

А. М. АЛЕКСАНЫН

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТ ИНСТИТУТА
ФИЗИОЛОГИИ им. акад. Л. А. ОРБЕЛИ АН АрмССР

Институт физиологии имени академика Л. А. Орбели прошел сложный путь организации, вызванный в основном двумя причинами. Обычно научное учреждение организуется и возглавляется каким-либо научным руководителем, который подбирает соответствующие кадры, готовит их по своему усмотрению и организует научно-исследовательскую работу вокруг одного центрального вопроса, который на долгие годы определяет характер и специфику деятельности. Институту физиологии в этом отношении не повезло. За 16 лет существования в институте сменилось 6 директоров и это несомненно отразилось на его деятельности. Вторая причина тесно связана с первой. Речь идет о подготовке кадров, которая проходила бессистемно и однобоко, без плана и учета дальнейшего развития физиологии в Армении вообще и, в частности, разрабатываемых в институте проблем. Единственной положительной стороной было то, что научная проблематика института в общих чертах оставалась одной и той же и это было связано главным образом с тем, что наиболее действенное влияние на научную работу института оказал проф. Э. А. Асратян, который в течение относительно большого отрезка времени являлся научным консультантом института. В начальный период деятельности института это оказало положительное влияние на подготовку научных кадров. Однако с ростом и развитием института все настоятельнее выдвигался вопрос о превращении Института физиологии в самостоятельное научное учреждение в системе аналогичных учреждений Советского Союза, со своей собственной научной проблематикой, не повторяющей тематику других физиологических учреждений.

В связи с этим за последние два—три года институт пережил ряд критических периодов, грозивших его существованию. Остро стал вопрос о его дальнейшей судьбе и путях развития. Потребовались действенные меры. В 1958 г. президиум АН Армянской ССР принял решение, согласно которому был намечен ряд мероприятий по укреплению и расширению Института физиологии. Была утверждена проблематика и реорганизована структура. За эти годы резко улучшилось оснащение института современной аппаратурой. В этом отношении значительная помощь была оказана Академией наук СССР. Институт эволюционной физиологии им. И. М. Сеченова АН СССР, директором которого был академик Л. А. Орбели, выделил и передал в безвозмездное пользование большое количество ценной электрофизиологической аппаратуры и несколько укомплектованных установок, которые в начальном периоде реконструкции института сыграли ре-

шающую роль. Они помогли создать базу для обучения научных кадров и начать новые исследования. Существенное значение имело также приобретение личной библиотеки Л. А. Орбели, что дало возможность пополнить библиотеку института ценными книгами и журналами, отсутствующими в библиотеках Еревана.

Все это привело к тому, что в настоящее время Институт физиологии АН АрмССР, которому в 1958 г. было присвоено имя выдающегося советского физиолога академика Л. А. Орбели, превратился в достаточно хорошо оснащенное научное учреждение, способное решать сложные физиологические вопросы на современном уровне науки и техники.

На протяжении всего существования института одной из основных его проблем являлась проблема компенсаторного восстановления функций организма, нарушенных благодаря экспериментальной травме центральной нервной системы, в частности, спинного мозга.

Эта проблема имеет исключительное теоретическое и практическое значение, так как благодаря широте и сложности вопросов, возникающих при ее решении, она охватывает ряд разделов физиологии и особенно физиологию центральной нервной системы.

Что касается практической стороны вопроса, то она достаточно ясна, а именно: желательно возможно полное и быстрое восстановление функций при полной гарантии против ее декомпенсации.

Но для того, чтобы можно было сделать какие-либо рекомендации для практики, необходимо глубокое и всестороннее изучение как причин, вызывающих нарушение функций, так и условий, способствующих их восстановлению.

Основная деятельность института была направлена на то, чтобы выяснить те нарушения двигательной деятельности животных, которые наступали при различных экспериментальных повреждениях спинного мозга (как правило, перерезке подвергались правая или левая и передняя или задняя половины спинного мозга). Существенные результаты были получены в различных направлениях.

В исследованиях, посвященных компенсаторному восстановлению функций в сравнительно-физиологическом аспекте, были установлены факты, подтверждающие и дополняющие более ранние наблюдения. Результаты этих исследований можно обобщить в следующем положении: при одинаковых повреждениях спинного мозга, чем ниже по эволюционной лестнице стоит животное, тем быстрее во времени (хотя быть может и менее совершенно) восстанавливается нормальная деятельность организма. Второй, не менее важный факт, полученный в плане исследований эволюционных закономерностей компенсаторного процесса, заключается в том, что чем моложе животное, тем совершеннее и быстрее происходит восстановление его двигательной деятельности. Так, например, при одних и тех же экспериментальных повреждениях спинного мозга щенки гораздо совершеннее и в более короткий срок восстанавливают нормальную локомоторную деятельность, чем взрослые собаки. Та же закономерность была установлена и для других, более низших позвоночных животных (цыплят,

молодых черепах и крольчат). К сожалению, механизм этих явлений до сих пор остается невыясненным.

Попытки объяснить эту разницу между молодыми и взрослыми животными анатомической и функциональной незрелостью или недифференцированностью нервной системы вряд ли состоятельны. Собственно, какой взгляд ничего не прибавляет к тому, что уже было известно, а главное закрывает доступ к новому подходу решения вопроса. Нет сомнения, что эти факторы оказывают существенное влияние на скорость и полноту функциональной регенерации. Однако такая односторонняя трактовка сложнейшего биологического явления скорее является результатом незнания биохимических особенностей течения репаративных процессов в молодом и взрослом организме, а также особенностей функциональных сдвигов, сопутствующих травме, влияния вегетативной и эндокринных систем и т. д.

Одним из важных направлений работ Института физиологии явились исследования, имеющие целью выяснить роль различных отделов головного мозга в явлениях восстановления функций. Если у высших позвоночных животных, как это было установлено Э. А. Асратяном, ведущая роль в компенсаторных процессах принадлежит коре больших полушарий головного мозга, то у низших животных дело обстоит иначе. Так, например, у черепах удаление больших полушарий оказывает лишь небольшое и быстро проходящее влияние на компенсированные двигательные расстройства, в то время как у собак обоюдостороннее удаление коры больших полушарий приводит к глубокой и стойкой декомпенсации. У черепах даже промежуточный мозг не является тем нервным центром, который необходим для восстановления функций, достаточно лишь наличие среднего мозга. Поэтому у черепах удаление больших полушарий и промежуточного мозга вызывает лишь временную декомпенсацию, после чего вновь восстанавливается нормальная двигательная деятельность. Декомпенсация у черепах полная и стойкая только при удалении среднего мозга, когда какое-либо восстановление нормальной двигательной деятельности исключено.

Изложенные данные позволяют проводить важную параллель между аналогичными явлениями у низших и высших животных. По имеющимся литературным данным, в основе компенсаторного восстановления функций лежит механизм временной связи. С этим хорошо согласуется тот факт, что после удаления у собак коры больших полушарий — этого анатомического субстрата временной связи — животные теряют способность компенсаторного восстановления функций. Аналогичное явление наблюдается и у черепах, у которых условные рефлексы можно выработать после удаления больших полушарий головного мозга и при наличии лишь среднего мозга. В соответствии с этим, как было отмечено выше, и компенсация двигательных нарушений также может иметь место при наличии среднего мозга. Эти факты как будто бы говорят в пользу взгляда, что в основе компенсации лежит механизм временной связи. Однако, хотя условнорефлекторный механизм компенсаторного восстановления сложных функций является

наиболее вероятным, до настоящего времени мы не имеем прямых доказательств этой точки зрения.

Имеются наблюдения, указывающие на то, что ход восстановления локомоторной функции и условнорефлекторной деятельности обнаруживает полный параллелизм, что является дополнительным доводом в пользу изложенного взгляда. Однако здесь можно сделать возражение, что параллелизм явлений не может служить доказательством их причинной зависимости. Каково бы не было объяснение изложенных фактов, ясно одно, что для будущей теории механизма приспособительной деятельности организма они имеют фундаментальное значение, что является новой иллюстрацией важности эволюционного подхода в решении физиологических задач.

В тесной связи с изложенными результатами находятся исследования, направленные на выяснение влияния размеров и локализации травмы спинного мозга на компенсаторное восстановление функций. В этом аспекте исследования шли в двух направлениях. Во-первых, был установлен так называемый предел компенсационной способности спинного мозга. Известно, что если перерезать две половинки спинного мозга правую и левую или верхнюю и нижнюю, причем так, чтобы уровни разрезов находились на определенном расстоянии друг от друга в краниокаудальном или дорзо-вентральном направлениях, то, несмотря на полный перерыв всех проводящих путей спинного мозга, через определенное время восстанавливается нормальная деятельность (в частности локомоторная) организма. Это оказалось возможным благодаря наличию мостика между двумя разрезами. Необходимо было уточнить при каких размерах этого мостика все еще возможно восстановление функций. Оказалось, что для этого достаточно, чтобы длина мостика была не менее длины двух позвонков, в противном случае восстановление функций не происходит.

Во-вторых, исследования были направлены на то, чтобы выяснить локализацию наиболее важных, с точки зрения их участия в компенсаторных явлениях, проводящих путей.

Вопрос этот тесно связан с проблемой о механизме компенсаторных явлений при частичных травмах спинного мозга. Каким образом происходит компенсация функций? Идет ли речь об использовании дополнительных, заранее существующих или лучше сказать прецедущих и функционально полноценных путей или речь идет об организации новых путей, возникновение которых стимулируется такими чрезвычайными условиями существования организма, как перерыв основных проводящих систем. Возможно, наконец, наличие запасных латентных путей, которые в норме не действуют благодаря функциональному перерыву из-за тормозящего влияния на них со стороны главных проводящих путей. Возможно, что при нарушении нормальной деятельности последних, создаются благоприятные условия для снятия торможения и проведения импульса по этим путям.

В настоящее время мы обладаем некоторыми фактами, имеющими отношение к высказанным предположениям. Комбинируя латеральную гемисекцию спинного мозга с его продольным расщеплением посередине на

протяжении до 9 см, причем с таким расчетом, чтобы продольный и поперечный разрезы соединялись на уровне 11 грудного позвонка, нам удалось установить, что прерванные проводящие пути не перекрещиваются на протяжении спинного мозга выше поперечного разреза и не огибают каким-либо образом участок разреза. Вероятно, что такой перекрест имеется в более верхних и нижних участках спинного мозга. Данных, касающихся возможного перекреста в верхних участках, у нас нет. Однако опыты, в которых комбинировалась гемисекция с продольным расщеплением спинного мозга в области поясничного утолщения, показали, что при этих условиях восстановление локомоторной деятельности задних конечностей не наблюдается. Таким образом, мы пришли к выводу, что при гемисекциях спинного мозга восстановление функции обеспечивается, главным образом, за счет дублирующих проводящих путей, проходящих по контралатеральной стороне спинного мозга, на что указывали более старые исследования, в частности, школы В. М. Бехтерева. Более подробное изучение вопроса однако показало, что спинной мозг обладает более широкими возможностями компенсации, чем это казалось.

За последние 2 года в институте были выполнены опыты, которые показали, что локомоторная деятельность в какой-то мере может быть восстановлена при таких перерезках, при которых в целостности остаются лишь небольшие мостики, соединяющие верхний и нижний части спинного мозга. Самое главное в этих опытах заключалось в том, что мостики, целостность которых обеспечивает восстановление функций, локализируются в различных участках спинного мозга по его поперечной оси, что говорит о наличии в спинном мозге дублирующих путей. Очевидно в этом заключается причина того, что повреждение (перерыв) одних проводящих систем приводит только к временному и частичному выпадению функции, так как дублирующие пути обеспечивают (частично) проведение импульсов в восходящем и нисходящем направлениях и, таким образом, по прохождении шоковых явлений, делают возможным восстановление функций и дальнейшее ее совершенствование.

Казалось бы, что признание наличия дублирующих путей ясно указывает на механизм компенсаторного восстановления функций и делает беспочвенным другие предположения. Однако это не так. Нашими исследованиями было установлено, что амплитуда рефлекторно вызванного электрического потенциала (потенциала действия) в люмбальных передних корешках резко падает после перерезки спинного мозга в участке, расположенном роstralнее места отведения. И, наоборот, величина потенциала действия значительно возрастает, если перерезаются контралатеральные люмбальные задние корешки или если перерезка спинного мозга производится каудальнее места отведения. Эти факты говорят о том, что торможение рефлекторных дуг афферентными и эфферентными системами является обычным явлением в деятельности центральной нервной системы и перерезки или травматические повреждения спинного мозга, в зависимости от повреждаемой системы, могут привести к освобождению

латентных связей от тормозящих влияний и, таким образом, они окажутся функционально более значимыми, чем до этого.

Вероятно этот механизм приобретает особенное значение при таких перерезках спинного мозга, когда практически все проводящие пути оказываются прерванными, как, например, при двойной боковой или дорзо-центральной гемисекциях. При этих операциях вряд ли можно думать о регенерации прерванных проводящих путей. Вся практика экспериментальной физиологии и медицина исключают такую возможность. И тем не менее животное, перенесшее такую операцию и оставленное на определенный срок, восстанавливает функции при условии, как указывалось выше, что между двумя перерезками сохраняется какой-то небольшой участок спинного мозга. Как объяснить восстановление функций у таких животных? Наиболее вероятное объяснение очевидно заключается в том, что либо прерванные проводящие пути посредством своих коллатералей устанавливают друг с другом связь через посредство интернейронов сохранившегося мостика и, таким образом, создаются новые пути для проведения импульсов в восходящем и нисходящем направлениях, либо эти связи существовали и раньше, но они не имели функционального значения, так как находились в латентном (заторможенном) состоянии, но теперь, ввиду создавшихся чрезвычайных условий (перерыв главных проводящих систем), приобретают доминирующее значение, частично благодаря снятию торможения, частично благодаря тренировке. Сейчас в этом направлении у нас ведутся исследования и мы надеемся, что в какой-то мере сумеем приблизиться к разрешению этого важного вопроса, теоретическое и практическое значение которого очевидно.

Объем данной статьи не позволяет полностью осветить результаты всех работ института. Очень ценные данные были получены и по другим линиям исследований. Биохимическим сектором, который в 1958 г. выделился из института в самостоятельный сектор, а также группой физиологов были получены интересные факты по труднейшему вопросу современной физиологии — физиологии внутреннего торможения.

Ценные результаты были получены также группой сотрудников, позже оформленной в лабораторию биофизики, по клиническому применению электроретинографического метода исследования зрительной функции глаза. С 1958 г. в институте организован сектор физиологии сельскохозяйственных животных, который за короткое время умело организовал свою работу по выведению и внедрению в производство новых пород кур. Описание всех этих достижений института заняло бы слишком много места, поэтому ограничимся только изложением результатов, полученных по проблеме компенсаторного восстановления функций. Однако с этой проблемой тесно связан вопрос декомпенсации функций, на чем также кратко остановимся.

Вопрос декомпенсации функций также имеет большое практическое и теоретическое значение, однако физиологи почему-то обращали на него очень мало внимания. Между тем, как после компенсации более или менее значительных повреждений центральной нервной системы, рано или позд-

но в жизни животного наступает декомпенсация функции и тогда все те нарушения, которые наблюдались в первый период травматического повреждения центральной нервной системы, вновь появляются, как бы заменяя собой поломку компенсаторного аппарата. Со времен Льюнани известно, что повреждение коркового представительства приводит к декомпенсации функции. Работами Э. А. Асратяна было установлено, что после двухстороннего удаления коры головного мозга у высших позвоночных животных наступает полная декомпенсация и животное теряет способность восстановления функции. Если на основании этих фактов признать, что корковый аппарат является единственной или по крайней мере главной структурной частью компенсаторного механизма, то ясно, что причину декомпенсации функций следует искать в нарушении корковой деятельности. Однако это не должно означать, что экстракортикальные факторы не имеют никакого значения или не оказывают никакого влияния на декомпенсацию функций. Сейчас положение дел таково, что экспериментальные исследования по выяснению условий, способствующих или препятствующих наступлению декомпенсации, ведутся недостаточно интенсивно и поэтому какая-либо общая точка зрения по данному вопросу отсутствует.

В литературе имеются отдельные наблюдения, что у животных, перенесших ту или иную операцию над центральной нервной системой, после восстановления функций, вдруг, в какой-то период, наступает ухудшение состояния, и нарушения, сглаженные в постоперационном периоде, вновь выступают с новой силой.

Ряд авторов такую декомпенсацию ставят в связь с параллельно наблюдавшейся случайной инфекцией или расстройством пищеварительного аппарата или вообще с ухудшением питания. Однако каким путем эти факторы приводят к декомпенсации все еще остается неясным. Экспериментальное изучение влияния ряда агентов на явление декомпенсации показало, что оно может быть вызвано, например, кислородным голоданием, кислородным отравлением или такими веществами, как стрихнин, алкоголь, ацетил-холин и др. Согласно данным Института физиологии особенно чувствительным к влиянию декомпенсирующих агентов оказалась высшая нервная деятельность. Алкогольное отравление животного, например, приводит к резкой декомпенсации электрооборонительных двигательных условных рефлексов. Испытание алкоголя производилось на собаках, у которых предварительно была повреждена область внутренней капсулы. После того как исчезнувшие в результате операции условные электрооборонительные рефлексы восстановились до дооперационного уровня, введение алкоголя вновь полностью упразднило условные двигательные рефлексы. При этом локомоторная деятельность во вне лабораторной обстановке страдала сравнительно слабо. Истинный механизм декомпенсации при воздействии на организм различных факторов внешней среды, влияние возрастной эволюции нервной и эндокринных систем, а также вегетативной нервной системы на явление декомпенсации в нервной деятельности до сих пор остаются нерешенными вопросами. Исследования в этом направлении сейчас ведутся нами параллельно с исследованиями по проб-

Известия XIII. № 11—3

леме компенсаторного восстановления функции, так как оба эти вопроса по своему механизму тесно связаны друг с другом.

Таковы основные результаты работ по проблеме компенсаторного восстановления функций.

В настоящее время Институт физиологии, сохраняя ту же проблему, существенно перестраивает свою работу. Если раньше основное направление работ ограничивалось, главным образом, изучением скорости и полноты восстановления функции при различного рода перерезках спинного мозга, то в настоящее время наиболее важным звеном в работе Института по данной проблеме является вскрытие механизма наблюдаемых явлений. Для успешного решения поставленных перед Институтом задач будут использованы как старые, хорошо освоенные, так и современные методы исследования с применением точной радиотехнической аппаратуры, позволяющей установить изменения нервной деятельности при различных воздействиях на нее.

Важное место в исследованиях Института должны занять поиски условий, способствующих ускорению восстановления функций. Одной из задач современной физиологии является решение вопроса о восстановлении функции спинного мозга после полной его перерезки — перерыва всех проводящих систем. Основная причина неудач до сих пор заключалась в том, что в месте перерыва бурно разрастается соединительная ткань, которая препятствует прорастанию нервных волокон. В нервных стволах, как известно, этого не происходит, и перерезанный нерв, после сшивания перерезанных концов друг с другом, вновь восстанавливает проводимость. До недавнего времени все попытки создать благоприятные условия для прорастанания нервных волокон через соединительнотканый барьер не увенчивались успехом, наоборот, они создавали еще более благоприятные условия для роста соединительной ткани и нервные волокна оказывались неспособными пробить это препятствие. В последнее время ряд зарубежных и отечественных ученых вновь вернулись к решению этой проблемы, но с иных позиций. Были получены препараты, которые разрыхляют или «растворяют» соединительную ткань, в результате чего облегчается прораствание через них нервных волокон.

Институт физиологии также взялся за решение этой проблемы. При этом с самого начала этих исследований была поставлена двудеятельная задача: найти препараты и условия, способствующие с одной стороны росту нервных волокон, а с другой — угнетающие рост соединительнотканых элементов. Точнее Институт поставил перед собой задачу найти как усиливающие, так и угнетающие средства как для одной, так и для другой ткани. Эти работы нами только начаты, однако предварительные результаты, полученные в институте, позволяют думать, что направление, избранное нами, правильное и перспективное.

Однако мы не намерены ограничивать наши исследования только экспериментальным изучением вопросов восстановления функций. Правильное решение вопроса требует широкой организации поисков ингибиторов и стимуляторов нервной ткани. Для этого у нас организуется работа с

культурой тканей с тем, чтобы иметь более широкие возможности экспериментирования.

Другим важным и новым направлением работ являются исследования роли трофической иннервации, в частности симпатической нервной системы в процессах восстановления функций. По определению И. П. Павлова и Л. А. Орбели, трофическая иннервация является той частью нервной системы, которая оказывает непосредственное влияние на более интимные процессы обмена веществ в тканях, тем самым повышая или понижая жизнедеятельность организма. Поэтому можно с основанием предположить, что и при травматических повреждениях нервной системы репаративные процессы подвержены регуляторному влиянию трофической иннервации. Но не только репаративные процессы, но и функциональные сдвиги, происходящие под влиянием трофической иннервации, не должны быть безразличными для скорости восстановления функций. Для такого предположения у нас имеется достаточное количество фактов. Одной из основных задач Института физиологии на ближайшие годы является изучение влияния выключения и стимуляции симпатической нервной системы на компенсаторное восстановление функций. При этом кроме общепринятых методов физиологического эксперимента широко будет применяться весь богатый арсенал фармакологического воздействия на симпатическую нервную систему. Последнее очень важно тем, что позволит найти такие способы воздействия, которые могут быть впоследствии применены в клинической практике.

За последние годы наши знания обогатились новыми исследованиями в области физиологии ретикулярной формации. Этот комплекс нервных образований оказывает влияние решительно на все важнейшие нервные центры, в одних случаях облегчая, а в других тормозя их деятельность. Очень важно, что наряду с изучением физиологических свойств ретикулярной формации было исследовано также ее отношение к фармакологическим средствам и найдены вещества, специфически действующие на различные структурные части ретикулярной формации. В настоящее время ряд научных лабораторий занимается выяснением взаимоотношения симпатической нервной системы и ретикулярной формации, действие которой во многом напоминает влияние симпатической иннервации на функцию различных органов и систем.

Планом исследовательских работ Института физиологии на ближайшие годы предусматривается изучение вопроса о роли различных отделов ретикулярной формации в явлениях компенсаторного восстановления и декомпенсации функций. Основное внимание будет уделено фармакологическому воздействию на ретикулярную формацию, так как этот подход наиболее близок к клиническим условиям работы.

Безусловно, что решение проблемы компенсаторного восстановления функций не должно ограничиваться лишь одними исследованиями в области трофических расстройств. Хотя любое нарушение процессов трофики должно сопровождаться изменением функции, поскольку последнее не может быть оторвано от субстрата, однако, как правило, не всегда возможно

уловить те биохимические сдвиги, которые происходят в субстрате, и установление связи между биохимическими и функциональными изменениями является тем конечным результатом, к которому стремится физиолог. Поэтому на практике сплошь и рядом физиолог сталкивается с функциональными проявлениями, произвольно вызывает, усиливает или угнетает ту или иную функцию, не зная при этом о тех сдвигах в материальном субстрате, которые лежат в основе функциональных проявлений. В процессе компенсаторного восстановления функции немаловажное значение имеют те функциональные сдвиги, сопутствующие травмам периферической нервной системы, которые объединяются под названием шоковые явления. Поэтому в план института вошли также исследования, целью которых является оценка функционального состояния участков, подвергшихся травматическому повреждению спинного мозга, а также оценка состояния вегетативной нервной системы.

Для этих исследований используются электрофизиологические методы, которые, по мере подготовки кадров, находят все более широкое применение в институте.

Было бы неправильно думать, что без глубокого знания физиологии трофической иннервации можно успешно решить вопрос о ее влиянии на восстановительные процессы. В Институте физиологии организован другой сектор, задачей которого является, по мере возможности, широкое изучение вопросов физиологии мозжечка, ретикулярной формации и симпатической нервной системы, их взаимоотношения с другими образованиями центральной нервной системы и влияния на отдельные функциональные проявления различных органов и, наконец, их способы воздействия на функции органов. Таким образом, исследования этих двух секторов будут взаимно коррелироваться, что позволяет надеяться на успех.

Институт физиологии им. акад.

Поступило 15. X 1960 г.

Л. А. Орбели АН АрмянССР