

ФИЗИОЛОГИЯ

П. А. МАРКАРЯН, Л. С. ГАМБАРЯН, Г. Е. ГРИГОРЯН

МАТЕРИАЛЫ К ИЗУЧЕНИЮ КОМПЕНСАТОРНЫХ
ПРИСПОСОБЛЕНИЙ У ЖИВОТНЫХ

Исследования прошлых лет, проведенные в аспекте изучения особенностей и специфики компенсации нарушенных функций в онтогении, привели к установлению двух принципиально важных закономерностей.

Было установлено, что при однотипных повреждениях спинного мозга, проверенных морфологически, восстановление функций у животных шло тем быстрее, чем ниже они стояли на возрастной лестнице [1, 2, 3].

Совершенно иные отношения наблюдались при повреждении опорно-двигательного аппарата. Ампутация конечностей, произведенная в раннем постнатальном периоде (20-дневный возраст), замедляла нормальную смену познотических фаз. У щенят 2—3-месячного возраста перестройка координации происходила уже в первые послеоперационные дни, хотя при некоторых видах операций (например, односторонняя ампутация передней и задней конечностей) требовалось сравнительно большее время для компенсации (7—15 и более дней). У щенят более старшего возраста перестройка координации шла быстрее. Уже на следующий день после операции они начинали ходить на оставшихся двух конечностях. Наиболее стремительная и совершенная перестройка функций наблюдалась у взрослых собак. Иными словами, вопреки существующим данным и выводам перестройка стато-кинетической координации при описанных типах ампутации осуществлялась тем быстрее и тем совершеннее, чем старше было животное в онтогенетическом ряду [3, 4, 5].

Учитывая, что приведенные нами данные и сделанные на их основе выводы были получены на собаках, интересно было выяснить, в какой мере отмеченные закономерности могли обнаруживаться в ряду животных, стоящих на различных уровнях эволюционного развития. С этой целью были предприняты исследования на кошках, кроликах и птицах.

Результаты исследования

Опыты на кошках. Исследования проводились на 22 взрослых кошках. Повреждение опорно-двигательного аппарата производилось в следующих сочетаниях: ампутация одной передней и противоположной задней конечностей, ампутация передней и задней ноги одноименной сторо-

ны, ампутация обеих передних лап или ампутация лишь одной какой-либо конечности. Во всех случаях ампутация производилась выше локтевого и коленного суставов. Наблюдение за динамикой компенсации функции ходьбы и стояния начиналось с момента выхода животного из наркоза.

Перекрестная ампутация была сделана у 11 кошек. На следующий день после операции кошки, поставленные на ноги, в большинстве случаев сейчас же находили способ уравнивания тела и начинали ходить. Первые движения оказывались неловкими, животные покачивались из стороны в сторону и, пройдя несколько шагов, приседали. Вынесенные во двор и оставленные лежать, они вдруг вскакивали с места и, сделав несколько прыжков на хорошо экстензированных лапах, падали. Затем вновь поднимались и более ловко и значительно быстрее передвигались на двух перекрестно расположенных лапах (рис. 1). Если ампутированная кошка оказывалась уличной («дикой») и еще не была прирученной к экспериментатору, она так стремительно убегала, что трудно было угнаться за ней. Большинство кошек с первого же дня легко перепрыгивали через небольшие препятствия, могли спускаться по лестнице. В отдельных случаях, когда кошки не делали попыток вставать, мы прибегали к методу стимулирования: животному причиняли болевое раздражение путем сдавливания хвоста или дразнили лакомой пищей. Это приводило к тому, что кошки вставали и начинали передвигаться.



Рис. 1. Кошка № 1. Первый послеоперационный день. Животное передвигается на двух перекрестно расположенных конечностях.

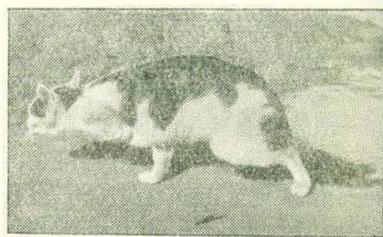


Рис. 2. Кошка № 2. На третий день после ампутации конечностей.

Если животные не гибли в первые два-три послеоперационных дня, то они настолько хорошо осваивали новый вид локомоции, что свободно спускались и поднимались по лестнице, легко вскакивали на стул и прыгивали с него, могли передвигаться в любом темпе и даже могли останавливаться и стоять на месте (рис. 2). В последнем случае можно было заметить как тонкой «игрой» мышц туловища, конечностей и хвоста кошки уравнивали тело, стойко держась на двух точках опоры.

Для иллюстрации сказанного ниже мы приводим краткие протокольные записи одного из опытов.

Кошка № 1. 18/IX—56 г. Произведена ампутация передней правой и задней левой конечностей.

19/IX—53 г. Кошка выпущена из ящика. Полежав некоторое время, она приподнялась на обе лапы; чуть покачнулась, но не упала. Уравновесив тело, осторожно начала переставлять лапы. Заднюю конечность при движении держит несколько согнутой во всех суставах. Сделав несколько шагов, села. Посидев немного, кошка вновь поднялась и быстрой подпрыгивающей походкой пробежала 5—6 метров. Походка более уверенная, тело не покачивается, хвост держит торчком.

20/IX—56 г. С большой легкостью поднимается с места и подпрыгивающей походкой быстро идет вперед. Спускается и поднимается по лестнице.

21/IX—56 г. Поднимается на стул, спрыгивает с него, легко передвигается на оставшихся лапах, останавливается и удерживается на двух перекрестно расположенных точках опоры.

Не останавливаясь на других примерах, отметим, что в основном подобная же картина наблюдалась и у остальных подопытных кошек.

При ампутации передней и задней конечностей одноименной стороны перестройка координации также наступала быстро. Сначала кошки рывком вскакивали с места, но, не удержавшись, падали, затем, сделав еще одну-две пробы и найдя нужный способ уравнивания тела, быстро передвигались на двух лапах. Первые движения оказывались стремительными и скачкообразными. Кошки передвигались на резко экстензированных лапах, держа хвост вытянутым и приподнятым кверху. Пробежав метров 5—10, они останавливались и падали. Затем вновь вставали и начинали ходить.

Из пяти кошек с односторонней ампутацией конечностей две погибли (одна на второй, другая на третий день после ампутации), а остальные жили значительное время. Наблюдения показали, что и у этой группы животных перестройка статокINETической координации осуществлялась быстро, то есть в первый же послеоперационный день, но и здесь фактор времени играл важную роль в упрочении и утончении новых интрацентральных отношений. Последнее выражалось в том, что животные легче вставали и передвигались, легче могли удерживать тело на двух точках опоры. На второй-третий день они могли передвигаться с такой скоростью, которая не уступала скорости движения интактных кошек (рис. 3).

Ампутация одной передней или одной задней лапы не оказывала существенного влияния на локомоторную функцию животного. Через 1 или 2 часа после операции кошки уже ходили на трех оставшихся лапах.

При ампутации обеих передних лап походка существенным образом менялась. Оправившись от наркоза, животные начинали передвигаться прыжками, напоминающими ходьбу кенгуру. Передвижение начиналось следующим образом: присев на задние лапы, кошка приподнимала туловище и, резко оттолкнувшись ногами, прыгала вперед. Прыжок завершался падением на грудь и подтягиванием под себя задних конечностей. После этого она вновь поднимала туловище и, оттолкнувшись задними конечностями, металась вперед. Быстрым чередованием таких прыжков кошка передвигалась на значительное расстояние (рис. 4).

Остановившись, она опускала переднюю часть тела на землю и лежала до тех пор, пока вновь не возобновляла прыжки. Характерно, что с первого же послеоперационного дня кошки могли сидеть в вертикальном

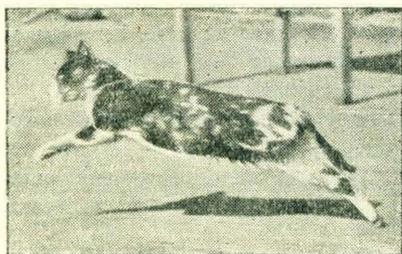


Рис. 3. Кошка № 10. На второй день после ампутации левой передней и левой задней конечностей.

положении, опираясь на несколько расставленные задние лапы и хвост (рис. 4)

Наблюдения за кошками с ампутацией обеих передних конечностей производились недолго, так как они скоро погибали, (на третий-четвертый день). Лишь одна кошка прожила значительное время и мы имели

возможность проследить за дальнейшим ходом изменений характера локомоции. На восьмой-девятый день после операции при улучшении общего состояния она начала передвигаться, «шагая» на задних лапах. Переднюю часть тела при этом держала на весу. В такой позе она передвигалась медленно и когда необходимо было передвигаться быстрее (скажем при появлении собаки) она переходила к кенгурообразным прыжкам.

Таким образом, приведенные данные показывают, что указанный тип повреждения опорно-двигательного аппарата также влечет за собой быструю компенсацию нарушенной функции.

Опыты на кроликах. Исследования проводились на трех взрослых животных. У двух из них была сделана ампутация обеих передних конечностей, а у третьей—только одной передней.

Оправившись от наркоза (через 3—5 часов), кролики начинали ходить. Ходьба на трех конечностях совершалась без существенных изменений формы локомоции. Передвижение кроликов с ампутированными передними лапами осуществлялось следующим образом. Чуть оторвав от земли переднюю часть тела, кролик переставлял ее вперед, отталкиваясь задними конечностями. Движения совершались медленно и осторожно. В последующие дни, сохраняя ту же форму передвижения,



Рис. 4. Кошка № 21. На следующий день после ампутации обеих передних конечностей.

кролики становились более активными, а в сидячем положении приподнимали переднюю часть тела, держа ее на весу.

Опыты с кроликами показали, что и у них вслед за описанными типами повреждений опорно-двигательного аппарата быстро формировались новые способы передвижения.

Опыты на курах. С целью изучения скорости и характера перестройки локомоторной функции были проведены опыты с временным (фиксация ноги) или постоянным (ампутация) исключением функции одной из конечностей. Опыты проведены на 15 курах.

Для фиксации конечности она сгибалась во всех суставах и крепко обматывалась бинтом. Поставленные на землю куры со связанной конечностью, уравнивали тело, прибегая к помощи крыльев, и начинали двигаться, подпрыгивая на одной ноге. Первые движения оказывались неловкими, однако после нескольких попыток высвободить связанную ногу, они начинали свободно передвигаться. Если при прыжках теряли равновесие, то крыльями вновь уравнивали тело. В некоторых случаях приседанием и опусканием крыла соответствующей стороны создавали вторую точку опоры.

Получив описанные данные, мы у двух петухов произвели высокую ампутацию ноги. Операция была произведена под местной новокаиновой анестезией. После ампутации петухи находились в угнетенном состоянии. Однако на следующий день один из петухов мог свободно стоять на одной ноге (рис. 5) и передвигаться подпрыгивающей походкой.

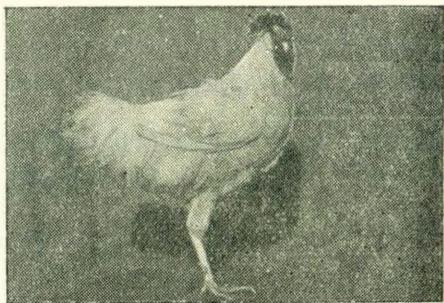


Рис. 5. Петух № 1. На следующий день после ампутации правой конечности.

Второй петух начал подниматься на ногу и передвигаться лишь на седьмой день. Медленная компенсация функции стояния и ходьбы у этого петуха могла быть связана с операционной травмой (появление отеков и синюшности на теле).

Оба петуха при первых попытках подняться и ходить прибегали к помощи крыльев, однако в дальнейшем почти не пользовались ими.

Таким образом, как при временном выключении функции одной конечности, так и при ее ампутации куры выявляют новый вид локомоций.

З а к л ю ч е н и е

У кошек, кроликов и кур изучались особенности компенсации функции стояния и ходьбы после различных видов повреждений опорно-двигательного аппарата.

Опыты на кошках показали, что вслед за ампутацией конечностей (одной передней и противоположной задней, двух передних или перед-

ней и задней одноименной стороны) у животных происходила быстрая перестройка в стато-кинетической координации, приводящая к компенсации утраченной функции. Прямо на глазах у экспериментатора формировались новые координации, обеспечивающие равновесие тела и передвижение животного.

Указанная закономерность обнаруживалась и в опытах с кроликами и курами.

Сопоставляя описанные данные с результатами исследований на собаках и других животных, можно заключить, что и на том уровне развития центральной нервной системы, с которым мы встречаемся у кошек, кроликов и кур, возможны быстрые перестройки в центрально-периферических отношениях, обеспечивающие высокие темпы и сложную биомеханику компенсации нарушенной стато-кинетической координации.

Физиологическая лаборатория Научно-исследовательского института акушерства и гинекологии Минздрава АрмССР

Поступило 10 III 1953 г.

Պ. Ա. ՄԱՐԿԱՐՅԱՆ, Լ. Ս. ԳԱՄԲԱՐՅԱՆ, Գ. Ե. ԳՐԻԳՐՅԱՆ

ՆՅՈՒԹԵՐ ԿԵՆՏՐԱԼՆԵՐՎԻ ԿՈՄՊԵՆՍԱՏՈՐ ՀԱՐՄԱՐՎՈՂԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՄԱՆ ՇՈՒՐՋԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հեղինակներն ուսումնասիրել են կատուների, ճագարների և հավերի կոմպոսոր ապարատի (վերջավորությունների)՝ զանազան վնասվածքներից առաջացած խանգարումների վերականգնումը: Կատուների վրա կատարված փորձերը ցույց տվեցին, որ վերջավորությունների անգամահատումից հետո (խաչածն, միակողմանի կամ էլ առաջին երկուսը) կենդանիների մոտ առաջ է գալիս արագ ֆունկցիոնալ վերակառուցում ստատոկինետիկ կոորդինացիայում, որն ապահովում է կենդանու մարմնի հավասարակշռումը և տեղաշարժումը տարածություն մեջ: Այդ բոլորը կա նաև ճագարների ու հավերի մոտ:

ЛИТЕРАТУРА

1. Маркарян П. А. и Гамбарян Л. С., Известия АН АрмССР, серия биолог., т. X, 8, стр. 31—36, 1957.
2. Гамбарян Л. С., Доклады АН СССР, том ХСVIII, 2, стр. 307—310, 1954.
3. Гамбарян Л. С. и Григорян Г. Е., Доклады АН СССР, т. 117, 3, стр. 537—538, 1951.
4. Григорян Г. Е., Второе совещание, посвященное компенсаторным приспособлениям при органических поражениях центральной нервной системы. Тезисы докладов, Ереван, 1956.
5. Григорян Г. Е., Известия АН АрмССР, сер. биолог., т. X, 3, стр. 17-22, 1957.
6. Григорян Г. Е., Известия АН АрмССР, сер. биолог. и сельхоз. наук, т. XI, 4, 1958.
7. Bethe A. und Fischer E. Handb. d. norm. u pathol. Physiol., Bd. 15, 2, 1931.