

О. Г. БАКЛАВАДЖЯН

КЛИНИКА ПОВРЕЖДЕНИЯ ОБЛАСТИ ВНУТРЕННЕЙ КАПСУЛЫ У СОБАК

Проводниковый состав внутренней капсулы давно изучается, тем не менее строение его и до настоящего времени таит в себе много неясного. Как указывает Вендерович (1952), остается нерешенным даже такой существенный вопрос, идут ли экстерорецепторные волокна в составе внутренней капсулы или исключительно в наружной капсуле. Установлено, что в состав заднего бедра внутренней капсулы входит большое число проприоцептивных волокон, отходящих от всего латерального ядра зрительного бугра и погружающихся в корковое вещество вокруг центральной борозды. В состав заднего бедра внутренней капсулы входят также волокна, связывающие кору мозга (лобная доля и центральная извилина) с подкорковыми образованиями экстрапирамидной системы: чечевичное ядро, хвостатое тело, красное ядро, темное (земмеринговое) вещество и др. Поэтому здесь осуществляется связь пирамидной и экстрапирамидной систем, связь коры с подкоркой.

До сих пор в экспериментах с повреждением пирамидного тракта в области спинного и продолговатого мозга экспериментаторы не имели возможности полностью выключить корковую, «произвольную» иннервацию скелетной мускулатуры, так как корковые импульсы в случаях даже полного перерыва пирамидного тракта все же доходили до клеток передних рогов спинного мозга по длинным волокнам экстрапирамидной системы (tractus rubro spinalis и др.), благодаря прямой связи коры с двигательными подкорковыми ядрами экстрапирамидной системы. Как было уже указано, волокна, осуществляющие эту связь, проходят в области внутренней капсулы.

Исходя из этих анатомических данных, нужно полагать, что полное выключение корковой (пирамидной) иннервации скелетной мускулатуры возможно только в случае повреждения кортикофугальной проводниковой системы в области внутренней капсулы. Отсюда понятно, что такой эксперимент представляет большой теоретический интерес.

Исходя из этого и учитывая значение этого вопроса для клиники, мы, по предложению проф. А. М. Алексаняна, решили детально исследовать картину нарушения и динамику восстановления моторной и сенсорной функции при повреждении области внутренней капсулы.

В своих исследованиях мы использовали следующие приемы физиологического эксперимента:

1. Систематическое наблюдение за характером двигательных нарушений и процессами восстановления путем фотографирования и протоколирования поведения оперированных собак.
2. Определение кожной чувствительности до и после операции.
3. Определение тонуса сгибательных и разгибательных мышц задних конечностей.
4. Измерение хронаксии двигательных нервов задних конечностей.

Для разрушения внутренней капсулы нами была разработана специальная методика, сущность которой сводилась к тому, что в мозговую

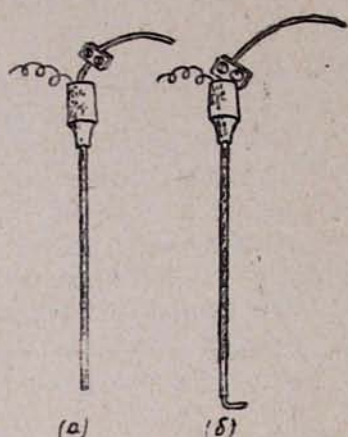


Рис. 1. Ножик-электрод для раздражения и разрушения внутренней капсулы.

ткань вводился специальный электрод-ножик и, электрораздражением обнаружив область внутренней капсулы, круговым движением производилось ее разрушение. Как изображено на рис. 1, использованный нами электрод-ножик представляет собой обыкновенную иглу шприца, в полости которой взамен мандрена вставлена тонкая, плоская стальная пружина. При ее выведении из полости иглы она загибается и образует с иглой угол (рис. 1б). Таким образом получается инструмент в виде ножика, при помощи которого разрушается мозговая ткань. Точность попадания в область внутренней капсулы контролируется раздражением этой области электрическим током. Поэтому ножик

используется одновременно и как электрод. Поверхность электрода за исключением кончика покрывается специальным электроизолирующим лаком.

Двигательные расстройства

Наблюдения показали, что разрушение области внутренней капсулы у собак приводит к резким расстройствам двигательной функции противоположной половины тела (правой, так как у всех собак разрушали область внутренней капсулы левого полушария). Однако полного моторного паралича не наблюдается. На второй день после операции почти все собаки ходили, но при этом наблюдались явления спастического гемипареза: животные часто падали на правый бок (противоположный оперированному полушарию). При лежании пораженные конечности были экстензированы (рис. 2) и их пассивное сгибание было затруднено. Почти во всех случаях собаки совершали круговые, манеж-

ные движения в сторону оперированного полушария (рис. 3а и б). У некоторых собак круговые движения в первое время были так



Рис. 2. Собака Альбино—экстензорная ригидность правой задней конечности, на 2-й день после операции.

сильно выражены, что никакими мерами нельзя было заставить их сделать поворот в противоположную сторону. При стоянии передняя правая лапа часто подгибалась (рис. 4). При искусственной постановке стопы тыльной поверхностью вниз животные правую стопу удерживали в таком положении от 2" до 15", а левую быстро выпрямляли (рис. 5). Реакция Радемакера (рефлекторная реакция, которая выражается в том, что при прикосновении к краю стола конечностью, последняя ставится на стол) отсутствовала справа (рис. 6). После операции все собаки потеряли способность быстрой коррекции неестественных положений конечностей. Ненормальные положения, искусственно придаваемые правым конечностям, долго не исправляли (рис. 7).

В первые 7—8 дней собаки не могли выполнять сложные координированные движения (прыжок на станок, подъем на задние лапы и др.). Наблюдались и ряд других расстройств моторной функции. Так, при ходьбе собаки часто пораженную переднюю конечность ставили на пол тыльной стороной, на гладком полу пораженные конечности разъезжались в стороны, при подъеме по лестнице конечности промахивали и др.



Рис. 3. (а) и (б). Собака Белка. при ходьбе совершает маневренные движения влево.



Рис. 4. Собака Белка. При стоянии передняя правая лапа часто подгибается.



Рис. 5. Собака Джультарс. При постановке стопы на тыл долгое время ее не выправляет.



Рис. 6. Собака Джультарс. Наблюдается отсутствие реакции Радемак-
ера справа.



Рис. 7. Собака Джультарс. Отсутствие коррекции
ненормальных положений конечностей справа.

Некоторые из этих расстройств, как промахивание конечности по ступенькам лестницы, отсутствие реакции Радемакера, длительное удержание пораженных лап в ненормально пассивно-согнутом положении в голеностопном суставе, медленная коррекция ненормальных положений конечностей, говорят, по всей вероятности, об утрате тактильной чувствительности. Но быстрое восстановление тактильной чувствительности находится как будто в противоречии с этим предположением, так как некоторые из указанных выше дефектов не восстанавливались и до конца жизни животных. Однако это только кажущееся противоречие, так как во всех этих актах повинна еще и пониженная проприоцептивная чувствительность.

Нужно полагать, что после восстановления тактильной чувствительности некоторые из этих дефектов остаются благодаря сохранившимся глубоким нарушениям проприоцепции. Такое допущение согласуется с литературными данными, согласно которым проприоцептивные волокна в области внутренней капсулы проходят в составе пирамидного тракта [Вендерович, 1952; Walberg and Brodal, 1953]. Следовательно, в наших опытах при разрушении области внутренней капсулы одновременно с пирамидными волокнами мы повреждали также проводники суставно-мышечной проприоцептивной чувствительности.

Систематическое наблюдение за поведением оперированных собак показало, что полное восстановление моторной функции наступает через 18—30 дней после операции. Скорость восстановления и степень нарушения моторной функции различна у различных собак в зависимости от тяжести, распространенности и локализации очага разрушения.

Мышечный тонус и хронаксия

Исследования состояния мышечного тонуса сгибателей и разгибателей задних конечностей при помощи аппарата Шпигеля показали, что при разрушении области внутренней капсулы происходит повышение тонуса разгибательных мышц пораженных конечностей. Как видно из приведенной кимограммы (рис. 8), на подставке тонометра конечность, будучи разогнута, не могла быть установлена в нулевое положение и при измерении экстензорного тонуса (для ясности следует отметить, что при отметке под кривой «flexio» определяется экстензорный тонус и наоборот). она под тяжестью грузов, при помощи которых производилось измерение тонуса, возвращалась сперва к нулевому положению, а потом с большим трудом переходила в флексорное состояние. Если в норме максимальное сгибание происходило при применении груза 800—1000 г, то после операции для этого нужно было 1300—1700 г груза, что указывает на увеличение тонуса экстензоров, препятствующих сгибанию конечности. При разгибании, наоборот, наблюдалась обратная картина. Если в норме разгибание происходило труднее по сравнению со сгибанием, после операции разгибание удавалось легче, чем сгибание (рис. 8а и б).

Систематическое измерение тонуса показало, что эти сдвиги постепенно сглаживаются и нормальный тонус восстанавливается на 20—25-й день после операции.

Каков механизм повышения тонуса при разрушении области внутренней капсулы у собак? Из литературы известно, что кора мозга влияет на тонус тормозящим образом. Учитывая, что корковые волокна, тормо-

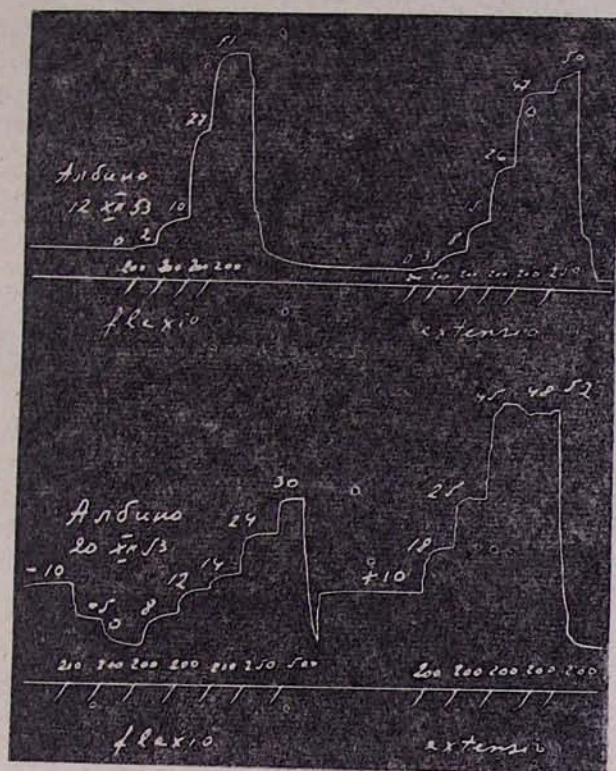


Рис. 8. (а). Нормальный тонус разгибательных и сгибательных мышц задней конечности до операции. (б). Состояние тонуса мышц правой задней конечности на 6-й день после операции.

озящие тоногенные центры нижележащих отделов центральной нервной системы, проходят в области внутренней капсулы, нужно полагать, что при их разрушении тоногенные центры подкорки среднего, продолговатого и спинного мозга освобождаются от их тормозящего влияния, что и приводит к резкому усилению тонуса. Однако было бы ошибочно придавать значение только механическому фактору, игнорируя нейродинамические сдвиги. При любой оперативной травме мозга в коре возникает охранительное торможение, которое иногда охватывает и подкорковые образования. Нам кажется возможным, что при наличии такого разлитого торможения в коре больших полушарий и в подкорке тоногенные центры нижележащих отделов центральной нервной системы по закону

положительной индукции приходят в состояние сильного возбуждения, обуславливая тем самым повышение тонуса в мышцах.

Таким образом, следует полагать, что в наших опытах в возникновении экстензорной гипертонии имели значение как органический, так и функциональный факторы. Опыты с измерением реобазы и хронаксии большеберцового нерва правой («пораженной») конечности проводились на четырех собаках. Исследования показали, что у всех собак (за исключением одной) после разрушения области внутренней капсулы увеличивается реобаза и удлиняется хронаксия большеберцового нерва пораженной конечности. При этом хронаксия удлинялась максимально на 55% по сравнению с нормой. Для иллюстрации в таблице 1 приводим данные измерения реобазы и хронаксии до и после операции у собаки Альбино.

Таблица 1
Исследование хронаксии у Альбино

Дата	Реобаза в V	Хронаксия в σ (сигмах)	Реобаза в V
Норма	13—15	0,13—0,16	13—15
20. XII. 53 г.	21	0,23	21
23. XII "	20	0,22	20
27. XII "	18	0,22	18
3. I. 54 г.	16	0,19	16
8. I "	15	0,17	15
11. I "	14	0,17	14
14. I "	15	0,16	15
20. I "	13	0,16	13
8. II "	14	0,15	14

Как видно из приведенной таблицы, у этой собаки хронаксия после операции удлиняется на 45% по сравнению с нормой (0,16 σ в норме, 0,23 σ после операции). В целях большей наглядности динамика изменения хронаксии и реобазы с момента операции до полного восстановления нормальных величин представлена в виде диаграммы (рис. 9).

Систематические измерения хронаксии после операции показали, что сдвиги постепенно уменьшаются и на 16—25-й день реобаза и хронаксия возвращаются к исходному уровню.

Чем обусловлены изменения хронаксии и реобазы при повреждении области внутренней капсулы? Нужно полагать, что в наших опытах увеличение хронаксии обусловлено изменением субординационного влияния коры и близлежащей подкорки на периферические образования. Наши данные согласуются с фактами, ранее установленными Барсегяном (1939), Уфляндом (1941), Майровым (1938), Яковлевой (1944, 1941), Дмитриевым (1949) и др., которые показали, что кора головного мозга оказывает большое влияние на субординационную хронаксию. Принимая во внимание, что в наших опытах мы разрушали корковые проводники, проходящие в области внутренней капсулы, следует полагать, что наблю-

даемое нами удлинение хронаксии обусловлено исключением субординационного влияния коры на периферический нейрон.

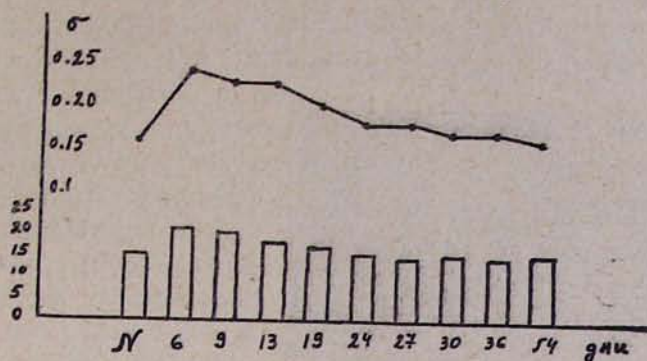


Рис. 9. Динамика изменения хронаксии и реобазы у Альбино. На оси абсцисс указаны дни, прошедшие после операции. На оси ординат — величины хронаксии в сигмах и реобазы в вольт-секундах. Хронаксия изображается в виде кривой, а реобазы в виде столбиков.

Расстройства кожной чувствительности

В наших исследованиях мы установили также, что при повреждении области внутренней капсулы в ряде случаев наблюдается понижение кожной чувствительности — тактильной, температурной и болевой.

При определении температурной чувствительности в качестве термического раздражителя была использована пробирка с теплой водой, температура которой равнялась 55—60°. Пробирки прикладывались к выбритой коже голени правой задней конечности. При термическом раздражении до операции собаки отдергивали лапу с латентным периодом в 1—2 секунды. В первое время после операции в ответ на такое же раздражение собаки лапу отдергивали с латентным периодом в 15—30 секунд. Через 8—13 дней после операции латентный период укоротился до нормы. Такое понижение чувствительности к термическому раздражителю мы наблюдали только у трех собак (Альбино, Белка и Джульбарс), а у двух собак (Бой и Чалик) температурная чувствительность после операции была в пределах нормы.

Порог чувствительности к электрическому току определяли при помощи сального аппарата Дюбуа-Реймона. Исследования показали, что в результате операции у тех собак, которые показали изменение кожной температурной чувствительности (Альбино, Белка и Джульбарс), повышается также порог чувствительности к электрическому току, а у остальных двух собак (Бой и Чалик) после операции он остается в пределах нормы. Для иллюстрации приводим кимографическую запись измерения порога чувствительности правой («пораженной») и левой («здоровой») конечности у Джульбарса, чувствительность которого пострадала больше, чем у других собак (рис. 10).

Как видно из этой кимограммы, у Джульбарса на 8-й день после операции чувствительность к индукционному току справа была резко понижена (порог был повышен на 4 см по делениям санного аппарата). В то время как на правой задней конечности порог был 13,5 см, на левой вадней конечности порог остался в пределах нормы — 17,5 см.

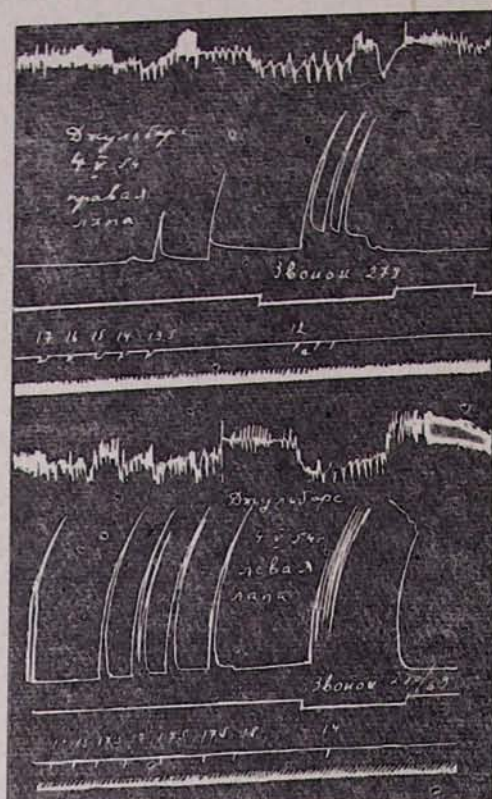


Рис. 10. Собака Джульбарс. Опыт от 4.V.1954 г. 8-й день после операции. а) порог чувствительности к индукционному току правой («пораженной») конечности — 13,5 см, б) порог чувствительности к индукционному току левой («здоровой») конечности — 17,5 см.

случаев кожная чувствительность понижается. Из пяти собак только у двух (Бой и Чалик) мы не наблюдали нарушения кожной чувствительности. Эти данные полностью совпадают с данными патологоанатомического изучения мозга. Деструктивные изменения в области внутренней капсулы у Боя и у Чалика были менее выражены, чем у остальных собак. Следует отметить, что ни у одной из оперированных собак мы не наблюдали полной гемиянестезии. Возникла лишь временная гемигипоанестезия, которая длилась недолго и исчезла значительно быстрее, чем двигательные расстройства. В то время как чувствительные расстройства восстанавливались в течение 8—15 дней, двига-

Тактильная чувствительность изучалась более тонкой методикой. О состоянии тактильной чувствительности мы судили по условным рефлексам на положительную и отрицательную касалку. Почти у всех собак (за исключением Чалика) в ближайший период после операции тактильные условные рефлексy исчезли. Но ввиду того, что при этом отсутствовали и условные рефлексy с других анализаторов, которые в ряде случаев восстанавливались даже позже, чем условные рефлексy на касалку, то по этому показателю судить о состоянии тактильной чувствительности было трудно. Однако у Белки и у Джульбарса были получены бесспорные доказательства понижения тактильной чувствительности. Как первая, так и вторая собака в первые дни после операции на механическое раздражение не отвечали.

Таким образом видно, что после повреждения области внутренней капсулы в ряде

тельная функция возвращалась к норме по истечении 18—30 дней после операции.

При повреждении области внутренней капсулы наблюдались также расстройства зрения гемианопсического типа. Выпадение противоположных пораженной капсуле полей зрения обоих глаз объясняется в наших опытах повреждением задних отделов заднего бедра внутренней капсулы (где проходят зрительные проводники), а в некоторых случаях и зрительного бугра. Эти расстройства со стороны зрения исчезали обычно на 17—24 день после операции.

Заключение

Анализ всех полученных результатов показывает, что при разрушении области внутренней капсулы у собак ведущее место в патофизиологической картине нарушенных функций занимают двигательные расстройства, что объясняется разрушением пирамидного тракта. Двигательные нарушения гораздо более глубокие, чем нарушения чувствительности и первые восстанавливаются труднее, чем последние. Из приведенного материала видно, что экспериментальное повреждение области внутренней капсулы у собак отчасти воспроизводит капсулярную гемиплегию у людей.

При сопоставлении клинических, физиологических и патолого-анатомических данных наших опытов с данными человеческой патологии при капсулярной гемиплегии возникает настойчивая аналогия. В обоих случаях наблюдаются моторные расстройства в виде гемипареза, спастических явлений, понижение кожной чувствительности, гемианопсия, нарушения проприоцепции и др. Однако наряду с чертами сходства имеются и существенные различия. При одинаковом размере и при одинаковой топике деструктивного процесса, двигательные расстройства у собак гораздо менее выражены, чем у больных с капсулярной гемиплегией. Даже при очень больших разрушениях, охватывающих всю внутреннюю капсулу и подкорковые образования, на второй день после операции собаки ходят. Паралича никогда не наблюдается. Возникает только гемипарез, который исчезает сравнительно быстро (18—30 дней), в то время как у людей сходные нарушения вызывают стойкую, глубокую гемиплегию и редко наступает полное восстановление нарушенных функций. Это объясняется, во-первых, тем, что у человека кортикализация двигательной функции гораздо сильнее выражена, чем у собак и поэтому повреждение кортико-спинального пирамидного тракта вызывает более глубокие двигательные расстройства. Во-вторых, дифференция, специализация и локализация функций центральной нервной системы у собак стоят на более низком уровне, чем у человека. Поэтому и соответствующее повреждение центральной нервной системы у них не вызывает такого глубокого нарушения функций, чем у человека.

Теперь встает вопрос, за счет каких отделов центральной нервной системы происходит восстановление нарушенных функций при поврежде-

нии области внутренней капсулы? При полном разрушении пирамидного тракта, когда деструктивный процесс охватывает всю внутреннюю капсулу, нужно полагать, что восстановление двигательной функции наступает за счет неповрежденного полушария благодаря наличию прямых, неперекрещенных кортико-спинальных двигательных путей. При полном разрушении кортико-спинальной связи в одном полушарии, пораженная половина тела восстанавливает свои функции по-видимому за счет второго полушария.

В ы в о д ы

1. Экспериментальное разрушение пирамидного тракта в области внутренней капсулы у собак вызывает на противоположной стороне гемипарез с повышением тонуса разгибательных мышц пораженных конечностей. Локомоция сильно нарушается, но все моторные расстройства восстанавливаются сравнительно быстро даже при очень больших деструктивных процессах, охватывающих всю внутреннюю капсулу и соседние подкорковые образования. Через 18—30 дней после операции внешне в двигательной сфере животного трудно уловить какие-либо отклонения от нормы.

2. Тактильная, болевая и температурная чувствительность в большинстве случаев понижается, но разрушение внутренней капсулы не вызывает полного паралича чувствительности на противоположной половине тела. Расстройства чувствительности восстанавливаются гораздо быстрее (8—15 дней), чем двигательные расстройства.

3. Измерение тонуса мышц задних конечностей показало, что после операции тонус сгибателей ослабевает, тогда как тонус разгибателей значительно усиливается.

Нормальный тонус восстанавливается по истечении 20—25 дней после операции.

4. После разрушения области внутренней капсулы наблюдается увеличение реобазы и удлинение хронаксии. Наблюдаемые изменения в реобазе и хронаксии возвращаются к норме через 16—25 дней после операции.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Барсегян Р. О. Бюлл. exper. биол. и мед., т. VIII, в. 6, 1939.
2. Вендерович Е. Л. и Егорова А. И. Журнал невропатологии и психиатрии, т. 52, в. 12, 1952.
3. Дмитриев В. Д. Бюлл. exper. биол. и мед., т. XXVIII, в. 1, 1949.
4. Майоров Ф. П. 3-е совещ. по физиол. проблемам, 1938.
5. Уфлянд Ю. М. Теория и практика хронаксиметрии, 1941.
6. Яковлева Е. А. Труды физиол. лаб. акад. И. П. Павлова, т. XI, 1944.
7. Яковлева Е. А. 9-е совещание по физиол. проблемам, Лен., 1941.
8. Walberg F. and Brodal A. Brain, v. 76, p. III, 1953.

Հ. Գ. ԲԱԿԼԱՎԱՋՅԱՆ

ՇԱՆ ՈՒՂԵՂԻ ՆԵՐՔԻՆ ՊԱՏԻՃԻ ՎՆԱՍՄԱՆ ԿԼԻՆԻԿԱՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հաշվի առնելով, որ ներվոլոգիական կլինիկայում հաճախ է պատահում շարժողության խանգարումներ, հատկապես պատիճային հեմիպլեգիայի դեպքում, այդ իսկ պատճառով մեր առաջ հարց դրվեց ուսումնասիրել ուղեղի ներքին պատիճի հատվածի հաղորդիչ ճանապարհների խախտման հետևանքները:

Կլինիկական հետազոտություններից ստացված տվյալների հիման վրա կարելի է հանգել հետևյալ եզրակացությունների՝

1. Ուղեղի ներքին պատիճի հատվածում պիրամիդային տրակտի վնասվածքը շների մոտ հակառակ կողմում առաջացնում է հեմիպարեզ, բարձրացնելով վնասված վերջավորության տարածիչ մկանների տոնուսը:

Խախտվում է լոկոմոցիան, բայց բոլոր մոտոր խանգարումները համեմատաբար վերականգնվում են արագ, նույնիսկ խորը վնասումների դեպքում, որոնք ընդգրկում են ամբողջ ներքին պատիճը և շրջակայքի ենթակեղևային գոյացությունները: Օպերացիայից 18—30 օր հետո, կենդանու մոտ արտաքինից դժվար է որևիցե տարբերություն նորմալից նկատել:

2. Շատ դեպքերում նկատվում է տակտիլ, ցավային և ջերմային զգացողության իջեցում, որ ուղեղի ներքին պատիճի վնասվածքը օրգանիզմի հակառակ կեսում զգացողության լրիվ պարալիչ չի առաջացնում: Զգացողության խանգարումները վերականգնվում են ավելի շուտ (8—15 օր), քան շարժական խանգարումները:

3. Հետին վերջավորության մկանների տոնուսի չափումները ցույց տվեցին, որ օպերացիայից հետո կծկիչ մկանների տոնուսը թուլանում է, այն դեպքում, երբ տարածիչների տոնուսը նշանակալից չափով ուժեղանում է, նորմալ տոնուսը վերականգնվում է օպերացիայից 20—25 օրվա ընթացքում:

4. N. tibialis-ի ռեոբազան և խրոնակսիայի չափումները ցույց տվեցին, որ ուղեղի ներքին պատիճի վնասումից հետո նկատվում է ռեոբազայի բարձրացում, իսկ խրոնակսիայի երկարացում: Նշված փոփոխությունները վերականգնում են նորմալին օպերացիայից հետո 16—25 օրվա ընթացքում:

