

значение. Однако этим значением периода онтогенеза, не исчерпанные данные свидетельствуют о том, что возрастные различия в развитии атеросклероза являются отчетливо по многим признакам, что решающую роль не только время, длительность жизни, но и состояние организма в сложной цепи патогенетических

результатов исследований, особенностей развития атеросклероза, полезным при решении вопросов его осложнений у больных в

Черкасский

RELATED PECULIARITIES OF ATHEROSCLEROSIS DEVELOPMENT

of experimental atherosclerosis development for 60 days) in young (6-10 months old) animals (Institute of Gerontology, Academy of Medical Sciences, USSR). According to the results obtained, it is more markedly related to atherosclerosis in young animals. The results obtained substantiate the concept that atherosclerosis occurring in the organism during

Черкасский

исследований для понимания патогенеза атеросклероза. М.: Медицина, 1975.

С. и др.— М.: Медицина, 1975.—

во АН УССР, 1939.— 92 с.

Черкасский Л. П. Экспериментальная патология атеросклероза.— Кардиология, 1966.— 299 с.

Функция печени у молодых и старых животных.— Физиол. журн., 1970, № 8, с. 54—60.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1978, № 5, с. 582—585.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1980, № 1, с. 1—5.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1980, № 1, с. 1—5.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1980, № 1, с. 1—5.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1980, № 1, с. 1—5.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1980, № 1, с. 1—5.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1980, № 1, с. 1—5.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1980, № 1, с. 1—5.

Спектр крови у кроликов разного возраста.— Физиол. журн., 1980, № 1, с. 1—5.

Физиол. журн., 1984, т. 30, № 3

14. Черкасский Л. П., Полинская В. И. О возрастных изменениях сократительной функции миокарда левого желудочка сердца при экспериментальном атеросклерозе.— Патол. физиология и эксперим. терапия, 1979, № 3, с. 47—50.

Ин-т геронтологии
АН СССР, Киев

Поступила 25.01.84.

УДК 612.13:612.181.1

М. И. Гуревич

ИНТЕГРАТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ГЕМОДИНАМИКИ

Основная функция системы кровообращения заключается в обеспечении тканевых капилляров количеством крови, соответствующим текущему уровню метаболизма органов и тканей. Проблема оптимального снабжения тканей кровью состоит в основном в обеспечении необходимой производительности сердца и соответствующего уровня напряжения (тонуса) гладких мышц сосудов.

Управление деятельностью сердечного и сосудистого компонентов гемодинамической цепи осуществляется с помощью двух основных механизмов: центрального (нейрогуморального) и периферического, связанного с местными изменениями уровня метаболизма тканей и колебаниями трансмурального давления.

При изменяющихся условиях внешней среды и деятельности организма оптимальное взаимодействие этих механизмов регуляции может обеспечить соответствие между процессами доставки необходимых для жизнедеятельности веществ к тканям и процессами их утилизации. Локальные изменения кровообращения в соответствии со специфической деятельностью органа или ткани обеспечиваются тканевым метаболическим контуром гомеостатического регулирования, но могут быть реализованы только с участием центральных регуляторных механизмов. Наиболее сложным для разрешения является вопрос о сопряжении центральных и местных механизмов управления гемодинамикой, т. е. об интегративном контроле системы кровообращения.

Под интеграцией понимают такое управление структурными элементами системы, которое объединяет их в слаженно функционирующий комплекс, деятельность всех структур которого осуществляется в интересах как системы в целом, так и отдельных ее элементов.

Центральная морфо-функциональная организация структур, ответственных за формирование гемодинамических реакций в организме человека и животных, остается, несмотря на длительные настоятельные исследования в этом направлении, еще недостаточно ясной.

Существующие представления о структурно-функциональной организации образований центральной нервной системы, участвующих в регуляции кровообращения, их внутрицентральных связях и медиаторах, обуславливающих передачу в них возбуждения и торможения, все еще неполны. Однако накопленные к настоящему времени данные позволяют утверждать, что концепция прошлого века о существовании фиксированного «центра» управления кровообращением, как и последующие гипотезы и множественных «центрах», расположенных на разных уровнях мозга, отходят в прошлое. На смену их приходят представления о центральной нервной системе как о едином механизме, обеспечивающем во взаимодействии с местными механизмами интегративную регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы [12, 18, 23, 25, 35, 40, 45]. Этот интегративный контроль кровообращения организован таким образом, что в различных жизненных ситуациях пути и средства управления гемодинамикой могут заметно отличаться.

Физиол. журн., 1984, т. 30, № 3 5*

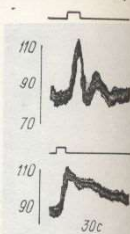
В интегративных механизмах регуляции кровообращения участвуют структуры многих уровней центральной нервной системы. Супрабульбарные уровни (кора головного мозга, лимбическая система, гипоталамус) получают афферентные проекции с рецепторов сердечно-сосудистой системы. Электрическая или химическая стимуляция многих из этих структур оказывает влияние на преганглионарные нейроны боковых рогов спинного мозга. Спинальный уровень включает сложные интегративные механизмы управления кровообращением, а не является простым проводником бульбарных стимулов. Накапливаются данные о том, что и на уровне вегетативных ганглиев происходит переработка и интеграция активности, проецирующейся на сердечно-сосудистую систему [27].

В проведенных в нашем отделе исследованиях использовались сочетания этих методик, позволяющие анализировать участие центрального и периферического механизмов в интегративном контроле сердечно-сосудистой системы.

Информация с артериальных и сердечных механорецепторов представляет собой важный ввод в центральную нервную систему, отражающий изменения кардио- и гемодинамики в каждом сердечном цикле [46].

Функционально-морфологические исследования, проведенные [31] методом аксональной дегенерации, подтвердили, что основной областью входа с IX—X пар черепно-мозговых нервов, по которым направляется поток, баро- и хеморецепторной активности, является ядро солитарного тракта. В то же время, как удалось показать, некоторая часть афферентных волокон заканчивается моносинаптически на нейронах парамедианных, наружных клиновидных, дорсальных и обобщенных ядер продолговатого мозга. Вовлечение в реакции нейрональных элементов этих структур, по-видимому, обеспечивает большую надежность аппарата сигнализации об изменениях гемодинамики и газового состава крови. Интеграция афферентации с сосудистыми и сердечными рецепторами с информацией, поступающей с других вводов, пред-

Существующие экс-
ляции кровообращения
при изменениях аффер-
тели стараются стаби-
лизировать с помощью
тех вводов. Результаты
сведения о значении р



позволяют, однако, понизить функциональную нагрузку сердечно-сосудистой системы. Это объясняется способностью сердечно-сосудистой системы снижать нагрузку, которая происходит благодаря снижению сердечного выброса [33, 45].

Проведенные в отделе, что выражены динамической реакцией гипоталамуса, неолучают гипоталамуса и понемногу синокаротидного синусного нерва приводит (рис. 1). Полученные данные о влиянии с гипоталамуса числе минута бульбарный Установлены моно-торной и лимбической ко

системы теснейшим образом связаны. Скопления кардио-васкулярных, интегрирующих сложные биомеханизмы, стимуляция различных структур вызывает влияние на гемодинамику, стимуляция образований, относимых к лимбической системе, не сопровождается изолированной реакцией, а изменяет реакцию на другие системы ор-

ганглия кровообращения участвуют в регуляции нервной системы. Супрабульбарная, лимбическая система, гипоталамус с рецепторов сердечно-сосудистой системы стимулирует многих из преганглионарные нейроны боковых ядер, уровень включает сложные механизмы кровообращения, а не является простым. Накапливаются данные, что ганглии происходят переработка информации на сердечно-сосудистую сис-

тему сердечно-сосудистых реакций и хроническая гемодинамика могут быть исследованы, включающий регистрацию симпатических волокон, иннервирующих сердечно-сосудистую систему, и гемодинамику. Оценка изменений основных параметров сердечных сокращений, системное кровообращение, общее периферическое сопротивление сосудов и др.).

В исследованиях использовались социальные взаимодействия, анализировать участие центральных органов в интегративном контроле изменений с характеристиками различных участков симпатической системы позволяет также в определенных и сосудистых компонентах нами воздействия отметить выраженность ответов в сердечно-сосудистой системы значительно вклад в реакцию сердечного и

сердечных механорецепторов предстательную нервную систему, отражающую динамику в каждом сердечном цикле. Вопрос о локализации перерывов мозга.

Исследования, проведенные [31] подтвердили, что основной областью нервных, по которым напорной активности, является ядро, как удалось показать, некоторая является моносинаптически на нейронных, дорсальных и боковых, включение в реакции нейронных, обеспечивает большую надежность изменений гемодинамики и газообращения с сосудистых и сердечно-сосудистой с других вводов, пред-

ставляет основу афферентной части центральных интегративных механизмов регуляции гемодинамики [22, 29, 45, 47].

Существующие экспериментальные данные о рефлекторной регуляции кровообращения обычно касаются гемодинамических сдвигов при изменениях афферентации с одного из вводов, при этом исследователи стараются стабилизировать или устранить афферентацию с других вводов. Результаты такого рода исследований, расширяя наши сведения о значении рефлекторных реакций с отдельных вводов, не

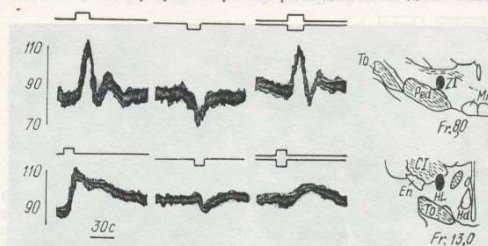


Рис. 1. Зависимость реакции артериального давления на одновременное раздражение синусного нерва и гипоталамуса от локализации раздражающих электродов. Сверху вниз: отметка раздражения (верх — раздражение гипоталамуса, низ — раздражение синусного нерва); системное артериальное давление; отметка времени.

позволяют, однако, понять механизмы интегративного управления сердечно-сосудистой системой в целом. В естественных ситуациях приспособление сердечно-сосудистой системы к изменяющимся условиям происходит благодаря одновременной активации нескольких вводов [33, 45].

Примером соотношений различных уровней регуляции является реакция, которую можно вызвать, стимулируя так называемую защитную область гипоталамуса и изучая ее взаимодействие со стимуляцией механорецепторов сердечно-сосудистой системы. «Реакция защиты» включает генерализованную активацию симпатического отдела вегетативной нервной системы с положительным хроно- и инотропным влиянием на сердце, конструкцией сосудов в большинстве областей (за исключением сосудов скелетных мышц) и подъемом артериального давления. Повышение системного артериального давления стимулирует сосудистые механорецепторы, чем тормозится вызванная с гипоталамуса кардиоваскулярная реакция. При этом торможение затрагивает в различной степени реакции сердца и сосудов. Развитие рефлекторной брадикардии значительно ослабевает, а рефлекторная вазодилатация сохраняется. В результате противоположные по направленности влияния с гипоталамуса и с артериальных механорецепторов по отношению к гемодинамике действуют синергично, приводя к возрастанию сердечного выброса и мышечного кровотока без резкого подъема артериального давления, т. е. без значительной нагрузки на сердце.

Проведенные в отделе исследования [12, 15, 18] показали, в частности, что выраженность сердечного и сосудистого компонентов гемодинамической реакции, обусловленной раздражением различных участков гипоталамуса, неоднозначна. При сочетанной стимуляции одних участков гипоталамуса и синусного нерва тормозится сосудистый компонент сино-каротидного рефлекса, а стимуляция других участков и синусного нерва приводит к торможению реакции с гипоталамуса (рис. 1). Полученные данные указывают на возможность реализации влияний с гипоталамуса по различным нисходящим путям, в том числе минуя булбарный уровень регуляции.

Установлены моносинаптические связи нейронов сенсорной, моторной и лимбической коры с нейронами дорсомедиального ядра гипо-

системы, дающая представление о возможных механизмах вовлечения этих структур в интегративный контроль гемодинамики (рис. 3).

326

Рис. 3. Схема прямых связей нервной системы, расположенных у уровнях нервной осн. у лягушки кровососа.

Представляет интерес
ящих в мозговых струк-
Показано, что локализаци-
к микроинъекционным вв-
локализацией «гемодинам-
с помощью электрической
распределения хемочувств-

Физиол. журн., 1984, т. 30, № 3

упрабильбарного и супраспиналь- (рис. 2) [12, 15, 17]. Показано ских нисходящих связей дорсаль- о средним и продолговатым моз- еществом заднего рога и с интер- рога спинного мозга. С учетом уры нами составлена схема внут- вованиями центральной нервной



агранулярной фронтальной коры голов- ермента в гипоталамус (темное поле). мим.

возможных механизмах вовлечения роль гемодинамики (рис. 3). ли вопрос о связях мозжечка со уляции гемодинамики. Показано астигмального ядра мозжечка , вызываемые раздражением аф- ва. Сопоставляя эти результаты ление мозжечка приводит к зна- реаций с каротидных синусов, щественно влияет на развитие кций. Промежуточным звеном в ных влияний на гемодинамику дер продолговатого мозга, важ- ния на постуральный тонус и

Построение общей схемы интегративной регуляции сердечно-сосу- дистой системы еще не завершено. Необходимы дальнейшие исследо- вания межцентральных морфо-функциональных взаимосвязей между структурами, участвующими в регуляции гемодинамики, их афферент- ных входов и эфферентных выходов.

Существуют различные представления о механизмах поддержания тонической активности нейронов ретикулярной формации продолгова- того мозга. Одни [44] полагают, что определенная часть нейронов

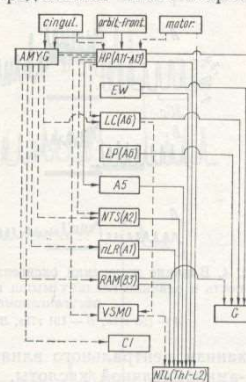


Рис. 3. Схема прямых связей структур центральной нервной системы, расположенных на различ- ных уровнях нервной оси, участвующих в регу- ляции кровообращения.

Cingul. — поясная извилина, orbit, front — орбитофрон- тальная кора, motor. — сенсомоторная кора, amyg. — миндалевидный комплекс, Hp — гипоталамус, EW — яд- ро Эдингера — Вестфаля, LC — синее пятно, LP — зона, расположенная вентральное синего пятна, NTS — ядро солитарного тракта, NLR — латеральное ретикулярное ядро, RAM — ядра шва, VSMO — вентральная поверх- ность продолговатого мозга, ml — интермедиолатераль- ное ядро бокового рога спинного мозга, CI — шейный от- дел спинного мозга, G — желатинозная субстанция.

этой области выполняет функцию пейсмекеров, активность которых модулируется изменениями состава окружающей среды (P_{O_2} , P_{CO_2} , pH), т. е. представляют собой нервные клетки, обладающие хеморе- цепторными свойствами. Другие [38, 39, 48, 49] считают, что тониче- ская активность этих нейронов является следствием влияния со спе- цифических хемочувствительных областей, локализующихся в стволе мозга ниже среднеколликулярного уровня. Три таких хемосенситив- ных области установлены на вентральной поверхности продолговатого мозга — так называемые зоны Митчела, Лешке и Шлефке. Еще од- ной областью, где могут быть сосредоточены образования, способные реагировать на изменения химического окружения и оказывать влия- ние на активность нейронов близлежащих зон продолговатого мозга, является *area postrema* в каудальной части дна IV желудочка. В ней гематоэнцефалический барьер легко проницаем, и вещества из цереб- роспинальной жидкости и крови сравнительно легко поступают в эту область [48]. Здесь же протекает норадренергическая нейрональная си- стема, связывающая эту зону с другими структурами продолговатого мозга [36].

Используя метод ретроградного аксонного транспорта пероксида- зы хрена и люминесцентных красителей, удалось впервые показать [16], что нейроны хемосенситивной зоны «S» на вентральной поверх- ности продолговатого мозга моносинаптически связаны не только с нейронами ядра солитарного тракта, но и с нейронами медиальных кохлеарных ядер, синего пятна среднего мозга, ряда образований про- межуточного мозга и бокового рога грудного отдела спинного мозга.

Представляет интерес различие нейрональных комплексов, вхо- дящих в мозговые структуры, и по их чувствительности к медиаторам. Показано, что локализация участков мозгового ствола, чувствительных к микроинъекционным введениям медиаторов, нередко не совпадает с локализацией «гемодинамически активных» участков, установленных с помощью электрической стимуляции. Это связано с особенностями распределения хемочувствительных структур в стволе мозга.

Выявлено [33, 34], что структуры бульбарного уровня регуляции гемодинамики чувствительны к ацетилхолину, моноаминам и гамма-аминомасляной кислоте, что, по-видимому, обеспечивает возможность их взаимодействия в регуляторных реакциях. Микроинъекции медиаторов в ядра продолговатого мозга сопровождаются изменениями эфферентной активности в симпатических волокнах, тонууса резистивных и емкостных сосудов, параметров центральной гемодинамики и рефлекторных сердечно-сосудистых реакций. В частности, показано, что в

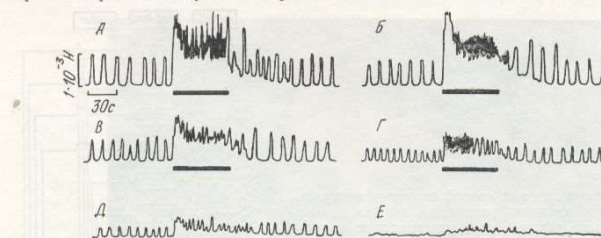


Рис. 4. Влияние изменений оксигенации тестирующего раствора на сократительную активность и реакции гладких мышц воротной вены крысы при электрической стимуляции постганглионарных симпатических волокон.

A — 196 гПа, B — 121 гПа, B — 63 гПа, Г — 40 гПа, Д — 20 гПа, E — 13 гПа.

механизм центрального влияния на сердечно-сосудистую систему гамма-аминомасляной кислоты, по-видимому, вовлекаются и нейронные системы, медиаторами которых являются ацетилхолин и моноамины [34].

Обсуждая вопрос об интегративном контроле кровообращения, следует учитывать значение структурной организации и функционального состояния эффекторных элементов сердца и сосудов и возможностей интеграции нервных, медиаторных и метаболических влияний на этом уровне.

Периферические механизмы представляют собой самостоятельные контуры управления сосудистым тонусом. Они приспособляют кровоснабжение органа к его потребностям, определяемым уровнем его функционирования и обмена веществ, однако местные сдвиги гемодинамики нельзя рассматривать изолированно от реакций сердечно-сосудистой системы в целом.

В последние годы в экспериментальных исследованиях на изолированных препаратах сосудов получены данные [4], подкрепляющие точку зрения [1, 9, 41] о том, что изменения тонууса гладких мышц сосудов, наступающие при недостатке или избытке кислорода в тканях, связаны с изменением их оксигенации. Способность сосудов гладких мышц реагировать на электрические, гуморальные или механические стимулы отчетливо снижается при уменьшении оксигенации сосудистых стенок (рис. 4).

Представлены доказательства в пользу связи изменений реактивности сосудов гладких мышц с влиянием степени оксигенации не только на обеспечение макроэргии сократительного механизма гладкомышечных клеток, но и на мембранные механизмы возбудимости гладких мышц сосудов [1, 4, 10] (рис. 5). Учитывая роль ионов кальция в формировании потенциалов действия и в сопряжении возбуждения с сокращениями, результаты выполненных в нашем отделе исследований убеждают в том, что наблюдаемые при недостатке или избытке кислорода в тканях изменения сократимости сосудов гладких мышц наступают вследствие влияния изменений оксигенации на проницаемость мембран гладкомышечных клеток сосудистых стенок для Ca^{2+} и (или) на концентрацию Ca^{2+} в миоплазме. На препаратах скинированных сосудов гладких мышц показано, что изменения

сократимости, наступающие у гладких мышц, могут быть связаны с влиянием на ионы кальция.

Изменения оксигенации как один из важных факторов в различных ситуациях, сопряженных с участием в регуляции кровяного давления, а подчас и ре-

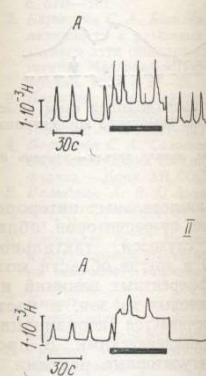


Рис. 5. Сократительные реакции различной силы при перфузии сосудов гладких мышц.

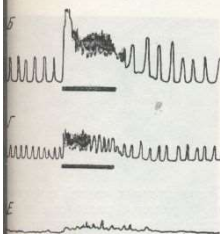
A — сила растяжения.

Местные механизмы тканевого кровотока способны удовлетворять потребности органов и тканей в кислороде и системе кровообращения.

Важно выяснить, как эти механизмы согласуются с регуляцией в центральной нервной системе. Аfferентная импульсация об изменении оксигенации на уровне ЦНС трансформируется в элементы системы кровообращения. В основном одностороннее влияние на гладкие мышцы сосудов обуславливает влияние на сосудистый тонус. Влияние на сосудистый тонус в основном вносится в зависимости от степени изменений оксигенации. В отношении изменений оксигенации обменных процессов и тканей следует учитывать уровень эффекторных элементов.

В самой общей форме нервное управление гемодинамикой, венозной информацией, постпреобразование этой информации.

бульбарного уровня регуляции холину, моноаминам и гамма-амму, обеспечивает возможность акциях. Микроинъекции медиатровождаются изменениями эф-волокон, тонуса резистивных альной гемодинамики и рефлекс-В частности, показано, что в



ищего раствора на сократительную ак- крысы при электрической стимуляции мических волокон.
10 гПа, Д — 20 гПа, Е — 13 гПа.

дечно-сосудистую систему гам-у, вовлекаются и нейронные а ацетилхолин и моноами-

м контроле кровообращения, й организации и функциональ- сердца и сосудов и возмож-ых и метаболических влияний

авляют собой самостоятельные м. Они приспособливают кро- определяемым уровнем его однако местные сдвиги гемоди-но от реакций сердечно-со-

ьных исследованиях на изоли- данные [4], подкрепляющие ния тонуса гладких мышц со- избытке кислорода в тканях, Способность сосудистых глад-ие, гуморальные или механи-при уменьшении оксигенации

льзу связи изменений реактив-янием степени оксигенации не кратительного механизма глад-ные механизмы возбудимости б). Учитывая роль ионов каль-ия и в сопряжении возбужде-енных в нашем отделе иссле-емые при недостатке или из-ократимости сосудистых глад-ия изменений оксигенации на х клеток сосудистых стенок в миоплазме. На препаратах щ показано, что изменения

сократимости, наступающие под влиянием изменений оксигенации гладких мышц, могут быть и следствием изменений сродства сократи-тельных белков к ионам кальция (рис. 6).

Изменения оксигенации сосудистых гладких мышц расцениваются как один из важных факторов, влияющих на тонус сосудов. Во мно-гих ситуациях, сопряженных с изменениями оксигенации тканей, ее участию в регуляции кровоснабжения тканей следует придавать су-щественное, а подчас и решающее значение.

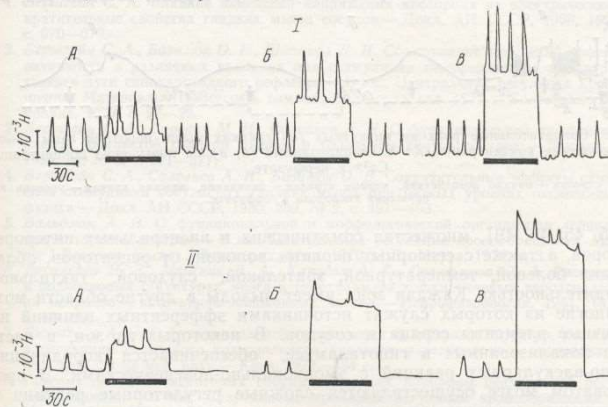


Рис. 5. Сократительные реакции гладких мышц воротной вены крысы на растяже-ние различной силы при перфузии сосудистого препарата оксигенированным (I) и ги-поксическим раствором (II) Кребса.

А — сила растяжения 1·10⁻³ Н, Б — 3·10⁻³ Н, В — 6·10⁻³ Н.

Местные механизмы регуляции регионарного тонуса сосудов и тканевого кровотока способствуют «эгоистическому» удовлетворению обменных потребностей органов и тканей, но в оптимизации функции системы кровообращения в целом важнейшая роль принадлежит центральным механизмам регуляции [19, 32, 35, 45].

Важно выяснить, как в условиях изменяющейся оксигенации кро-ви и тканей согласуются оба эти контура регуляции. Интегрируемые в центральной нервной системе хеморецепторная и механорецепторная афферентная импульсация в сочетании с непосредственным влиянием изменений оксигенации на тоническую активность вегетативных нейро-нов ЦНС трансформируются в эфферентные послышки к мышечным элементам системы кровообращения. Отличающаяся по интенсивности, но в основном односторонняя эфферентная импульсация к гладким мышцам сосудов разных регионов и различия плотности иннервации сосудов обуславливают дифференцированные по силе нейрогенные влияния на сосудистый тонус. Существенные коррекции в эффект та-кого рода влияний вносятся состоянием реактивности гладких мышц сосудов. Так как реактивность сосудистых гладких мышц изменяется в зависимости от степени оксигенации, а последняя определяется со-отношениями изменений транспорта кислорода тканям и интенсивно-сти обменных процессов в них, то при изменениях оксигенации крови и тканей следует учитывать взаимодействие регуляторных влияний на уровне эффекторных элементов сосудов.

В самой общей форме можно себе представить, что интегративное нервное управление гемодинамикой включает переработку множест-венной информации, поступающей в центральную нервную систему, и преобразование этой информации в эфферентные послышки, распростра-

няющиеся к исполнительным элементам сердечно-сосудистой системы по вегетативным нервным волокнам. Нейронные структуры (генераторы), проецирующиеся на сердечно-сосудистую систему, распределены на разных уровнях центральной нервной системы от коры до спинного мозга. Наличие связей между генераторами трех уровней центральной нервной системы (супрабульбарный, бульбарный и спинальный) обеспечивает функционирование сложного нейронного комплекса, афферентная информация в который поступает от сердца, сосудов [22, 29,

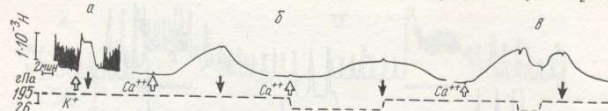


Рис. 6. Сократительные реакции intactных (а) гладких мышц воротной вены крысы на повышение концентрации K^+ и скинированных (б, в) на повышение концентрации Ca^{2+} в перфузате.

Белые стрелки — начало воздействия, черные стрелки — окончание, нижняя кривая — уровень напряжения кислорода в перфузате.

31, 35, 45, 46, 49], множества соматических и висцеральных интерорецепторов, а также с сенсорных нервных волокон, от рецепторов, обладающих болевой, температурной, зрительной, слуховой, тактильной чувствительностью. Каждая зона имеет выходы в другие области мозга, многие из которых служат источниками эфферентных влияний на мышечные элементы сердца и сосудов. В некоторых из зон, в частности локализованных в гипоталамусе, обеспечивается координация кардио-васкулярных реакций с эмоционально-поведенческими. В продолговатом мозге осуществляются сложные регуляторные реакции и координация сердечно-сосудистых и респираторных реакций. Интеграция в центральной нервной системе происходит и на уровне спинного мозга, и в симпатических ганглиях. К тому же отдельные афферентные пути способны разветвляться в несколько зон мозга, а комплексы нейронов, служащие источником эфферентных посылок, получают аксоны, исходящие из ряда таких зон. Благодаря этому активность нейронных комплексов различных уровней центральной нервной системы, проецирующихся на сердечно-сосудистую систему, может порождаться возбуждением различных афферентных систем. Возбуждение нескольких систем одновременно или возбуждение одной из систем, сочетающееся с гуморально вызванными изменениями активности нейронов, способствует формированию сложных интегративных реакций.

В зависимости от изменений текущего функционального состояния организма и от условий внешней среды в интегративный нервный контроль кровообращения вовлекаются разные уровни центральной нервной системы. Причем сочетание вовлекаемых в интегративную регуляцию зон может быть различным. Такой многоконтурностью и возможностью в определенных границах взаимного дублирования обеспечивается необходимая надежность и точность интегративного управления кровообращением.

M. I. Gurevich

INTEGRATIVE MECHANISMS OF HEMODYNAMICS REGULATION

Mechanisms of the central nervous system participating in regulation of circulation, their intracerebral relations and mediators are discussed for their structural-and-functional organization. An idea of a single mechanism which provides integrative regulation of hemodynamics is presented. Functional and morphological studies (their results are given in the paper) were made using data from recording electric activity in sympathetic fibres, analysis of a hemodynamic structure of cardiovascular activity in sympathetic axonal degeneration and retrograde axonal horseradish peroxidase transport and luminescent dyes. The results give evidence for availability of monosynaptic relations between neurons of structures of various levels of the central nervous system which participate

in cardiovascular control. Data on the functional state of regulation of hemodynamics.

A. A. Bogomoletz Institute of Academy of Sciences, Ukraine

1. Берштейн С. А. Влияние кратительные свойства гл с. 670—673.
2. Берштейн С. А., Базилук активности в различных звеньях дуги синокаротид пения: Материалы III Вс права, 1977, с. 27—29.
3. Берштейн С. А., Гуревич клеток сосудистой глады 1982, 28, № 5, с. 571—577.
4. Берштейн С. А., Соловьевской стимуляции сосуда фузата. Докл. АН СССР
5. Вальдман А. В. О функ вазомоторного центра. — 1 Всесоюз. симпози. Ле
6. Васильева Н. З., Майски в подкорковых структура на нейронах — источник с. 14—23.
7. Вишневская А. И. О функ в регуляции системного реф. дис. ... д-ра мед. наук
8. Гуревич М. И. О некото гемодинамики. — В кн.: С Наук. думка, 1976, с. 70—
9. Гуревич М. И., Берштейн регионарного кровотока в медицины, 1967, 63, № 3.
10. Гуревич М. И., Берштейн ций сосудистых глады Физiol. журн., 1980, 26, 2
11. Гуревич М. И., Берштейн кровоснабжение. — Успехи
12. Гуревич М. И., Карцева структур, участвующих в 68, № 8, с. 1025—1031.
13. Гуревич М. И., Шаповал холином структур бульбар им. биологии и медицины
14. Гуревич М. И., Шаповал долгового мозга на тем 1818.
15. Карцева А. Г. Об участ ния. — В кн.: Центральна поз., Тернополь, сент. 198
16. Карцева А. Г., Васильевости продолговатого мс Всесоюз. конф. по физи рождения акад. Л. А. Оу 1982, с. 158.
17. Карцева А. Г., Васильев супрабульбарных структ Аксонный транспорт вещ
18. Карцева А. Г., Майский тико-гипоталамических с № 4, с. 500—507.
19. Конради Г. П. Регуляция
20. Левтов В. А. Химическая 198 с.
21. Левтов В. А., Шустова Г. бочей гиперемии скелети гипоксических состояний.
22. Мойбенко А. А. Роль ре реф. дис. ... д-ра мед. наук

23. Орлов В. В. Кортикальное влияние на кровообращение.— Л.: Наука, 1971.— 231 с.
24. Орлов Р. С. Мембранные механизмы гладких мышц сосудов в условиях острой гипоксии.— В кн. Регуляция кровообращения в скелетных мышцах. Рига: Зинатне, 1980, с. 105—112.
25. Серков Ф. Н. О влиянии неокортекса на электрическую активность подкорковых образований.— В кн.: Кортикальная регуляция деятельности подкорковых образований: Материалы симпозиума, Тбилиси, ноябрь 1966 г. Тбилиси: Мецниереба, 1968, с. 61.
26. Скок В. И. Физиология вегетативных ганглиев.— Л.: Наука, 1971.— 235 с.
27. Соловьев А. И. О механизмах регуляции тонуса сосудов в скелетных мышцах при кратковременных и длительных окклюзиях артерий.— Физиол. журн. СССР, 1973, 59, № 1, с. 88—93.
28. Соловьев А. И., Базилук О. В. Влияние ограничения оксигенации гладких мышц сосудов на сократительные эффекты прямой электрической и механической стимуляции.— Бюл. эксперим. биологии и медицины, 1981, 92, № 11, с. 520—522.
29. Ткаченко Б. И. Рефлекторные механизмы функциональных взаимоотношений сердца и сосудов: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук.— Л., 1964.— 24 с.
30. Фоя Н. Н., Шаповал Л. Н. О локализации бульбарных проекций волокон аортального нерва кроликов.— Физиол. журн., 1974, 20, № 6, с. 785—789.
31. Хаютин В. М., Социна Р. С., Лукошкова Е. В. Центральная организация вазомоторного контроля.— М.: Медицина, 1977.— 351 с.
32. Хаютин В. М. Традиционные и новые представления о вазомоторном центре.— Физиол. журн. СССР, 1982, 68, № 8, с. 1032—1040.
33. Шаповал Л. Н., Побегалло Л. С. Об изменении эфферентной активности в почечном нерве при стимуляции серотонином ядер продолговатого мозга.— Бюл. эксперим. биологии и медицины, 1981, 92, № 7, с. 3—5.
34. Шаповал Л. Н., Побегалло Л. С. Влияние введения ГАМК в структуры продолговатого мозга на симпатическую активность и уровень САД.— Физиол. журн. СССР, 1982, 68, № 11, с. 1500—1505.
35. Calaresu F. R., Faiers A. A., Mogenson G. J. Central neural regulation of heart and blood vessels in mammals.— Proc. Neurobiol., 1975, 5, pt. 1, p. 1—35.
36. Dahlstrom A., Fuxe K. Evidence for the existence of monoamine-containing neurons in the central nervous system. I. Demonstration of monoamines in the cell bodies of brain stem neurons.— Acta physiol. scand., 1964, 62, N 1, p. 1—55.
37. Delar R., Bohr D. F. Contractile responses of isolated vascular smooth muscle during prolonged exposure to anoxia.— Amer. J. Physiol., 1972, 222, N 5, p. 1269—1277.
38. Feldberg W. The ventral surface of the brain stem: a scarcely explored region of pharmacological sensitivity.— Neuroscience, 1976, N 1, p. 427—441.
39. Feldberg W., Guertzenstein P. G. Vasodepressor effects obtained by drugs action on the ventral surface of the brain stem.— J. Physiol., 1976, 258, N 2, p. 337—355.
40. Folkow B., Heymans C., Neil E. Integrated aspects of cardiovascular regulation.— In: Circulation. Washington; Baltimore: Waverly, 1965, vol. 3, p. 1787—1798. (Handbook of physiology, Sect. 11).
41. Guyton A. C., Ross J. M., Carrier O., Walker J. Evidence for the tissue oxygen demand as the major causing autoregulation.— Circulat. Res., 1964, 14/15, suppl. 1, p. 60—68.
42. Heilstrand P., Johansson B., Norberg K. Mechanical, electrical and biochemical effects of hypoxia and substrate removal on spontaneously active vascular smooth muscle.— Acta physiol. scand., 1977, 100, N 1, p. 69—83.
43. Hilton S. M., Spyer K. M. Participation of the anterior hypothalamus in the baroreceptor reflex.— J. Physiol., 1971, 218, N 1, p. 271—293.
44. Koester J., Mayeri E., Liebeswar G., Kandel E. R. Neural control of circulation in aplysia. II. Interneurons.— J. Neurophysiol., 1974, 37, p. 476—496.
45. Korner P. J. Integrative role of the central nervous system in cardiovascular control.— In: Proc. XXVIII Int. Congr. physiol. sci., Budapest, July, 1980. Budapest, 1980, p. 1—18.
46. Miura M., Reis D. J. Electrophysiological evidence that carotid sinus nerve fibres terminate in the bulbar reticular formation.— Brain Res., 1968, 9, N 2, p. 394—397.
47. Paintal A. S. A study of right and left arterial receptors.— J. Physiol., 1953, 120, N 2, p. 596—610.
48. Torack R. M., Finke E. H. Evidence for a sequestration of function within the area postrema based on scanning electron microscopy and the penetration of horseradish peroxidase.— Z. Zellforsch., 1971, 118, N 1, p. 85—96.
49. Trzebski A., Lipski J., Majcherczyk S., Szulczyk P. Central organization and interaction of the carotid baroreceptor and chemoreceptor sympathetic reflex.— Brain Res., 1975, 87, N 2, p. 227—237.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Поступила 30.01.84

УДК 612.172

А. А. Мой

СОКРАТИ-

Концепция «сократ»
представлений о сокра-
охарактеризовать как
фундаментальных и пр-
ологин проблемы. Вол-
нерскими работами [2]
перед множеством в те-
сократимости миокард-
индексы сократимости
ним высоким требова-
Число предложенных
миокарда явно не со-
ранней диагностики не-
можной причиной этой
ский уровень исследо-
тимости миокарда, о-
ванной оценки состоя-
ретического — разви-

Появление в кар-
ход от монокаузальн-
при котором все нейр-
как условия реализа-
функции от диастолы
нейрогуморальные ин-
гуляции деятельности
чальной длины серд-
нейрогуморальных вл-
большинства опреде-
сократимости миокар-
авторы, оперирующие
увеличении сократим-
лическом давлении и
шую внешнюю работ-
жания термина «сок-
тимости миокарда о-
ность к инотропным

В то же время
трактовка термина
зависящего от всех
ний начальной длин-
миокарда к сокращ-
[5, 39, 47 и др.].

Более того, рез-
59 и др.] косвенно с-
рикеточные эффек-
и инотропных возд-
торные эффекты из-
обусловлены измен-
хотя результаты п-
сердечной мышцы
четкие [25, 26, 44 и
свойстве сердечной
не от ее начальной
периментальной кар-