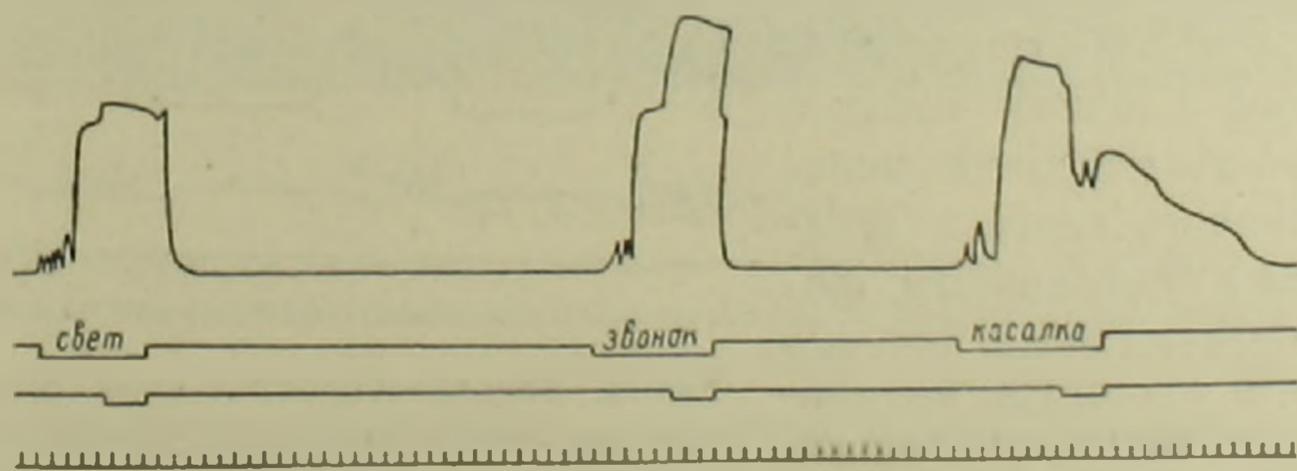


Рис. 1. Электрооборонительные условные рефлексы до операции (собака „Асланка“).

Обозначения сверху вниз: запись двигательной реакции конечности, отметка условного и безусловного раздражения, отметка времени (деление равно 1 сек.).

группы, у которых условные рефлексы впервые вырабатывались после перерезки передней половины спинного мозга. для выработки условных рефлексов на свет, касалку и звонок требовалось 45—75 сочетаний. У собак третьей группы, у которых условные рефлексы впервые вырабатывались после перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного полушария, для образования новых условных рефлексов требовалось 180—220 сочетаний (рис. 3).

Тот факт, что условные рефлексы могли быть образованы и у собак второй и третьей группы, с особой убедительностью доказывает наличие связи коры больших полушарий головного мозга с пораженными, задними конечностями, несмотря на анатомический перерыв пирамидных путей, проходящих в передней половине спинного мозга, и этим самым обосновывает наш основной вывод о решающей роли коры больших полушарий головного мозга в осуществлении компенсаторных приспособлений и после изученного нами повреждения спинного мозга. Однако, чтобы получить прямое доказательство в пользу предположения о решающей роли коры больших полушарий головного мозга в процессе компенсации описанных нарушений и установить пределы этого участия, мы хирургическим

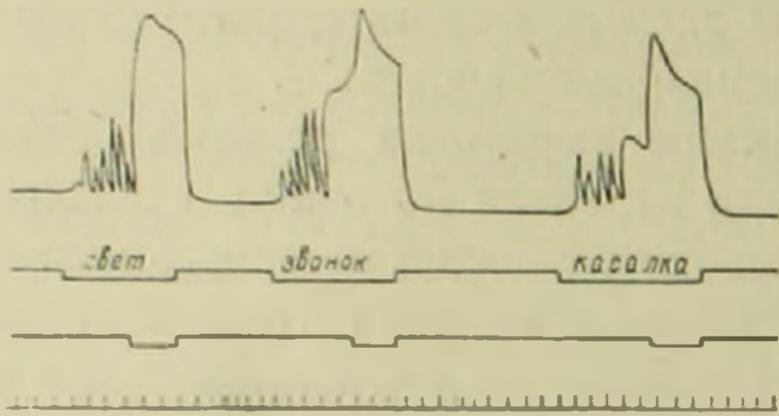


Рис. 2 Электрооборонительные условные двигательные рефлексы после перерезки передней половины спинного мозга. (Собака „Асланка“.) (Обозначения см. рис. 1).

путем удаляли кору больших полушарий головного мозга у наших подопытных животных.

Удаление коры больших полушарий головного мозга мы обычно производили в два приема. Сначала удалялась кора одного из больших полушарий, а затем, через несколько месяцев, т. е. после вторичного развития компенсаторных приспособлений до предельного уровня, удалялась кора больших полушарий головного мозга и с другой стороны. С этой целью у девяти собак с перерезанной передней половиной спинного мозга и установившимся предельным фоном компенсаторных приспособлений и прочными выработанными условными рефлексами была удалена кора больших полушарий: у пяти собак слева и у четырех — справа. В хронических условиях от 4 до 18 месяцев под наблюдением было шесть собак.

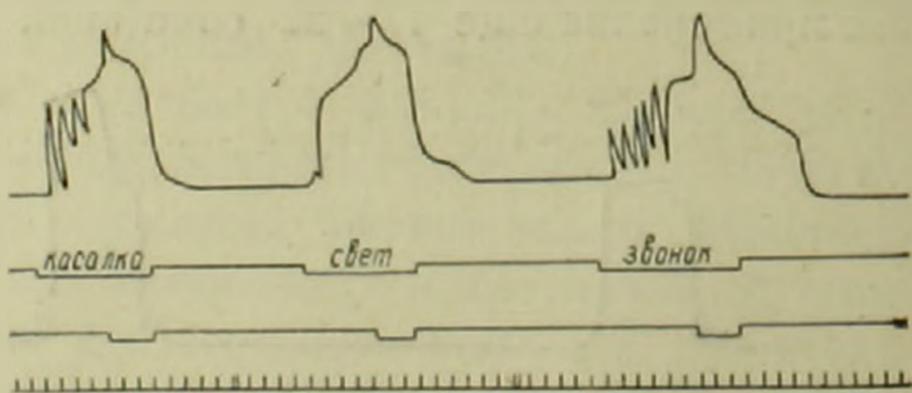
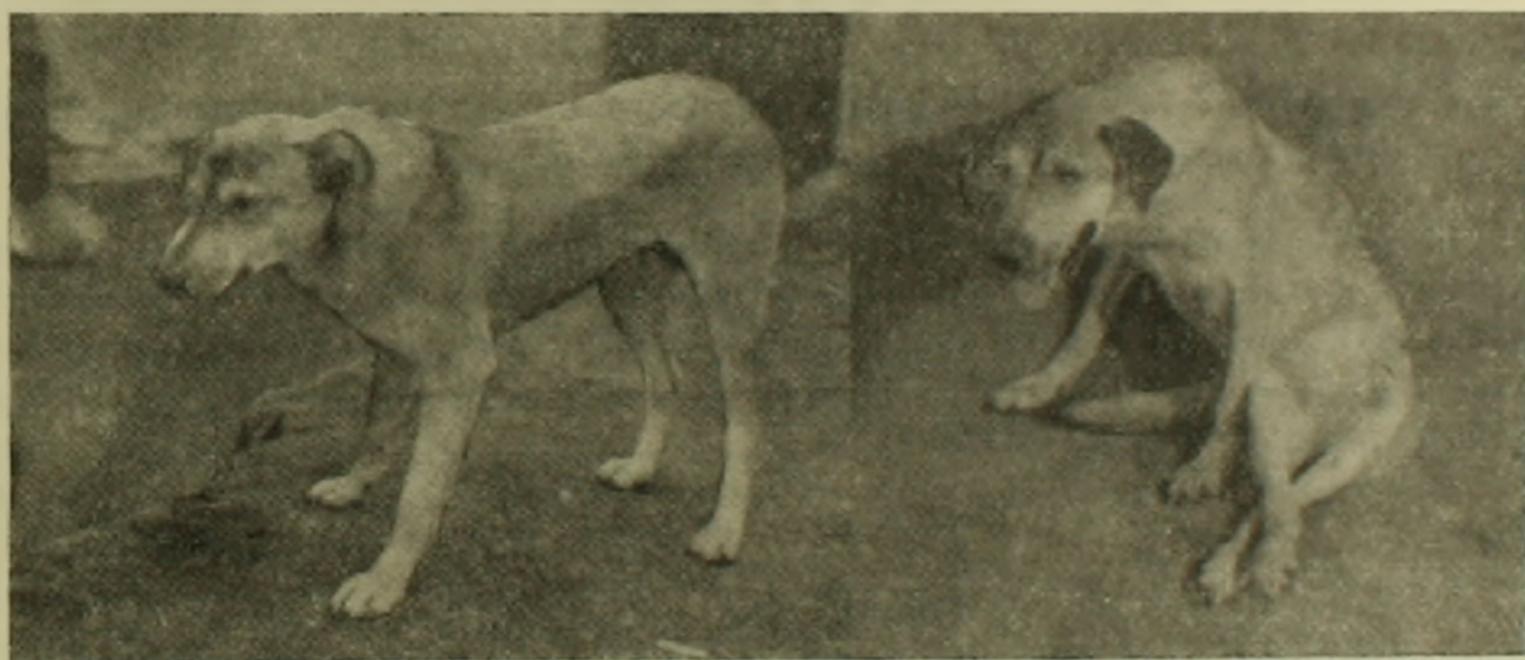


Рис. 3. Электрооборонительные условные рефлексы после перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного из больших полушарий головного мозга. (Собака „Шоколадная“.) (Обозначения см. рис. 1).

После удаления коры больших полушарий головного мозга с одной стороны у всех собак наблюдался полный моторный паралич зад-

них и быстро проходящий — передних конечностей. С пятого-шестого дня у всех собак появлялась та же картина нарушений, которая наблюдалась после перерезки передней половины спинного мозга. Все эти нарушения функций были особенно резко выраженными на стороне, противоположной корковой операции, однако, с течением времени нарушенные функции вновь восстанавливались, правда в более длительные сроки, чем после первой операции. Спустя 1,5 — 2 месяца после удаления коры одного из больших полушарий головного мозга, в моторике собак достигалась та же степень совершенства, какая была до операции: они начинали свободно пользоваться задними конечностями при ходьбе, беге и игре.

Спустя 4 месяца после удаления коры одного из больших полушарий головного мозга, с одной стороны у пяти собак была удалена кора второго полушария. Удаление коры второго полушария большого мозга у всех собак снова вызывало глубокие моторные, чувствительные и трофические нарушения, т. е. полное исчезновение ранее образованных компенсаторных приспособлений. Картина нарушения функций организма, вызванная третьей операцией, т. е. удалением коры второго полушария, была в основном такой же, какую мы наблюдали после перерезки передней половины спинного мозга и повторно наблюдали после удаления коры одного из больших полушарий головного мозга, но восстановление нарушенных функций у этих собак не наступило.



а

б

Рис. 4. Собака „Дамка“.

а — после перерезки передней половины спинного мозга и удаления коры одного из больших полушарий головного мозга; б — после удаления коры второго полушария головного мозга.

У всех четырех подопытных животных после удаления коры второго полушария опорные и локомоторные функции задних конечностей, т. е. функции стояния, ходьбы и бега не восстановились в течение 6—7 месяцев наших наблюдений (рис. 4а, б). Ранее образованные электрооборонительные условные рефлексы у них бесследно исчезли и больше не восстанавливались.

В отличие от соматических функций, вегетативные функции у этих собак со временем в значительных пределах восстановились.

Это свидетельствует о том, что соматические и вегетативные функции подчиняются корковой регуляции не в одинаковой степени.

Соответствующие сдвиги в тонусе мышц и хронаксии нервов, в рефлекторной возбудимости и температуре конечностей после удаления коры одного и двух полушарий представляют собой существенное подтверждение этого положения.

Общим и наиболее существенным заключением из полученных нами данных является следующее: у взрослых собак кора больших полушарий головного мозга играет решающую роль в восстановлении двигательных, чувствительных и вегетативных функций организма, нарушенных весьма глубоко и длительно в результате перерезки передней половины спинного мозга на уровне средних грудных позвонков.

Свою ведущую роль в развитии сложных компенсаторных приспособлений в изученном нами варианте хирургического повреждения спинного мозга кора осуществляет посредством образования новых условно рефлекторных связей, посредством своего трофического влияния на нижележащие отделы центральной нервной системы и регуляции безусловно рефлекторной деятельности.

Институт физиологии  
Академии наук Армянской ССР,  
Физиологическая лаборатория  
Академии наук СССР

#### Տ. Գ. ՈՒՐՂԱՆՋՅԱՆ

### Մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի ղերը կոմպենսատոր հարմարողականության պրոցեսում ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքից հետո

Ա. Ն. Հասրաթյանի կողմից մեր առաջ խնդիր էր դրված՝ հնարավորության սահմաններում մանրակրկիտ և սիստեմատիկ կերպով փորձի քրոնիկական սլայմաններում ուսումնասիրել առաջացած խանգարումները և ֆունկցիաների վերականգնման զինամիկական ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքի ժամանակ, ապա պարզել մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի ղերն այդ պրոցեսում:

Առաջադրված խնդրի կատարման համար օպերացիայի են ենթարկվել 13 մեծահասակ շներ:

Ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքը բոլոր շների մոտ առաջացնում է շարժողական, զգացողական և վեգետատիվ ֆունկցիաների խորը և երկարատև խանգարումներ:

Այդ խանգարումները երիտասարդ շների մոտ 25—30 օրվա, իսկ մեծահասակ շների մոտ 30—40 օրվա բնթացքում լրիվ վերանում են:

Մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի ղերն ողնուղեղի առաջնային կեսի կտրվածքից առաջացած խանգարումների վերականգնման պրոցեսում ցույց է տալիս այն փաստը, որ հիշյալ սլայմաններում հնարավոր է մշակել էլեկտրո-սլաշտսլտնողական սլայմանական ռեֆլեքսներ:

Մեծ ուղեղի կիսագնդերի կեղևի ղերը վերականգնման պրոցեսներում ուղղակի ճանապարհով ցույց տալու համար վերոհիշյալ շների մոտ կատարված է կիսագնդերի կեղևի երկկողմանի հեռացում:

Ստացված տվյալները ցույց են տալիս, որ վերոհիշյալ սլայմաններում տեղի է ունենում զեկոմսյենսացիա, մշակված սլայմանական ռեֆլեքսների լրիվ վերացում, որոնք ենթակա չեն վերականգնման:

#### ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

<sup>1</sup> И. П. Павлов, Полное собрание трудов, т. III, 1951. <sup>2</sup> Э. А. Асратян, Физиология центральной нервной системы, 1953.