

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА

А. С. АНДРЕАСЯН

К ВОПРОСУ КОМПЕНСАТОРНОЙ ПРИСПОСОБЛЯЕМОСТИ
ПРИ РАСЩЕПЛЕНИИ ПОЯСНИЧНОГО УТОЛЩЕНИЯ
СПИННОГО МОЗГА В ФИЛООНТОГЕНЕЗЕ

Изучение проблемы компенсаторной приспособляемости нервной системы имеет большое практическое и теоретическое значение для медицины и общей биологии.

Эта проблема обратила на себя внимание ряда клиницистов и экспериментаторов прошлого и настоящего века—И. М. Сеченов, И. П. Павлов, С. М. Бехтерев, Г. И. Россолимо, Броун-Секар, Гольц, Эвальд, Магнус, Асратян и др.

Были проведены различные исследования компенсаторной приспособляемости нервной системы после различных типов оперативного вмешательства, а также и после продольного расщепления различных частей спинного мозга. Последствия и ход восстановления нарушенных функций после отмеченного выше вида оперативного вмешательства изучали Галлен, Ван-Ден, Нассер, Федер, Фолькмон, Валентин, Броун-Секар, Бехтерев, Гольцингер, Россолимо, Альберт и Гроунбау, Тен-Кате, Барсегян, Стефанцов, Иванова и др.

Несмотря на то, что еще в 1835 г. Нассер (Nasser [13]) исследовал последствия расщепления спинного мозга, однако впервые серьезно этим вопросом занялся Броун-Секар [7]. Расщепляя различные части спинного мозга, он пришел к выводу, что «перекрест» имеет место не только в вышерасположенных частях центральной нервной системы, но и в спинном мозгу.

В дальнейшем Россолимо [10], производя продольное расщепление поясничного утолщения спинного мозга и более подробно исследуя проводящие пути, пришел к выводу, что в поясничном утолщении спинного мозга двигательные пути не «перекрещиваются», а чувствительные пути «перекрещиваются». Сеченов [11] исследовал у лягушек характер рефлекторной деятельности расщепленного спинного мозга. Позднее Тен-Кате [2], производя продольное расщепление и поперечное сечение верхнего угла расщепленного участка спинного мозга, показал, что друг от друга разделенные части пояснично-крестцовой области способны выявить ряд простых рефлекторных процессов.

Барсегян [3—6] в лаборатории Асратяна, исходя из полученных экспериментальных данных, отмечает, что у лягушек симметричные от-

дела спинного мозга, которые отделены продольным разрезом, но соединены вышерасположенными частями спинного мозга и центральной нервной системы, не способны проявить сложной координированной деятельности в отношении друг друга. Следовательно, в основе компенсации нарушения спинномозговой координации лежит целостность сегментов той части спинного мозга, которая непосредственно иннервирует конечности.

Обобщая полученные результаты работ, касающиеся физиологии расщепленного спинного мозга, Э. А. Асратян [1] пришел к выводу, что у щенков раннего возраста, в отличие от взрослых собак, возможно восстановление двигательных и вегетативных функций организма после продольного сагитального расщепления спинного мозга в области сегментов, иннервирующих передние и задние конечности.

Следует отметить, что из вышеуказанных авторов очень немногие (Барсегян, Стефанцов, Иванова) проводили исследования, касающиеся динамики компенсаторной приспособляемости после продольного расщепления сегментов поясничного утолщения спинного мозга у животных, находящихся на различных этапах фило- и онтогенетического развития, а у черепах и кур отмеченные исследования не проводились. При этом нами учитывались указания Э. А. Асратяна о том, что полную картину динамики восстановления нарушенных функций могут дать фило-онтогенетические исследования.

К исследованию вышеуказанного вопроса у черепах и кур мы приступили по предложению и под руководством Л. А. Матиняна. В хронических условиях опыта мы должны были разрешить следующие конкретные вопросы: 1. Исследовать нарушенные двигательные чувствительные и вегетативные функции, которые имеют место после отмеченной операции. 2. Подробно и систематически исследовать динамику восстановления нарушенных функций. 3. Выяснить предел пластичности нервной системы в фило-онтогенезе этих животных при указанной операции. 4. Выяснить особенности протекания условных рефлексов.

Методика исследования. Опыты были поставлены на 18 черепахах, из которых 6 от 3—5 лет, 12—выше 6 лет; на 21 птице, из которых 5 кур, 4 петуха, 12 цыплят; а также на кроликах в онтогенезе (совместно с Мирзояном). Материалы последних исследований представлены в виде отдельной статьи.

У всех животных производилось продольное расщепление поясничного утолщения спинного мозга. Для исследования изменений двигательных, чувствительных и вегетативных функций у интактных и сперированных животных были использованы следующие методические приемы:

1. Клинические наблюдения хода восстановления нарушенных двигательных функций, протоколирование наблюдений и фотографирование этих животных после оперативного вмешательства на разных этапах восстановления нарушенных функций организма.

2. Выработка электрооборонительных условных рефлексов у черепах и птиц до и после операции.

3. Определение порога возбудимости, измерение мышечного тонуса и температуры кожи задних конечностей до и после операции на разных этапах восстановления.

Последствие расщепления поясничного утолщения спинного мозга у черепах. После указанной операции у черепах наблюдается нарушение двигательных и чувствительных функций задних конечностей, кроме этого наблюдается также слабое нарушение вегетативных функций (мочеиспускание и акт дефекации), причем последние быстро восстанавливались.

После операции падает мышечный тонус задних конечностей, но не полностью. В определенной степени он сохраняется, благодаря чему животное задние конечности держит в полусогнутом положении (рис. 1).

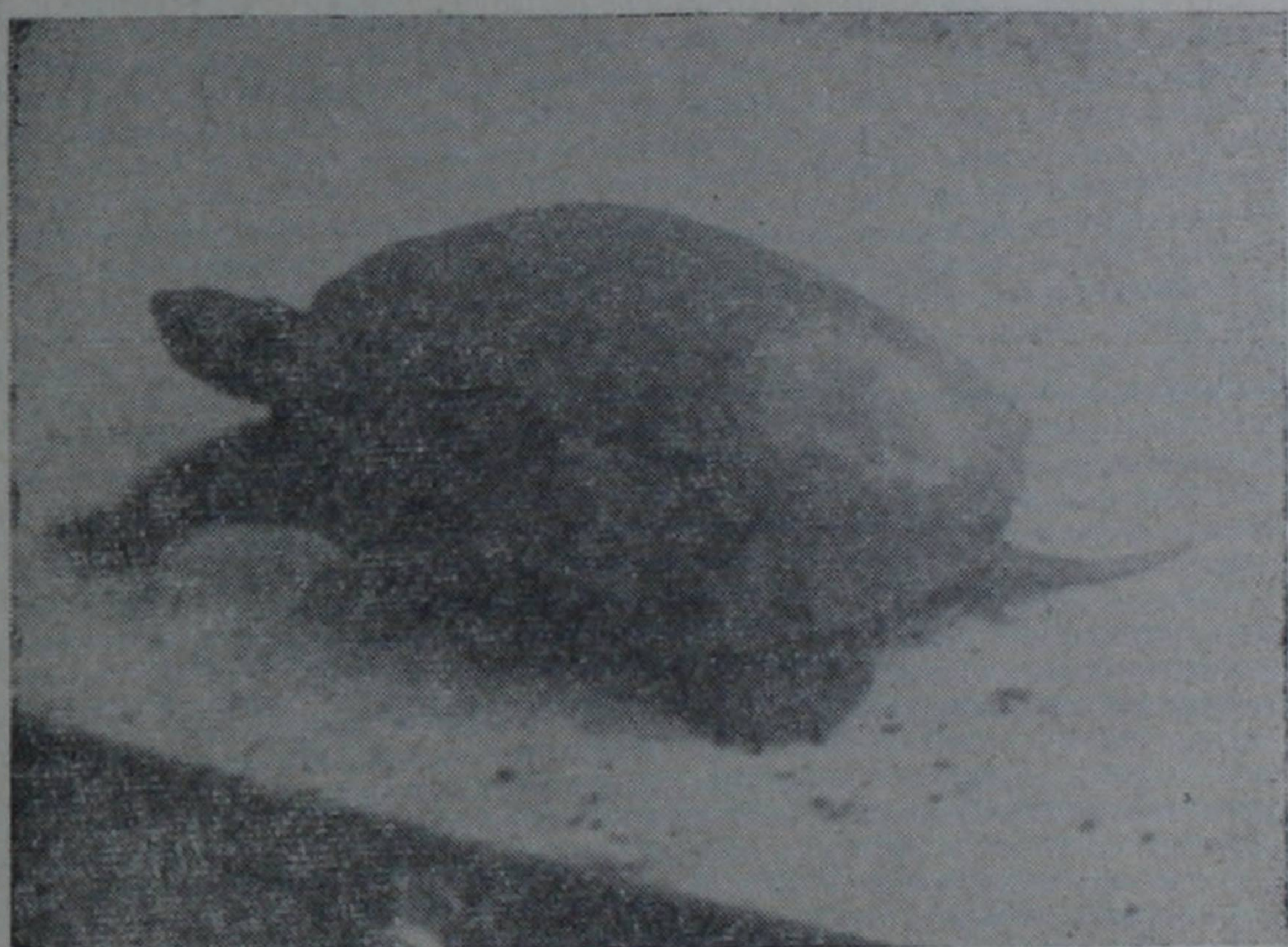


Рис. 1 Походка черепахи после расщепления поясничного утолщения спинного мозга.

В дальнейшем как в тонусе, так и в двигательных функциях изменения в смысле восстановления незначительны в течение 1,5—2 мес. Например, у черепахи № 9 до операции тонус мышц задних конечностей был 2,5—3 кг, после операции он упал и стал равным 0,6 кг, который при очень незначительных изменениях сохранился и в дальнейшем (рис. 2).

Чувствительность к электрическому току после операции сохраняется, хотя и изменяется со стороны задних конечностей. В течение первых 2—3 дней наблюдается ее определенное падение, которое, однако, быстро проходит. Например, у той же черепахи порог рефлекторной возбудимости задних конечностей в отношении гальванического тока после операции достигал 37,2 вольт. Однако на 3—4-й день порог снизился до нормы (рис. 3).

Условные рефлексы были выработаны у 8 взрослых черепах, из которых у 5-ти до, а у 3-х после операции. Выяснилось, что расщепление

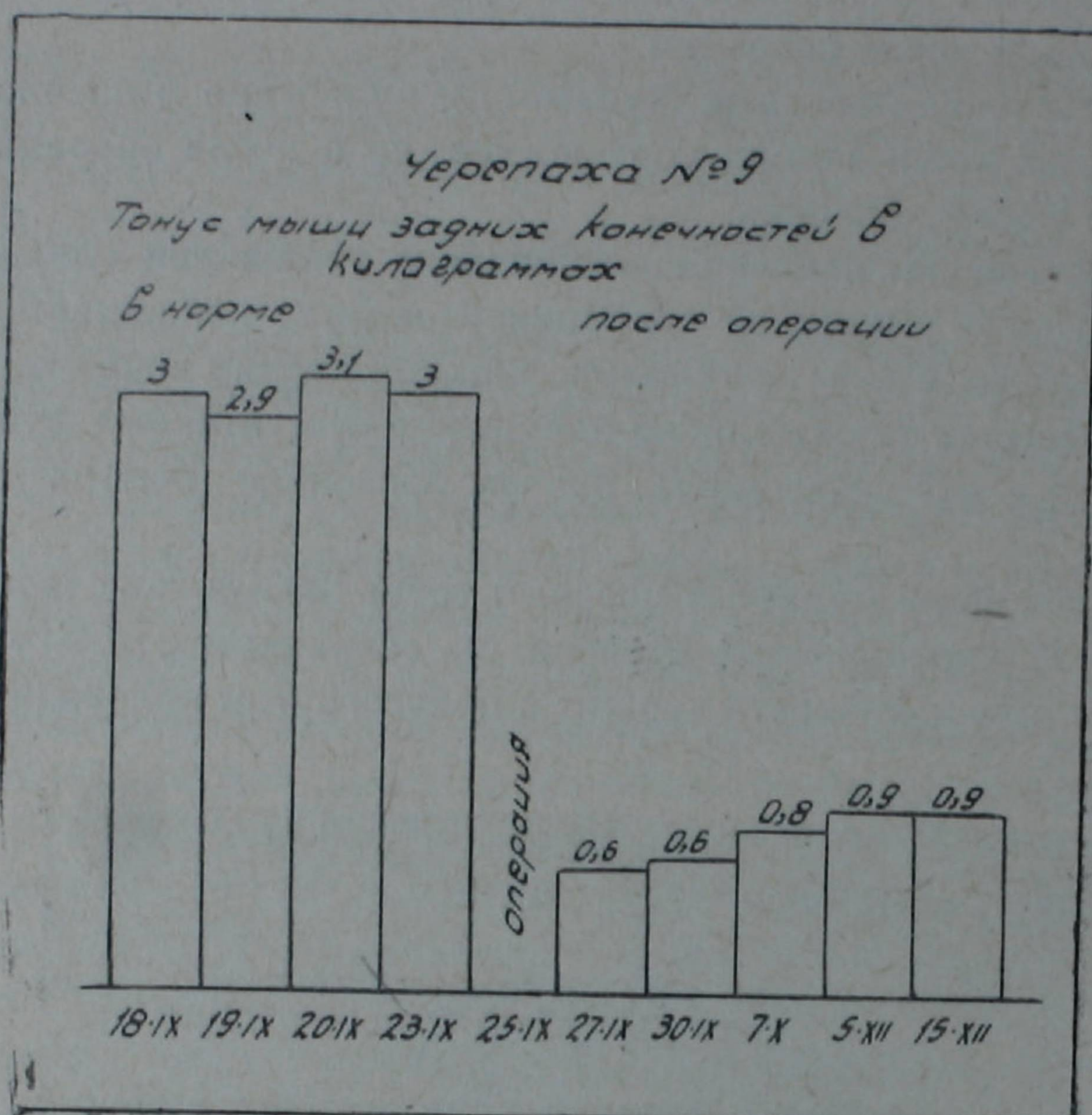


Рис. 2.

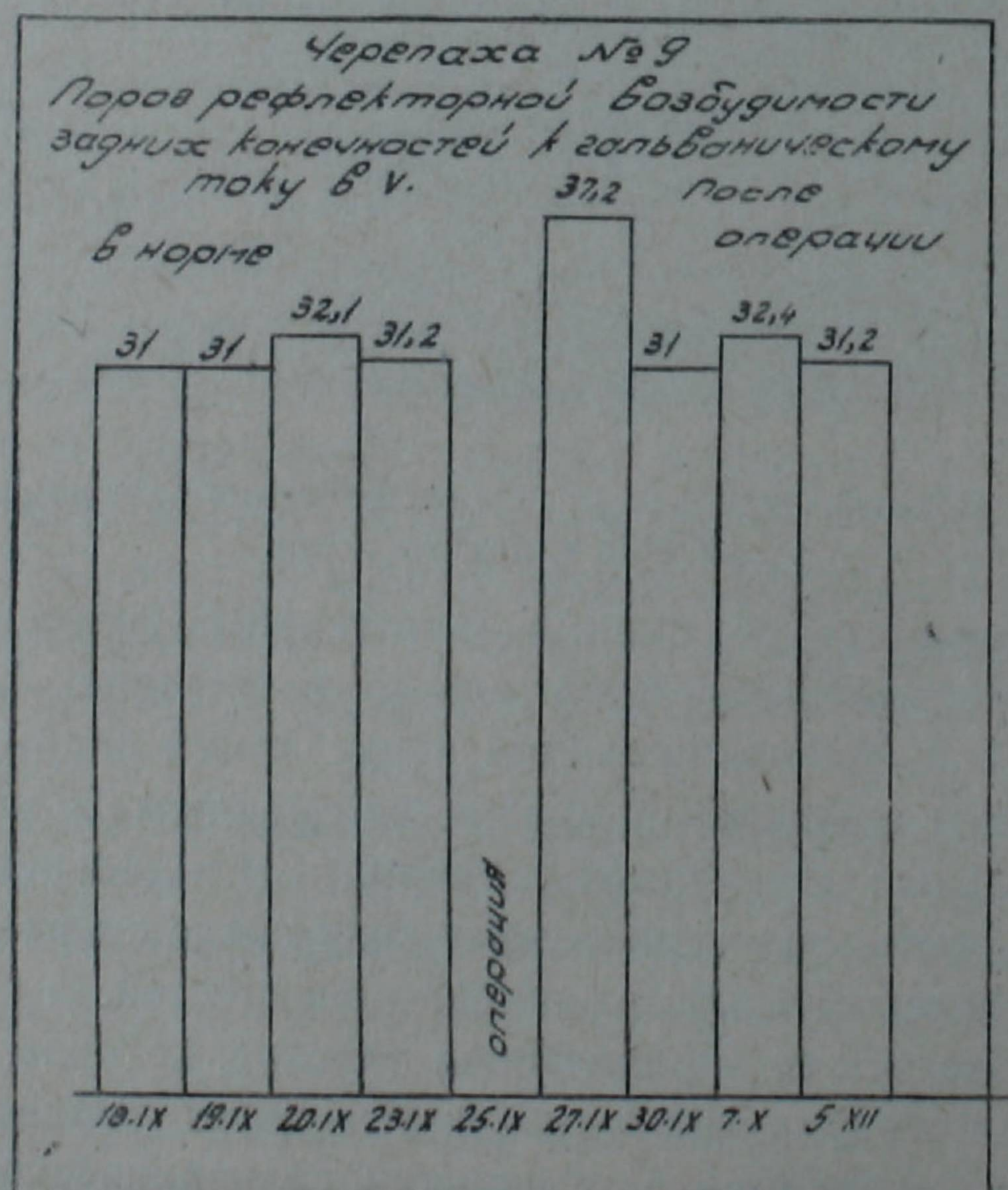


Рис. 3.

поясничного утолщения спинного мозга не оказывает заметного влияния на ход выработки условных рефлексов. Если в норме необходимо 15—20 сочетаний, чтобы выработать электрооборонительный условный рефлекс с задних конечностей, то после операции он вырабатывается при 25—30 сочетаниях. Условные рефлексы, выработанные до операции, восстанавливаются после 3—4 сочетаний. В качестве примера приводится кимографическая запись выработанных условных рефлексов у черепахи № 6 после операции (рис. 4). Хорошо выраженные рефлексы появились после 18 сочетаний.

Наблюдения показали, что та же самая операция у черепашек (3—5-летних) вызывает слабые функциональные нарушения со стороны задних конечностей. Черепашки после операции при передвижении пользовались задними конечностями, неправильно ставя их, а когда останавливались, то не прятали их полностью под панцырем. Однако в течение 2—3 мес. эти нарушения исчезали и черепашки ходили нормально.

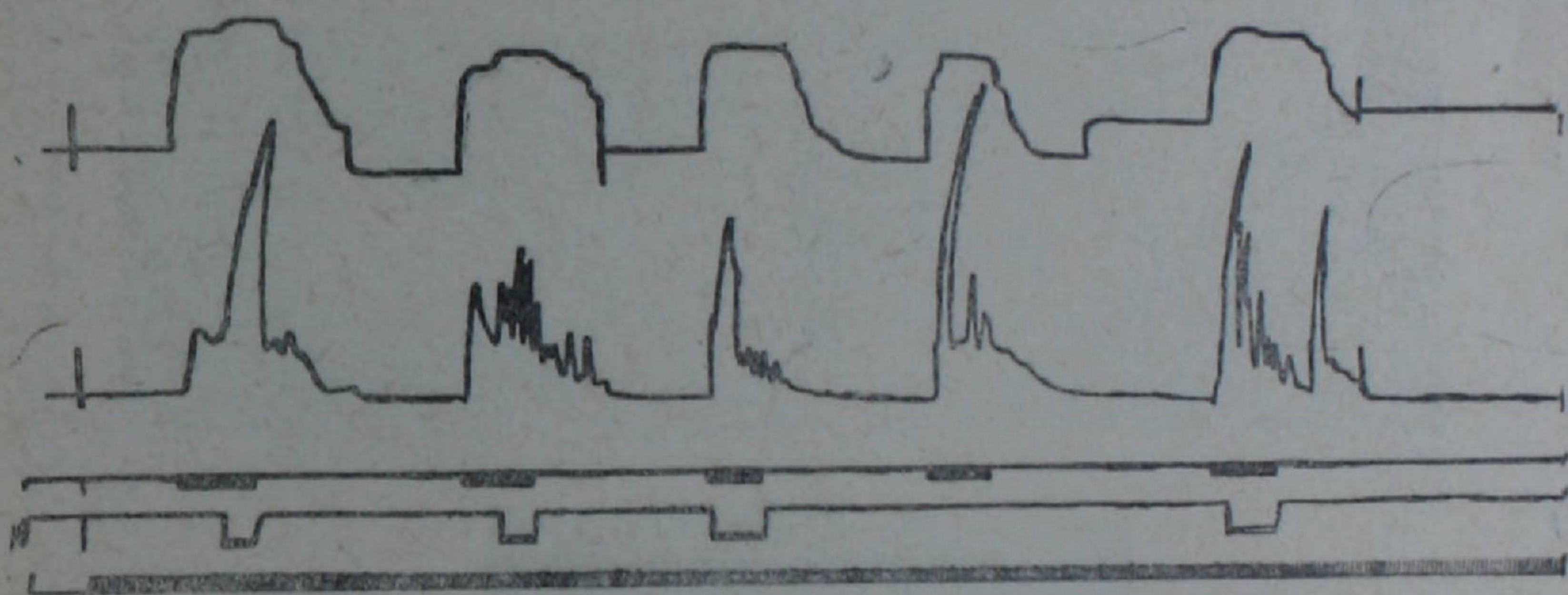


Рис. 4. Кимографическая запись выработанных условных рефлексов после операции у черепахи № 6.

Исходя из вышеуказанных данных, можно сказать, что у взрослых черепах расщепление поясничного утолщения спинного мозга вызывает более глубокие нарушения моторных и чувствительных функций, чем у черепашек, у которых указанные нарушения выражены более слабо и полностью восстанавливаются. Указанное повреждение спинного мозга у взрослых черепах не дает полного восстановления локомоторных и чувствительных функций. Это повреждение можно рассматривать как один из пределов пластичности нервной системы у взрослых черепах, не являясь таковым для черепашек.

Последствие продольного расщепления поясничного утолщения спинного мозга у птиц. Вследствие расщепления поясничного утолщения спинного мозга у кур и петухов нарушались двигательные, чувствительные и вегетативные функции. После операции птица лежит на боку, задние конечности оттягивает назад (рис. 5а), будучи не в состоянии двигаться, несмотря на то, что пытается взмахами крыльев передвигаться. Тонус мышц задних конечностей падает до нуля. Первичные признаки восстановления двигательных функций наблюдались на 4—5-й день. На 25—30-й день птицы уже были в состоянии сесть на задние конечности.

сти, причем последние сгибались в коленном суставе (рис. 5б). В дальнейшем (на 50—60-й день) птицы начинали передвигаться на согнутых конечностях (рис. 5в). В этот период птица при передвижении взмахивает крыльями, благодаря чему определенная часть тяжести тела ложится на них. Конечности при этом выпрямляются, и кажется, что она опирается на них. Однако сразу же после того, как птица перестает ма-

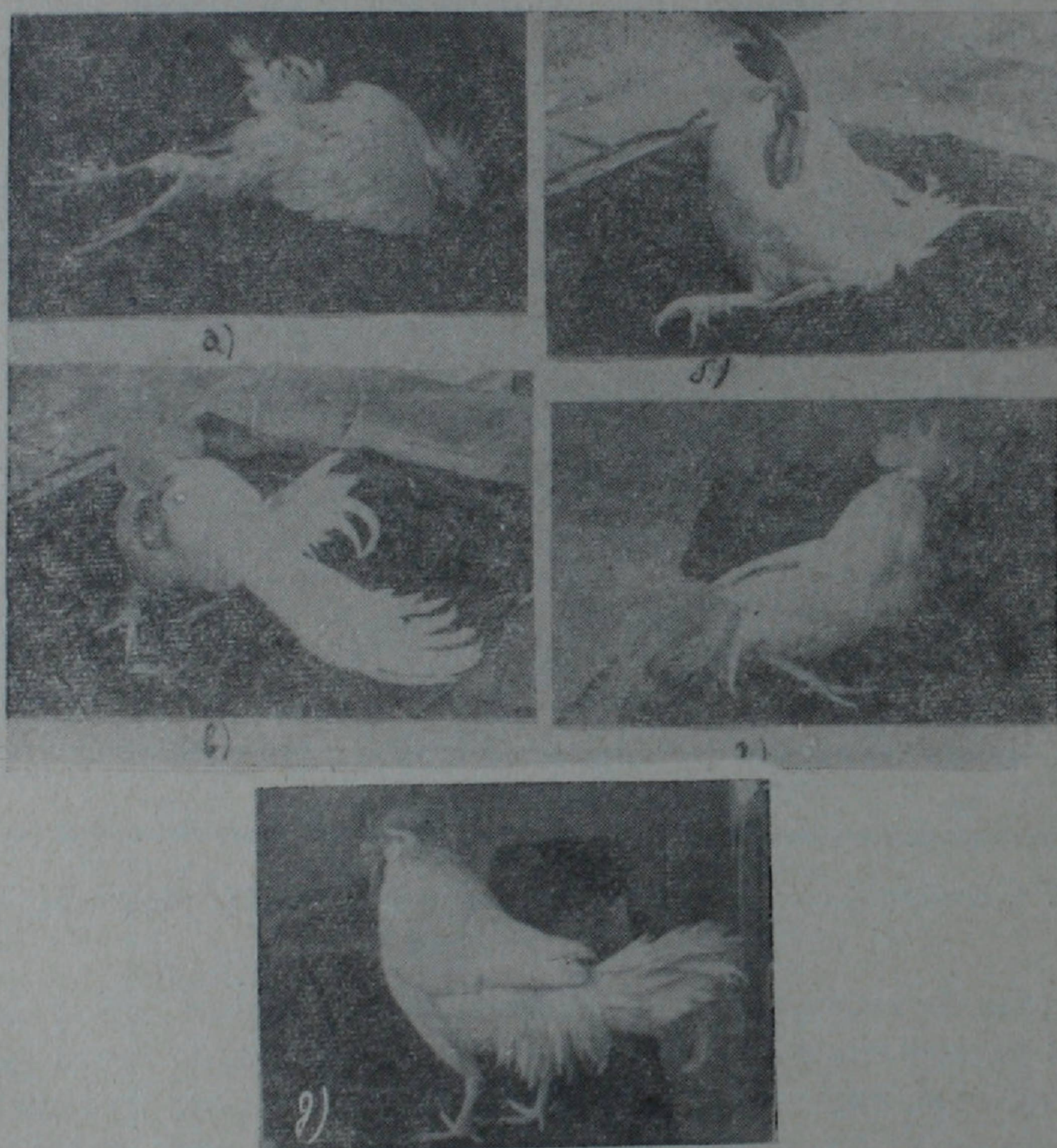


Рис. 5. а) — Пози петуха после расщепления поясничного утолщения, б) — на 25-й день после операции, в) — на 50-й день после операции, г) — на 60-й день после операции, д) — на 95-й день после операции.

хоть крыльями, конечности в коленном суставе вновь сгибаются (рис. 5г). Позднее (90—120-й день) функция хотя и совершенствуется, однако она отличается от нормальной, т. к. птица не может быстро бегать (рис. 5д). Более совершенного восстановления двигательных функций у кур и петухов не происходит, сколько бы времени они ни жили (более чем 1,5 года).

Параллельно с восстановлением двигательных функций восстанавливается и мышечный тонус задних конечностей. Например, у курицы № 25 мышечный тонус до операции был 500—550 г, после операции он

спустился до нуля. Через месяц тонус уже достиг 60—70 г. Через 3 месяца 20 дней он достиг 200 г (рис. 6).

Чувствительность после операции в первый и второй день понижена, на третий день она повышается и достигает нормы. Потом некоторое время наблюдается повышение возбудимости, которое в течение 1,5—2 мес. приходит к норме. Параллельно с чувствительностью порог реф-

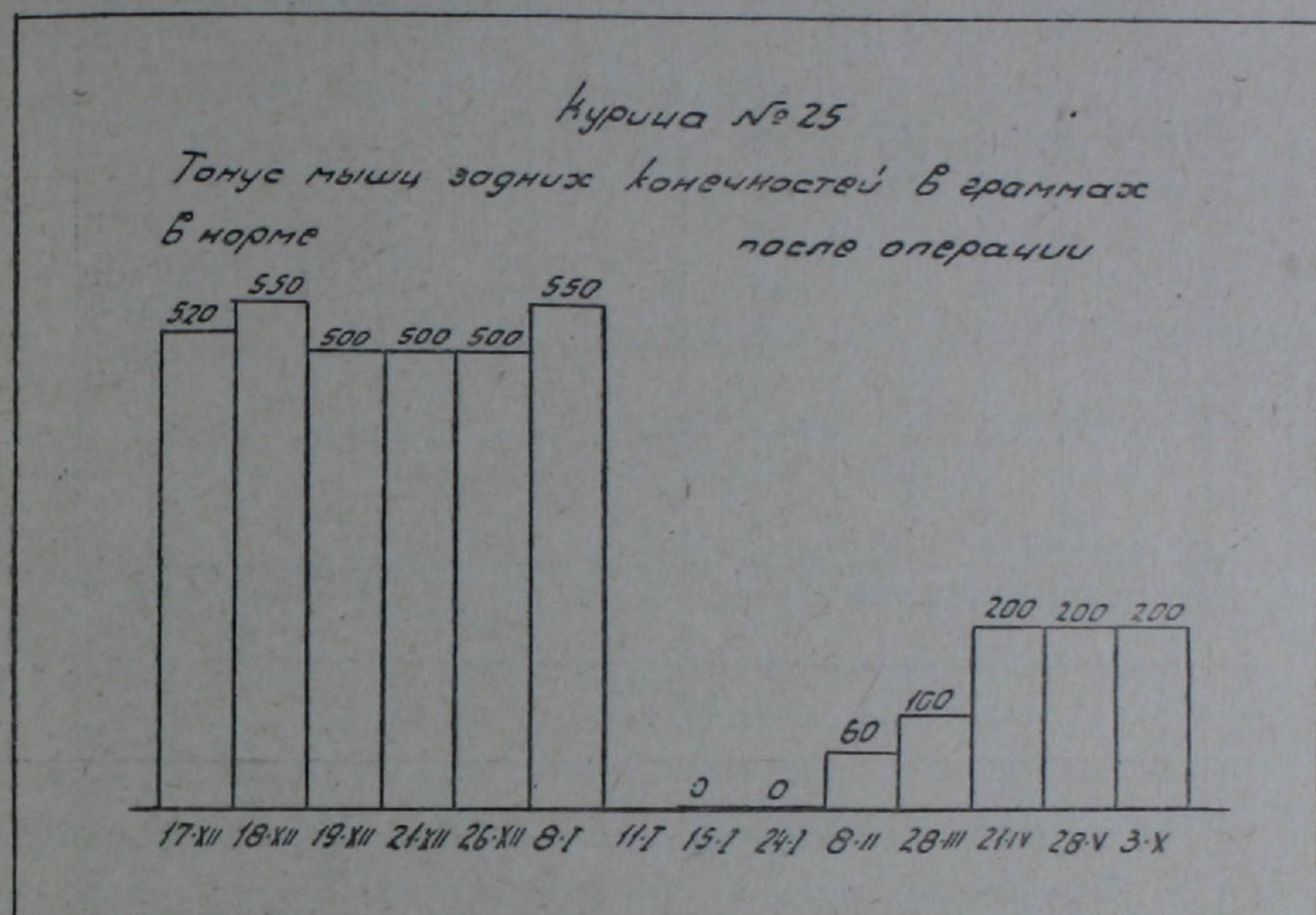


Рис. 6.

латорной возбудимости вначале повышался, а потом становился нормальным. Например, у петуха № 33 порог рефлекторной возбудимости к гальваническому току был 30—31 в, а после операции он повысился до 32,4 в, на третий день операции он возвратился к норме. Затем на 13—14-й день возбудимость повысилась, порог возбудимости достиг 24 в, затем 19,8 в. После этого постепенно, в течение двух месяцев, он достиг нормы (рис. 7).

Вследствие расщепления происходили сильные нарушения вегетативных функций: нарушался акт дефекации, который в течение нескольких дней восстанавливался. Яйцекладка прерывалась в течение 1—2,5 мес. Температура задних конечностей повышалась на 2—3°C, достигая нормы в течение 7—10 дней. Так, например, у петуха № 37 (рис. 8) температура задних конечностей в норме была 31—32°C. После операции она повысилась до 34,5°C, а на 10-й день после нее достигла нормы.

Условные рефлексы, выработанные до операции, восстанавливались после нее при применении 7—8 сочетаний. Такие сложные функции, какими являются функции стояния и ходьбы, восстанавливались позже. Уже это явление заставляет думать, что восстановление функций сидения, стойки и ходьбы протекает в процессе «научения» благодаря закреплению новых условных связей. Например, у петуха

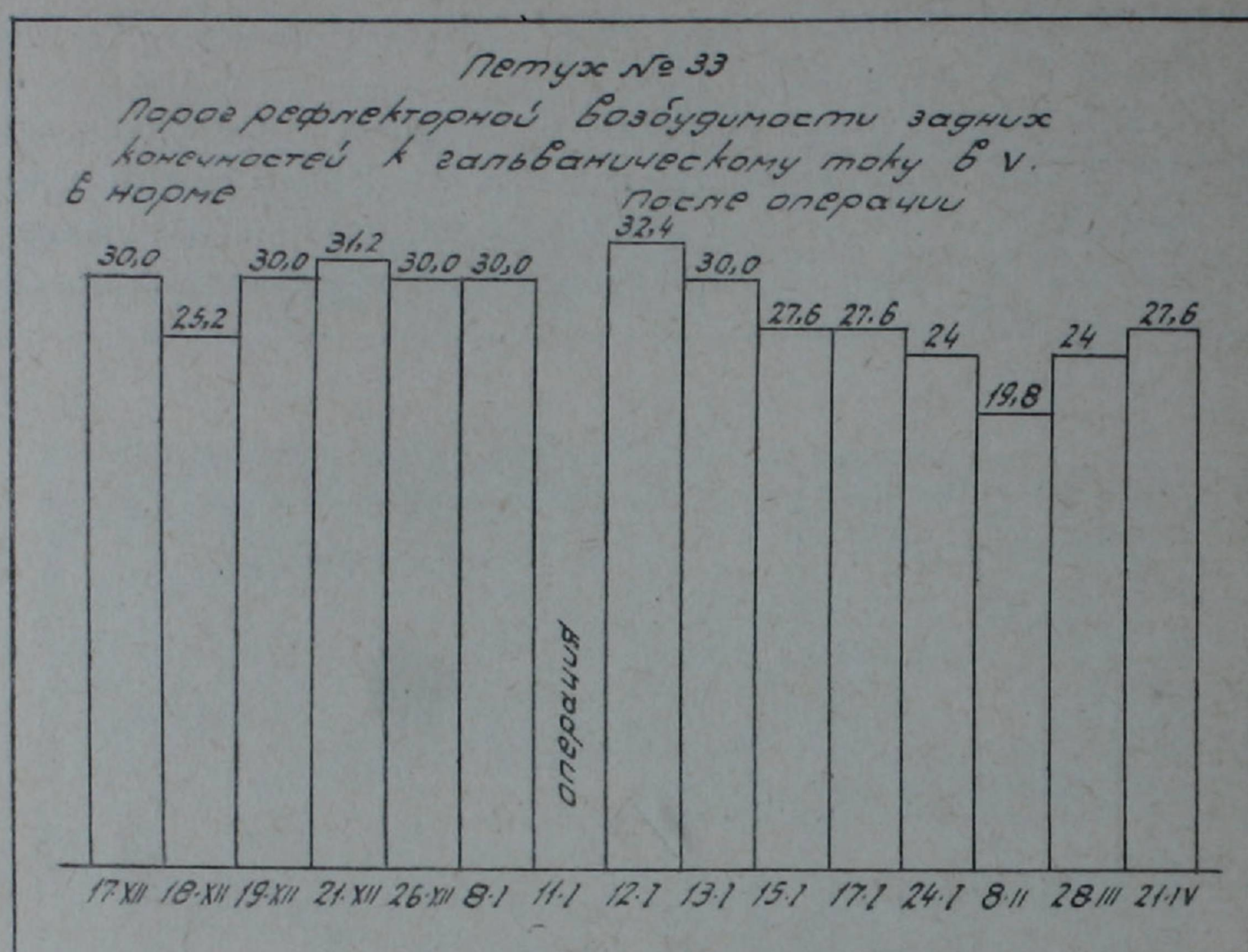


Рис. 7.

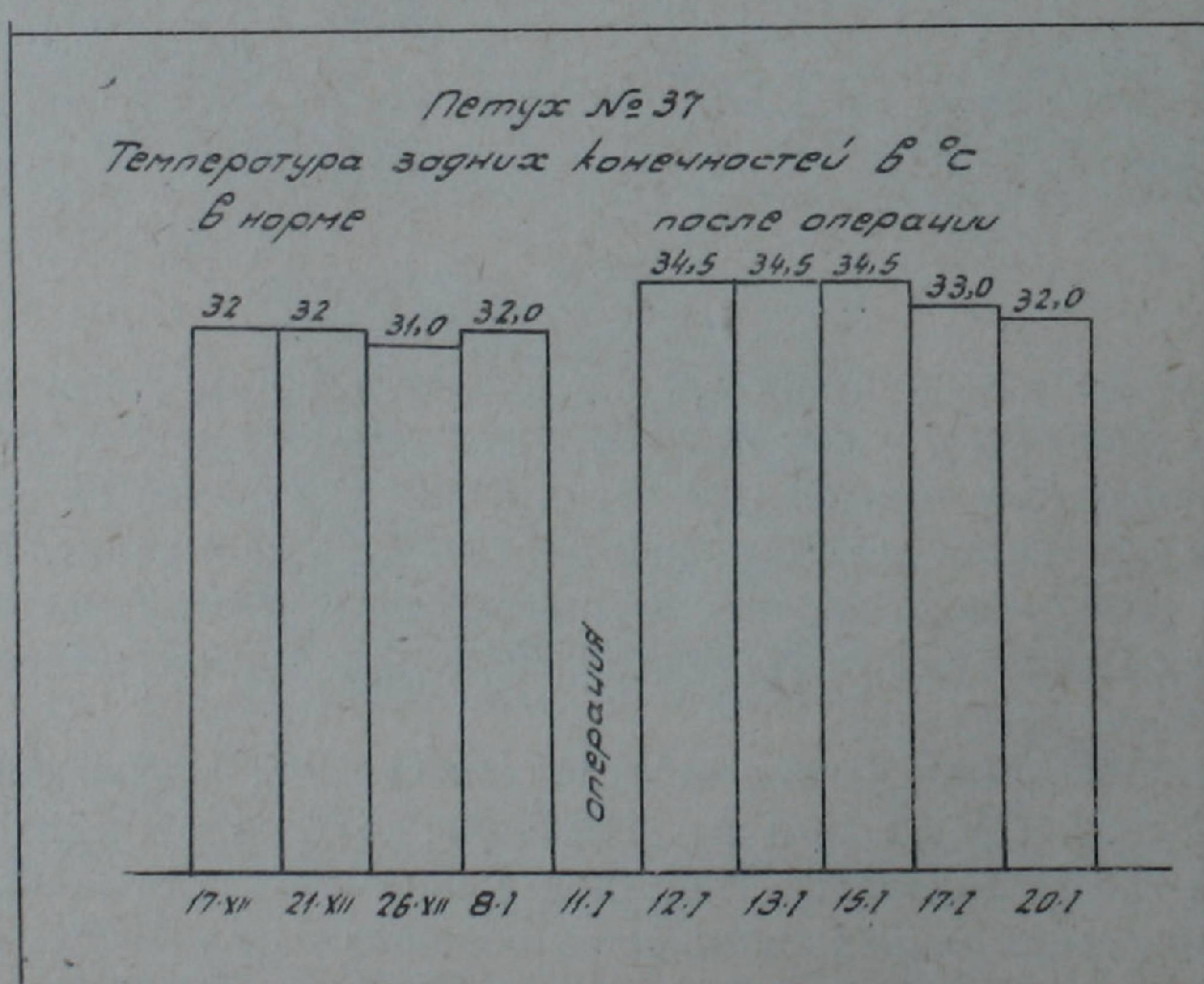


Рис. 8.

№ 39 до операции был выработан электрооборонительный условный рефлекс (рис. 9). После операции он восстановился при даче 6—7 сочетаний.

У 25—30-дневных цыплят эта операция вызывала те же нарушения (двигательных, чувствительных, вегетативных функций), что и у кур и петухов, но в менее выраженной форме. Они компенсировались в течение одного месяца.

Таким образом, у взрослых птиц расщепление поясничного утолщения спинного мозга вызывает сильно выраженные нарушения моторной, чувствительной и вегетативной функций, полностью компенсирующиеся, в то время как та же операция у цыплят вызывает менее выраженные нарушения тех же функций, полностью компенсирующихся.

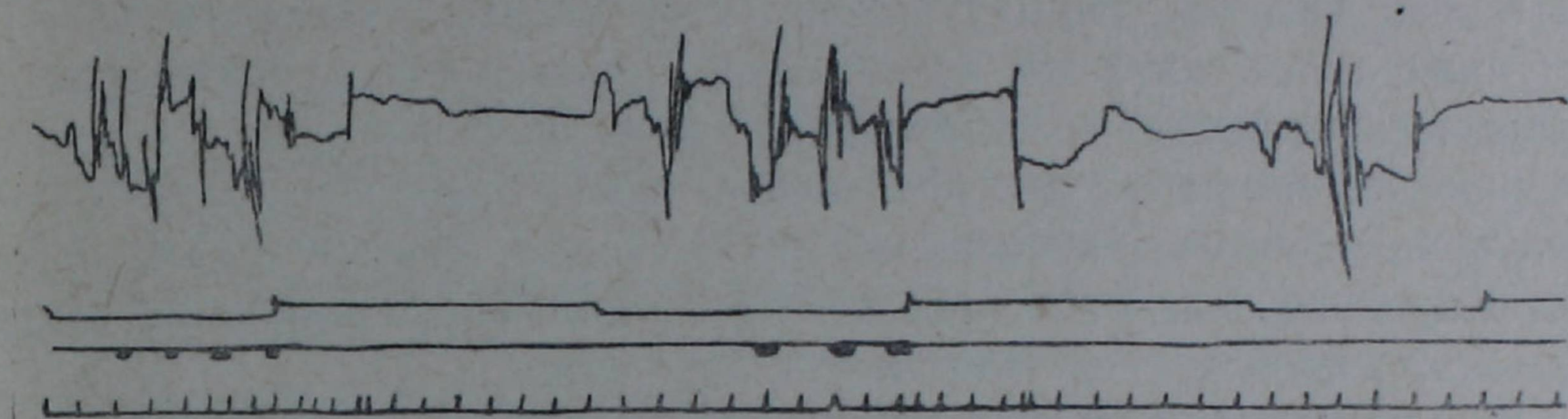


Рис. 9. Кимографическая запись выработанных условных рефлексов после операции у петуха № 39.

Сказанное позволяет считать, что указанное повреждение спинного мозга может рассматриваться как один из пределов пластичности нервной системы у птиц, не являясь таковым для цыплят.

Обсуждение полученных результатов. Как известно (Р. О. Барсегян [6]), после расщепления поясничных и крестцовых сегментов спинного мозга нарушаются функции стояния и ходьбы, вследствие полного паралича задних конечностей.

В опытах Ивановой [9] было показано, что у щенят ранних возрастов после расщепления поясничного утолщения восстановление функции стояния и ходьбы у 2,5-месячных щенков не имеет места, а у 1,5-месячных животных оно происходит после 30—40 дней.

По Э. А. Асратяну, в раннем этапе возрастной эволюции у высших животных специализация и локализация тканевых элементов спинного мозга выражена очень слабо, и эти функции развиваются и формируются только в процессе дальнейшей онтогенетической эволюции.

Полученные нами данные показывают, что у черепах и птиц на ранних стадиях онтогенеза совершается восстановление двигательных, чувствительных и вегетативных функций после продольного сагиттального расщепления поясничного утолщения спинного мозга, т. е. тех сегментов, которые иннервируют конечности.

Проведенные исследования показали, что продольное расщепление поясничного утолщения спинного мозга у взрослых животных, стоящих на различных этапах эволюционного развития, вызывает различной степени и глубины нарушения двигательных, чувствительных и вегетативных функций. При этом чем ниже стоит животное на эволюционной лестнице, тем менее глубоко выражаются нарушения функций и наоборот. Приблизительно такая же картина наблюдается и в онтогенезе этих животных, что находится в соответствии с положениями, развиваемыми Э. А. Асратяном.

Полученные данные можно объяснить, учитывая морфологические особенности нервной системы изученных животных, т. е. различную степень выраженности, специализацию и локализацию структурных элементов спинного мозга.

Сравнивая степень восстановления нарушенных функций у кроликов и птиц, кажется, что нарушается закономерность, согласно которой, чем ниже стоит животное на лестнице эволюционного развития, тем несовершеннее бывает восстановление нарушенных функций, т. е. у птиц совершеннее выражено восстановление, чем у кроликов. Однако этот факт находит себе объяснение при учете эколого-биологических особенностей бродных птиц и особенностей их анатомо-морфологической структуры спинного мозга, сравнительно с кроликами.

При указанной операции нарушение и восстановление вегетативных функций также протекают закономерно, а именно, чем ниже стоит животное на эволюционной ступени развития, тем слабее выражены и быстрее проходят нарушения вегетативных функций и наоборот. Это явление надо объяснить не только различной степенью выраженности специализации и локализации нервных структур мозга, но и слабой дифференцировкой метомеров животных, стоящих на нижних ступенях эволюционного развития.

Исходя из наших данных, можно предполагать, что у вышеуказанных животных в поясничном утолщении спинного мозга имеет место перекрест тех путей, благодаря которым происходит координированное движение животных, благодаря чему осуществляется реципрокное взаимоотношение и координированная ходьба задних конечностей.

Обобщая результаты наших опытов, мы пришли к следующим выводам:

1. Продольное сагиттальное расщепление поясничного утолщения спинного мозга вызывает нарушение двигательных, чувствительных и вегетативных функций у черепах и кур, причем эти нарушения слабо выражены у черепах и сравнительно глубоко — у птиц.
2. Возникшие нарушения вследствие этой операции компенсируются очень незначительно у взрослых черепах, и более совершенно — у птиц.
3. Вызванные операцией нарушения полностью компенсируются в раннем этапе онтогенеза исследованных животных. При этом быстрее у цыплят (27—32 день) и сравнительно позднее у черепашек (2—3 месяца).
4. Расщепление поясничного утолщения спинного мозга можно рассматривать как один из пределов пластичности нервной системы у взрослых черепах и птиц, не являясь таковым для черепашек и цыплят.

Ա. Ս. ԱՆԴՐԵԱՍՅԱՆ

ՖԻԼՈՍՏՈԳԵՆԵԶՈՒՄ ՈՂՆՈՒԼԵՂԻ ԳՈՏԿԱՅԻՆ ՀԱՍՏԱՑՄԱՆ ՃԵՂՔՄԱՆ
ԿՈՄՊԵՆՍԱՏՈՐ ՀԱՐՄԱՐՎՈՂԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԱՐՅԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ուսումնասիրելով ողնուղեղի գոտկային հատվածի հաստացման ճեղքման հետևանքները, հեղինակը հանգել է հետևյալ եզրակացություններին՝

1. Ողնուղեղի գոտկային հաստացման երկայնակի սազիտալ ճեղքումը առաջացնում է շարժիչ, զգացող ու վեգետատիվ ֆունկցիաների խանգարում կրիաների և հավերի մոտ, ըստ որում այդ խանգարումները թույլ են արտահայտված կրիաների մոտ և համեմատաբար խորը՝ թռչունների մոտ:

2. Նշված օպերացիայի հետևանքով առաջացած խանգարումները կոմպենսացիայի են ենթարկվում աննշան չափով մեծահասակ կրիաների մոտ և ավելի՝ կատարելագործված թռչունների մոտ:

3. Օպերացիայի հետևանքով առաջացած խանգարումները լրիվ կոմպենսացիայի են ենթարկվում հետազոտված կենդանիների վաղ օնտոգենեզում, այդ դեպքում ավելի շուտ՝ ճտերի մոտ (25—32 օր) և համեմատաբար ուշ՝ կրիաների մոտ (2—3 ամիս):

4. Ողնուղեղի գոտկային հաստացման ճեղքումը կարելի է դիտել որպես նյարդային համակարգի պլաստիկականության սահմաններից մեկը մեծահասակ կրիաների ու թռչունների մոտ, չհանդիսանալով որպես այդպիսին փոքրահասակ կրիաների ու ճտերի մոտ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Асратян З. А. Совещание по вопросам эволюционной физиологии нервной системы. Л., 1956.
2. Albert, Ten-Kathe, R senthal, Magendies F. (Цитировано по Р. О. Барсегяну).
3. Барсегян Р. О. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 1937, 4.
4. Барсегян Р. О. Физиологический журнал СССР, 24, в. 6, 1938, 1043.
5. Барсегян Р. О. Физиологический институт им. акад. И. П. Павлова АН СССР, тезисы диссертации, 1940.
6. Барсегян Р. О. Научные труды Института физиологии АН Армянской ССР, 1948, т. 1, 53.
7. Броун-Секар. Лекции о физиологии и патологии ц. н. с., русское изд., 1867.
8. Гольцингер Ф. Ф. Чувствительные пути в спинном мозгу. СПб., 1896.
9. Иванова С. Н. 2-ое совещ., посвящ. компенс. приспособл. при органич. повреждениях ц. н. с. Ереван, 1956.
10. Россолимо Г. И. Экспериментальные исследования по вопросу о путях проводящих чувствительность и движение в спинном мозгу. Диссертация, М., 1887.
11. Сеченов И. М. Физиология нервных центров. Из лекций врачей, прочитанных на собран. врачей. М., 1889—1890, 1.
12. Стефанцов Б. Д. Бюлл. эксперим. биол. и медицины, 1950, 9.
13. Nasser. (Цит. по Гольцингеру).