

ДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ НАРУШЕННЫХ ФУНКЦИЙ
ПОСЛЕ ВЫСОКОЙ ГЕМИСЕКЦИИ СПИННОГО МОЗГА У ЧЕРЕПАХ

Ф. А. АДАМЯН

Ряд авторов своими опытами на собаках, обезьянах, кошках, у которых производилась гемисекция спинного мозга, показал, что по истечении определенного времени происходит почти полное восстановление моторных и сенсорных расстройств организма. Некоторыми авторами опыты ставились на лягушках, у которых производилась двусторонняя гемисекция спинного мозга [1]. В этих опытах авторы наблюдали более быстрое восстановление локомоторной функции, чем у теплокровных животных. Бете, ставя свои опыты на собаках, у которых он ампутировал частично или полностью в разных комбинациях конечности, установил, что с течением времени возникшая инвалидность у оперированных животных постепенно выравнивается и собаки приобретают способность иногда удовлетворительно передвигаться [2].

Своим правильным фактическим наблюдениям Бете, Анохин [8] и др. дали неправильные объяснения, полагая, что основная роль в восстановительных процессах принадлежит периферической нервной системе и пластичности спинного мозга.

И. П. Павлов [3] в свое время подверг резкой критике не только такое объяснение опытных данных, но и постановку таких опытов, говоря, что совершенно без толку предпринимать такие опыты. «Когда Бете докладывал в 1926 г. в Стокгольме, то я, грешный человек, сидел и негодовал: для чего ты бедных собак калечишь, что ты этим подтверждаешь? это вся людская масса на самом себе видит! зачем было 20—30 собак калечить только для того, чтобы выявить этот факт». Так охарактеризовал Павлов опыты Бете. Находясь во власти дуалистического мирозерцания, Бете не смог понять значения условного рефлекса, как мощного фактора приспособления поврежденного организма к новым условиям. Впервые Асратян [4, 5], работая в лаборатории Павлова, показал, что у высших позвоночных животных нарушения, возникающие при ампутации конечностей, перерезке и сшивании разных нервов, гемисекции разных сегментов спинного мозга, возникающие нарушения восстанавливаются благодаря компенсаторной функции коры головного мозга.

В данной работе передо мною Асратяном была поставлена задача изучить ближайшие и отдаленные последствия высокой гемисекции спинного мозга у черепах, а также динамику восстановления возникших при такой операции нарушений с целью выявить компенсаторную функцию головного мозга.

Опыты ставились на каспийских черепахах, широко распространенных в Армении. Голова черепахи вытягивалась из панцыря и фиксировалась к вивисекционному столу. Разрезом кожи и мышечного слоя мы подходили к верхнему отделу спинного мозга, расположенному непосредственно позади продолговатого мозга. Обнаженный спинной мозг перерезался либо с правой, либо с левой стороны на половину.

После перерезки спинного мозга ткани зашивались и велось длительное наблюдение за поведением животных. Операция производилась под эфирно-хлороформным наркозом, а также без наркоза. Благоприятным временем для опытов является летний период, когда у них жизненные процессы протекают особенно активно. В позднюю осень и зиму черепахи впадают в спячку и, в связи с этим, компенсаторные явления растягиваются во времени, и часто животные гибнут без полного восстановления. Операции подверглись 56 черепах разной величины и пола. На 17 черепахах опыты ставились зимою; они погибли не давая картины полного восстановления возникших нарушений. У 25 черепах, оперированных летом, мы наблюдали полную компенсацию возникших нарушений. На 14 черепахах опыты ставились осенью. У них компенсация возникших нарушений затягивалась. Для выявления участия головного мозга в компенсаторных явлениях производилось анемическое и хирургическое выключение полушарий. Для длительных наблюдений трепанационное отверстие на черепе закрывалось тонким слоем силикатного цемента, защищающего оставшиеся участки головного мозга от проникновения воды и случайных повреждений.

Полученные результаты

У всех черепах до операции исследовались ходьба, плавание, сила рефлекторного сокращения скелетных мышц, реакция на раздражение и т. д.

Высокая гемисекция спинного мозга у черепах вызывает расслабление конечностей оперированной стороны, повышение рефлекторной возбудимости. Раздражение болевых зон вызывает сильную двигательную реакцию на конечностях оперированной стороны с тенденцией распространения на нормальную сторону. Если операция произведена под наркозом, то двигательная реакция на оперированной стороне слаба и только через 2—3 дня распространяется на конечности нормальной стороны. При ходьбе животное наступает на землю тыльной стороной передней конечности.

На рис. 1 показана черепаха в момент ходьбы, когда конечность оперированной стороны тыльной стороной обращена к низу, а конечность нормальной стороны обращена к низу своей наружной частью.

В первые часы после операции конечности оперированной стороны при передвижении животного пассивно тащатся вместе с животным, не принимая участия в локомоции. Спустя 2—3 часа после операции эти

конечности начинают принимать участие в передвижении животного наряду с другими конечностями. Однако дефективность этих конечностей вскоре обнаруживается в том, что черепахи, совершив несколько шагов вперед, внезапно падают в сторону оперированной конечности. Сила рефлекторного сокращения целой конечности оперированной стороны обычно меньше нормальной.

Результаты определения силы рефлекторного сокращения конечностей, полученные при раздражении кожной поверхности стопы постоянным током через серебряные электроды и специальный стимулятор, приведены на табл. № 1. Сила сокращения определялась при помощи пружинных весов, один конец которых неподвижно фиксировался к столу, другой конец через блок и нитку соединялся с лапой черепахи.

Как показывает табл. 1 гемисекция спинного мозга вызывает снижение силы рефлекторного сокращения мышц обеих конечностей оперированной стороны и это снижение наблюдается в течение долгого времени. Сила рефлекторного сокращения мышц конечностей нормальной стороны заметно не меняется.

По истечении некоторого времени сила рефлекторного сокращения начинает постепенно восстанавливаться, приближаясь к первоначальной величине. В летних условиях у маленьких черепах это восстановление происходит через 7—14 дней, у больших черепах—через 20—22 дня.



Рис. 1

Таблица 1

Сила рефлекторного сокращения мышц конечностей в норме и после гемисекции спинного мозга. Черепаха № 4 самка, вес 1,1 кг

Число и месяц	Передние конечности		Задние конечности	
	правая	левая	правая	левая
25/V—1950 г.	900 гр	900 гр	1,3 кг	1,3 кг
26/V— "	"	1 кг	"	"
26/IV "	гемисекция спинного мозга.		"	"
27/V— "	800 гр	600 гр	1,2 кг	900 гг
29/IV "	"	700 гр	1,2 кг	"
1/VI "	900 гр	800 гр	"	1 кг
3/VI "	"	"	1,25 кг	"
5/VI "	"	"	1,2 кг	"

В зимнее время, как уже отмечалось, восстановление идет медленнее. Хотя все нарушения в моторике организма со временем компенсируются, тем не менее конечности оперированной стороны в отличие от нормальной легко могут быть вытянуты из панциря.

После того, как у черепах компенсаторные явления целиком выявлены, они подвергались анемизации. Анемизация производилась следующим образом. В брюшном панцире черепах в области сердца делалось круглое отверстие и, таким образом, обнажалось сердце. Шелковой ниткой перевязывались все сосуды, выходящие из сердца. Длительность анемизации, необходимой для наступления полной арефлексии, равнялась 2—3 часам для маленьких черепах и 6—7 часам для больших. Анемизации подверглись 17 черепах с гемисекцией спинного мозга и 10, контрольных к ним, черепах.

Опыты, поставленные на черепахах в условиях вышеописанной методики, позволили установить, что при анемизации раньше всего выключаются общие движения, затем последовательно рефлекторные реакции при раздражении кожи, ноздрей и роговицы.

В дальнейшем исчезают рефлексы передней конечности оперированной стороны, затем одноименной нормальной, далее исчезают рефлексы на задней конечности оперированной стороны и позднее всех исчезают рефлексы на задней конечности нормальной стороны.

После исчезновения всех рефлексов черепахи выдерживались в состоянии арефлексии в срок от 30 до 75 мин., затем развязывалась ниточка и вновь возобновлялось кровообращение.

Наблюдения за такими черепахами показали, что в послеанемизационном периоде раньше всех восстанавливаются те рефлексы, которые выключались позже и, наоборот. Мы в своих наблюдениях попытались найти то время, после которого восстановление функции конечности оперированной стороны в результате анемизации не происходит. Однако найти такие промежутки времени нам не удалось, ибо при долгом выдержании животного в состоянии арефлексии оно погибает на 2-й—3-й день. В послеанемизационном периоде состояние животного напоминает то состояние, которое обычно наступает в первые дни после половинной перерезки спинного мозга.

Необходимо отметить, что чем больше длится анемизация, тем сильнее выражены ее последствия в форме различных декомпенсационных явлений. Анемизированные животные через определенное время, примерно через 7—10 дней, показывают восстановление нарушенной моторной функции и, таким образом, они имеют вид вполне компенсированных животных в своей моторике.

Анемизация нормальных черепах по тому же способу перевязки всех сосудов, выходящих из сердца, показала, что в начале имеют место сильные движения головы и конечностей, способные иногда переворачивать черепаху брюшной стороной вверх. Постепенно, однако, эти движения утихают. У нормальных черепах, так же как у оперированных, при анемизации выключаются в первую очередь общие движения, затем корнеальный и ноздревый рефлексы, затем рефлексы всех четырех конеч-

ностей одновременно. Восстановление рефлексов происходит постепенно и в обратном порядке. Через 3—5 дней, после анемизации моторные нарушения полностью восстанавливаются.

Искусственное дыхание, к которому мы всегда прибегали после развязывания аорты, приводит к восстановлению пропавших рефлексов и ускоряет восстановление последних. При анемизации обычно наблюдается хождение животного с вытянутой шеей и открытым ртом, причем рот обычно бывает заполнен пеной.

У 6-ти черепах, у которых ранее производилась гемисекция спинного мозга, мы удалили большие полушария головного мозга.

Опыты, поставленные на таких животных, позволили видеть, что удаление полушарий вызывает декомпенсационные явления и организм черепахи возвращается в состояние прежней инвалидности. Такие черепахи в первые дни после удаления полушарий показывают общую слабость при ходьбе, особенно эта слабость видна на конечности оперированной стороны. Здесь, как правило, наблюдается явление, напоминающее кататонию (рис. 2).

На рис. 2 показана черепаха в момент, когда обе конечности оперированной стороны резко разогнуты, благодаря чему животное падает на правый бок. Важно подчеркнуть, что бесполушарные черепахи примерно через 10 дней показывают полное восстановление локомоторных нарушений, возникающих после гемисекции спинного мозга.



Рис. 2

Контрольные черепахи после анемизации в послеанемизационном периоде показывают восстановительные явления в своей локомоции и через некоторое время их общее поведение приближается к норме.

Следует отметить, что у 7 черепах на конечности оперированной стороны летом и весной наблюдались отеки, преимущественно на стопе, а затем отечность распространялась на бедро и плечо. У 2-х черепах отеки наблюдались также и на передней конечности нормальной стороны.

Обсуждение результатов

Полученные результаты позволяют, таким образом, прийти к заключению, что уже на том этапе филогенеза, на котором находятся черепахи, можно наблюдать компенсаторное восстановление моторной функции организма и, что особенно важно, это компенсаторное восстановление осуществляется при помощи полушарий головного мозга. Если вспомнить, что у лягушек удаление полушарий не оказывает существенного влияния на судьбу наступивших компенсаторных явлений после гемисекции спинного мозга [6], то приходится думать, что приспособи-

тельная функция головного мозга является сравнительно молодой функцией. Эта функция нашла свою локализацию в полушариях головного мозга на том этапе филогенетического развития животных, на котором находятся черепахи. Однако, как оказывается, удаление полушарий вызывает декомпенсацию лишь на короткий срок, 7—10 дней, по истечении которого вновь наступает полная компенсация локомоторных нарушений, очевидно за счет оставшихся отделов головного мозга.

Приспособительная функция головного мозга в отношении моторных и сенсорных нарушений организма, возникнув впервые у черепах, все более усовершенствуются на последующих этапах филогенетического развития животных (Карамян 7). Заслуживают особого внимания те данные, которые получены при хирургическом и анемическом исключении функции головного мозга черепах. В обоих случаях исключении функции головного мозга прежде всего сказывается на той конечности, связь которой с головным мозгом нарушена, и которая обнаруживает в результате этого различные моторные расстройства, сходные с расстройствами, возникшими после гемисекции спинного мозга.

Раннее появление декомпенсационных явлений на пораженных конечностях можно понять лишь таким образом, что соответствующие спинальные центры пораженной конечности менее устойчивы к анемизации, чем спинальные центры нормальной конечности. Эти данные в общем служат подтверждением мысли Асратяна о том, что головной мозг повышает резистентность нижележащих отделов центральной нервной системы.

Как уже отмечалось, после гемисекции спинного мозга маленькие черепахи показывают более быстрые восстановления моторных расстройств, чем более крупные черепахи.

Причина этого явления нам неизвестна, однако совершенно очевидно, что мы имеем здесь дело с общей закономерностью, одинаково применимой как к холоднокровным, так и к теплокровным животным.

В ы в о д ы

Высокая гемисекция спинного мозга у черепах вызывает нарушения локомоторной функции передней и задней конечности оперированной стороны. Эти нарушения проявляются в уменьшении силы рефлекторного сокращения, в быстрой утомляемости, в неправильной ходьбе, в частности в ходьбе тыльной стороною лапок вниз и т. д.

2. Компенсаторные явления в локомоторной сфере черепах возникают летом у больших черепах через 20—25 дней после гемисекции спинного мозга, у маленьких черепах—через 7—14 дней. Зимой этот срок затягивается до 3—4 месяцев.

3. Анемизация, продолжительностью в 2—6 часов, у черепах с гемисекцией спинного мозга вызывает появление прежних нарушений локомоции и, таким образом, ставит организм в состояние прежней инвалидности. Через 7—10 дней после анемизации вновь наступает полная компенсация.

Ներկա աշխատանքը նպատակ ունի ստորակարգ տիպի ողնաշարավոր կենդանիների մոտ զննողենեղի և ֆիրոգենեղի տեսանկյունով ուսումնասիրելու ողնուղեղի կիսահատումից հետո առաջացած խանգարված ֆունկցիաների վերականգնման դինամիկան և այդ պրոցեսում դանդուղեղի տարրեր մասերի մասնակցությունը:

Այդ նպատակով փորձերը դրվել են կասպիական կրիաների վրա: Ողնուղեղի կիսահատումը կատարվել է ամենաբարձր սահմանում—առաջնորդ տակ: Հետազոտությունները կատարվել են ինչպես ամառային, այնպես էլ ձմեռային պայմաններում:

Օպերացիաները կատարվել են ինչպես էֆիր-քլորոֆորմ նարկոզի տակ, այնպես էլ առանց նարկոզի: Օպերացիայից մի քանի օր առաջ ուսումնասիրվել է կենդանիների վարքագիծը, ինչպես և զգացողությունը, տեսողությունը, վերջույթների կծկման ռեֆլեկտոր ուժը և այլն:

Ողնուղեղի կիսահատումից հետո նկատվում է հետևյալը՝ կրիայի օպերացված մասի վերջույթները պատյանից դուրս են գտնվում, այնինչ նորմալ մասի վերջույթները սովորաբար պատյանի ներսումն են, բարձրանում է զրգուկանությունը: Պատյանի զգացող մասերը զրգուկիս նկատվում են ռեֆլեկտոր կծկումներում օպերացված վերջույթների վրա, որոնք և տատանվում են չօպերացված կողմը: Օպերացված կողմի առջևի ստքը կենդանին գետնին է դնում հակառակ ուղղությամբ, օպերացիայից հետո 1—2 ժամվա ընթացքում քայլելիս այդ մասի վերջույթները կենդանին քարշ է տալիս, հետագայում նա սկսում է քայլել 4 վերջույթներով էլ, բայց մի քանի քայլ անելուց հետո հանկարծ ընկնում է օպերացված վերջույթների վրա: Չափումները ցույց տվին, որ վերջույթների ռեֆլեկտոր ուժը որոշ չափով ընկնում է, նկատվում է Կլոդ-Բերնար—Հոր-ների սինգրոմը և այլն:

Ամառային և զարնանային պայմաններում որոշ կրիաների մոտ նկատվել է այտուցներ: Սկզբում նրանք նկատվում են թաթի վրա, ապա բազիլի, կամ աղբրի վրա: Որոշ կրիաների մոտ էլ այտուցներ նկատվել է և չօպերացված մասի առջևի թաթի վրա:

Օպերացիայից 7—14 օր հետո փոքր կրիաների մոտ, և 20—24 օր հետո մեծերի մոտ տեղի է ունենում լոկոմոտոր խանգարվածությունների կոմպլեքսացիա, այսինքն խանգարված լոկոմոցիան վերականգնվում է:

Լոկոմոտոր խանգարումների կոմպլեքսացիայից հետո կրիաները ենթարկվել են անեմիզացիայի:

Անեմիզացիայի ընթացքում ամենից շուտ անհայտանում են ընդհանուր շարժումները, հետո մաշկային տեսողական և քթային ռեֆլեքսները: Վերջույթների ռեֆլեքսները անհետանում են հետևյալ հաջորդականությամբ՝ սկզբում, անհայտանում են օպերացված մասի առջևի, հետո չօպերացված մասի առջևի, ապա օպերացված մասի հետևի և ամենից վերջում չօպերացված մասի հետևի վերջույթների ռեֆլեքսները:

Բոլոր ռեֆլեքսներն անհայտանալուց հետո կրիաներ պահվել են առեֆլեքսիկ շիճակում տարբեր ժամանակ՝ 30—75 րոպե: Հետևելով վերականգնող երևույթներին մենք տեսանք, որ ամենից շուտ վերականգնվում են այն ռեֆլեքսները, որոնք անհայտացել էին ամենից ուշ և հակառակը: Կարևոր է շեշտել, որ անեմիզացիայից հետո կենդանիների մոտ նկատ-

վում են վերականգնված երևույթների ղեկավարման ապրիլ, կենդանին իր վարքագծով նմանվում է այն կրիաներին, որոնց մոտ ողնուղեղի կիսահատումից հետո գեղեկ վերականգնում չկա: Պետք է հիշատակել, որ որքան անեմիզացիայի ժամանակը երկար է տևում, այնքան ղեկավարման ցիտոն երևույթները ավելի ուժեղ են արտահայտվում: Հետանեմիզացիոն ժամանակաշրջանում (7—10 օր անեմիզացիայից հետո) նկատվում է այդ երևույթների կրկին կոնպենսացիան:

Որոշ կրիաների մոտ լոկոմոտոր խանգարումների վերականգնումից հետո հեռացվել են ղանդուղեղի մեծ կիսաղեղերը: Կիսաղեղերը հեռացնելուց հետո նկատվում է վերականգնված երևույթների ղեկավարման, և ընդհանուր թուլության, որն ավելի լավ է արտահայտված օպերացիայից հետո: Կիսաղեղերի վրա Բացի գրանից անկիսազունդ կրիաների մոտ մասի վերջույթները վրա Բացի գրանից անկիսազունդ կրիաների մոտ մասի վերջույթները նկատվում է միակողմանի կատառոնիա՝ օպերացիայից հետո: Կիսաղեղերի վրա Բացի գրանից անկիսազունդ կրիաների մոտ մասի վերջույթները նկատվում է միակողմանի կատառոնիա՝ օպերացիայից հետո: Կիսաղեղերի վրա Բացի գրանից անկիսազունդ կրիաների մոտ մասի վերջույթները նկատվում է միակողմանի կատառոնիա՝ օպերացիայից հետո:

Անցնելով որոշ ժամանակ կատառոնիկ երևույթը, ինչպես և մյուս խանգարումները, վերականգնվում են:

Մեր փորձերը թույլ են տալիս հանգելու հետևյալ հզորակացու թյուններին:

1. Ողնուղեղի բարձր կիսահատումից հետո կրիաների մոտ համապատասխան կողմի առջևի և հետին ծայրանդամների ֆունկցիան խանգարվում է, որն արտահայտվում է արագ հագնածությամբ, ռեֆլեկտոր ուժի անկումով և անսարմալ քայլվածքով:

2. Կրիաների մոտ ողնուղեղի բարձր կիսահատումից հետո կոպենսացիան տեղի է ունենում ամբողջին պայմաններում 20—25 օր հետո մեծերի մոտ և 7—14 օր հետո փոքրերի մոտ, ձմեռային պայմաններում այդ ժամանակները երկարում են մինչև 3—4 ամիս:

3. Կոպենսացիայից հետո 2—6 ժամ տևող անեմիզացիայի պայմաններում կրկին հանդես են գալիս նախկին ղեկավարման երևույթները: Անեմիզացիայից 7—10 օր հետո կրկին տեղի է ունենում կոպենսացիա:

4. Մեծ ուղեղի կիսաղեղերը հեռացնելուց հետո կոպենսացիայից լոկոմոտոր ֆունկցիան կրկին ղեկավարման ապրիլ է ենթարկվում, բայց ավելի ուժեղ ձևով, քան ողնուղեղի կիսահատումից հետո: Անկիսազունդ կրիաների մոտ 10 օր անցնելուց հետո կրկին տեղի է ունենում ֆունկցիաների կոպենսացիա:

