

hypertension produced by brainstem. 584—593.
 structural changes of the vascular walls of the peripheral resistance.— *Acta*

activity and wall lumen ration in cat pressure difference.— *Life Sci.*, 1968,

Y., Weiss L. The hemodynamic conusly hypertensive and normotensive

W. Studies on experimental hyperten- of systolic blood pressure by means 17—379.

mental renal hypertension.— In: Ba- 1967, p. 301—306.

uck durch experimentelle Dauerauss- hung, 1929, N 7, S. 241—248.

of spontaneously hypertensive rats.—

in rats.— *Nature*, 1958, 182, p. 727—

— *Scand. Arch. Physiol.*, 1898, N 8,

Поступила в редакцию
 25.XII 1980 г.

УДК 612.8:612.143

Г. И. Мchedlishvili

ИЗУЧЕНИЕ СОСУДИСТЫХ ЭФФЕКТОРОВ — КЛЮЧЕВАЯ ПРОБЛЕМА НОРМАЛЬНОЙ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ

Понятие сосудистых эффекторов включает в себя механизмы, обеспечивающие изменение просвета кровеносных сосудов под влиянием физиологических стимулов и обуславливающих регулирование кровотока при нормальных условиях, а также его нарушения и компенсацию при патологии. Таким образом, для выяснения функции эффекторов регулирования необходимо изучать поведение кровеносных сосудов, а также вызывающие его физиологические стимулы. При этом выясняется прежде всего роль тех или иных сосудов в регулировании и нарушениях кровотока при естественных условиях.

Эта проблема впервые изучалась А. А. Богомольцем, когда он работал в 1909—1910 гг. на кафедре общей патологии Новороссийского университета в Одессе под руководством В. В. Воронина. Опубликованная как на русском, так и немецком языках [1, 10], она представляет интерес с двух точек зрения. В ней была использована оригинальная методика, позволившая измерять уровень кровяного давления, наряду с сосудистым диаметром, в разных точках периферического сосудистого русла (эту методику с успехом применили в дальнейшем при измерении давления в мелких пиальных артериях на поверхности головного мозга [11]). Наряду с этим, впервые было показано, что разные уровни артериальных ветвлений периферического сосудистого русла характеризуются разными реакциями и имеют неодинаковое функциональное значение.

В. В. Воронин и его ученики, много работавшие над проблемами нормальной и патологической физиологии регионарного кровообращения и микроциркуляции, развивали эти идеи [2]. Несколько позже он опубликовал специальную статью, посвященную памяти своего ученика, в которой писал о тех важных выводах, которые можно было сделать из его работ, в частности — в периферическом сосудистом русле артерии среднего и мелкого калибра выполняют неодинаковую функцию: если первые участвуют преимущественно в изменениях кровообращения, связанных с центральными нервными влияниями, то вторые принимают участие прежде всего в местных процессах кровоснабжения ткани [3].

Ученики и сотрудники В. В. Воронина, работавшие в руководимых им лабораториях в Тбилиси, проводили свои исследования именно в аспекте выяснения специфической вазомоторики разных частей периферической кровеносной системы. Результаты упомянутой работы А. А. Богомольца были повторены и развиты [5] при исследованиях сосудистых реакций в ушной раковине кролика. Далее, в экспериментах были выявлены [4] функциональные особенности артерий разного калибра в коже. Еще более широкое развитие эти идеи получили при изучении нами совместно с сотрудниками кровеносной системы головного мозга.

В процессе исследований физиологии мозгового кровообращения были разработаны методики, благодаря которым удалось изучить функциональное поведение разных частей артериальной системы головного мозга при различных физиологических и патологических условиях. В качестве экспериментальных моделей условия патологии имели особые преимущества, так как функциональное поведение артерий в виде компенсаторных реакций проявляется гораздо более четко, чем в физиологических условиях. В результате многолетних исследований удалось выяснить, что в головном мозге имеется по крайней мере три подсистемы артерий, характеризующихся неодинаковыми функциональными особенностями: магистральные артерии мозга (внутренние сонные и позвоночные артерии, а также прилегающие к ним крупные артерии у основания черепа), пиальные артерии, ветвящиеся и анастомозирующие на поверхности полушарий головного мозга, и ветвления наиболее мелких артерий и артериол в толще мозговой ткани.

С очевидностью показано, что при исследовании кровоснабжения головного мозга не подтвердилось широко распространенное среди физиологов представление, будто именно артериолы* являются основными резистивными сосудами в периферическом сосудистом русле. В действительности они оказались наименее активными сосудистыми сегментами при регулировании кровообращения в головном мозге. Кстати, это соответствовало одному из важнейших выводов, вытекающих из упомянутой работы А. А. Богомольца, которые сформулировал В. В. Воронин. В кровеносной системе головного мозга функциональное поведение магистральных и пиальных артерий было изучено при всех известных типах регулирования мозгового кровообращения. Еще в начале 60-х гг. было показано, что каждая из этих сосудистых подсистем является эффектором лишь при определенных типах регулирования мозгового кровообращения. Посредством магистральных артерий мозга обеспечивается постоянство мозгового кровотока при изменении уровня общего артериального давления, а также устраняется избыточное кровенаполнение сосудов головного мозга. Посредством пиальных артерий обеспечивается постоянство P_{O_2} и P_{CO_2} в мозге при изменении содержания кислорода и углекислого газа в крови, а также регулируется адекватное кровоснабжение мозговой ткани в соответствии с ее метаболическими потребностями. Таким образом оказалось, что как магистральные артерии мозга, так и пиальные артерии являются специфическими эффекторами при определенных видах регулирования мозгового кровообращения, выявляя неодинаковый характер поведения при своем функционировании. Наиболее характерной реакцией магистральных артерий мозга оказалась вазоконстрикция, обуславливающая повышение сосудистого сопротивления, тогда как для пиальных артерий типична прежде всего вазодилатация с соответствующим уменьшением сосудистого сопротивления в этих сосудах [6, 7].

Идентификация сосудистых эффекторов регулирования в кровеносной системе головного мозга и характерных для них сосудистых реакций при тех или иных типах регулирования мозгового кровообращения оказалась необходимым условием, способствовавшим весьма интенсивным исследованиям механизмов регулирования просвета этих сосудов. С одной стороны, с середины 60-х гг. началось быстрое накопление физиологических данных относительно нейрогенного меха-

* Согласно классическому определению, «артериолами» следует называть только мельчайшие прекапиллярные артерии с одним слоем гладкомышечных клеток в составе сосудистой стенки.

низма регулирования в течение категорически о. С другой стороны, начал факторов, которые, воз и метаболизма в тканях. Сосудистых эффек мозга позволило проана именно этих эффекторов. называемой «ауторегуля» выяснение эффекторов п вообращения создало не тальных проблем физио

Далее, знание особенностей артериальной системы и локализации ангиоспазма возникновение спазма в с особенностями их функционирования. Поэтому оказались именно мные, артерии. Это в своей экспериментальной модели артерий и способствовало исследованиям патологического регулирования, в частности, в каких условиях способствовало также какие именно механизмы гладких мышц. Все это, в свою очередь, привело к устранению, что является основной неврологией и ней

Наконец, изучение физиологии головного мозга послужило основой для патофизиологических механизмов. Разработанные ранее механизмы факторов, которые могут компенсировать его развитие. Получены механизмы развития от роли сосудистой системы. Основы стали развиваться в факторов, которые регулируют водный баланс и внутричерепное давление.

Итак, выяснение функций артерий стало важной вехой в изучении регулирования мозгового кровообращения, процессы, которые лежат в основе

Таким образом, ранее не было значения для развития физиологической физиологии. Первые работы, в которых были предложены концепции (возникновения) регуляции, будто только артериолы и показано, что существует в системе периферическ

и мозгового кровообращения, которым удалось изучить функциональную систему головных и патологических условий. Условия патологии имели адекватное поведение артерий в течение гораздо более четко, чем в многолетних исследованиях имеется по крайней мере три артерии мозга (внутренние артерии, ветвящиеся и аналогичные артерии, ветвящиеся и аналогичные в толще мозговой ткани).

В исследовании кровоснабжения головного мозга, распространенное среди физиологов* являются основными в сосудистой системе. В ее активными сосудистыми процессами в головном мозге. Выводы, вытекающие из формулировки функциональных артерий было изучено мозгового кровообращения. Каждая из этих сосудистых систем определенных типов регуляции. Посредством магистральных артерий мозгового кровотока при давлении, а также устранении головного мозга. Посредством постоянного P_{O_2} и P_{CO_2} в артериях и углекислого газа в кровоснабжении мозговой ткани артериями. Таким образом, каждая из этих сосудистых систем при определенных условиях, выявляя неодинаковое функционирование. Наиболее артерий мозга оказалась вазомоторной сосудистой сопротивлением прежде всего вазодилатации и вазоконстрикции.

В регуляции в кровеносной системе для них сосудистых процессов, способствовавших весьма эффективному регулированию просвета этих артерий. Началось быстрое развитие нейrogenного механизма

следует называть только гладкомышечных клеток в составе

низма регулирования мозгового кровообращения, который до того времени категорически отрицали ведущие специалисты в этой области. С другой стороны, начались интенсивные исследования метаболических факторов, которые, возможно, обеспечивают сопряжение кровотока и метаболизма в ткани головного мозга. Наконец, знание специфических сосудистых эффекторов регулирования в кровеносной системе мозга позволило проанализировать миогенные ответы на растяжение именно этих эффекторов и выяснить их действительную роль в так называемой «ауторегуляции» мозгового кровообращения [9]. Итак, выяснение эффекторов при каждом типе регулирования мозгового кровообращения создало необходимые условия для выяснения фундаментальных проблем физиологии кровоснабжения головного мозга.

Далее, знание особенностей функционирования различных частей артериальной системы мозга привело к выяснению закономерностей локализации ангиоспазма в его сосудистой системе. Оказалось, что возникновение спазма в тех или иных мозговых артериях тесно связано с особенностями их функционирования при регулировании мозгового кровообращения. Поэтому характерным локусом развития ангиоспазма оказались именно магистральные и другие крупные, но не пиллярные, артерии. Это в свою очередь позволило разработать адекватную экспериментальную модель для анализа развития ангиоспазма мозговых артерий и способствовало систематическим и разносторонним исследованиям его патофизиологических механизмов. С ее помощью удалось, в частности, выяснить, какие физиологические стимулы и при каких условиях способствуют развитию спазма мозговых артерий, а также какие именно мембранные и внутриклеточные процессы в сосудистых гладких мышцах лежат в основе развития ангиоспазма [7]. Все это, в свою очередь, способствует разработке эффективных методов его устранения, что является одной из актуальнейших проблем современной неврологии и нейрохирургии.

Наконец, изучение сосудистых эффекторов в кровеносной системе головного мозга послужило важным стимулом для успешного изучения патофизиологических механизмов развития отека в головном мозге. Разработанные ранее методы позволили выяснить роль циркуляторных факторов, которые могут способствовать развитию отека головного мозга или же компенсировать (то есть ослаблять или даже устранять) его развитие. Полученные данные вместе с учетом общепатологических механизмов развития отека позволили по-новому подойти к выяснению роли сосудистой проницаемости в мозге при развитии отека. На этой основе стали развиваться исследования, касающиеся значения тканевых факторов, которые оказались наиболее важной причиной накопления воды во вне- и внутриклеточных отделах мозговой ткани при развитии отека головного мозга [8].

Итак, выяснение функций сосудистых эффекторов в головном мозге явилось важной вехой в изучении физиологических механизмов регулирования мозгового кровообращения, а также тех фундаментальных процессов, которые лежат в основе его нарушений при патологии.

Таким образом, ранние работы А. А. Богомольца имели существенное значение для развития представлений в области нормальной и патологической физиологии кровообращения. С одной стороны, это были первые работы, в которых поставлены под сомнение старые физиологические концепции (возникшие еще в середине прошлого столетия), будто только артериолы являются основными резистивными сосудами, и показано, что существует определенная функциональная организация в системе периферического сосудистого русла. Выяснение этих особен-

ностей функционирования разных отделов артериальной системы в головном мозге позволило эффективно изучать те фундаментальные процессы, которые лежат в основе физиологии и патологии мозгового кровообращения, что в свою очередь чрезвычайно важно для медицинской практики. Вполне очевидно, что исследования других периферических отделов кровеносной системы в организме, проводимые в аналогичном направлении, будут способствовать успешному прогрессу нормальной и патологической физиологии кровообращения.

Список литературы

1. Богомолец А. А. О давлении крови в мелких артериях и венах (близких к капиллярам) при нормальных и некоторых патологических условиях.— Харьков. мед. журн., 1911, № 4.
2. Воронин В. В. Руководство по патологической физиологии. Часть I. Тбилиси : Грузмедгиз, 1947. 505 с.
3. Воронин В. В. Праці О. О. Богомольця з гемодинаміки.— Фізіол. журн., 1956, 2, № 3, с. 29—30.
4. Гедеванишвили И. Д., Бегашвили Т. В. Особенности сосудорасширяющего действия ацетилхолина на периферические артерии и артерио-венозные анастомозы уха белой мыши.— Патол. физиология и эксперим. терапия, 1960, 4, № 4, с. 21—25.
5. Заалшвили И. М. О ритмических сокращениях сосудов.— В кн.: Труды посвящ. 60-летию науч.-пед. деятельности В. В. Воронина. Тбилиси 1952, с. 103—108.
6. Мchedlishvili Г. И. Функция сосудистых механизмов головного мозга. Ленинград : Наука, 1968. 204 с.
7. Мchedlishvili Г. И. Спазм артерий головного мозга. Тбилиси : Мецниереба, 1977. 182 с.
8. Мchedlishvili Г. И. О патогенезе постишемического отека головного мозга.— Анестезиология и реаниматология, 1980, № 2, с. 47—49.
9. Мchedlishvili Г. И. Регуляция мозгового кровообращения. Тбилиси : Мецниереба, 1980. 158 с.
10. Bogomolez A. Über den Blutdruck in den kleinen Arterien und Venen (den Kapillaren nahestehend) unter normalen und gewissen pathologischen Verhältnissen.— Pflügers Archiv, 1911, 141, S. 118—132.
11. Dieckhoff D., Kanzow E. Über die Lokalisation des Strömungswiederstandes im Hirnkreislauf.— Pflügers Archiv, 1969, 310, S. 75—85.

Институт физиологии АН ГССР,
Тбилиси

Поступило в редакцию
4.XI 1980 г.

ПАТОГЕН
ИШЕМИЧ

Коронарное кровообращение — единую функциональную систему, неизбежно влечет за собой

Основными гемодинамическими и энергетическими затратами при этом является поддержание нормального кровотока в коронарных артериях, питающих левый желудочек и сонные артерии [9, 12].

Во время систолы ление приближается к внут почти полное сжатие м коронарного кровотока. миокарда сопротивление диастолы уменьшается, к значительному усиле имеет важное значение д миокарда, испытывающе В условиях патологии м вания механизмов самор посылки для ухудшения

В настоящей работе
рисердечной гемодинами
да в кислороде, сократи
реологических свойств
сердца в зависимости от
тяжести течения заболева
ронаро- и вентрикулогр
диокардиография, апекс
ния миокардом кислоро
цитов, эритроцитов, сист

В экспериментальном ограничении объема периферической ветви левой коронарной артерии при искусственном расслаблении миокарда скорость его кровотока снижалась. После прекращения реперфузии и забор ткани из ишемизированной области. Исследованием калкулированным (СПР), ско-

При сопоставлении с основными показателями установлено, что при суммарном происходит нарастание 49 %, конечного систо-