

информацию. Большое квадратное поле назовем экраном, имея в виду, что на экран подается зрительная информация. В модели Хопфилда экран совпадает со всей сетью. В этих условиях мы получаем соотношение (5). Уменьшим теперь количество нейронов в экране, что соответствует зрительной информации, выведенной на часть нейронной сети. При этом берутся и расчет все нейроны K , входящие в экран (занятые в образе, как возбужденные, так и невозбужденные). На основе проведенных вычислительных экспериментов можно сказать, что информационная емкость сети увеличивается. Вопрос количественного описания увеличения еще не решен, но предварительно можно выдвинуть гипотезу о том, что информационная емкость сети Хопфилда пропорциональна отношению квадрата количества нейронов в сети к числу нейронов экрана:

$$M = 0.14 N K.$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Костюк Н. П. Физиология центральной нервной системы, 320, Киев, 1977.
2. Hopfield J. J. Proc. Natl. Acad. Sci., USA, 81, 3040—3092, 1984.
3. Hopfield J. J. & Tank D. W. Biol. Cybern., 52, 141—152, 1985.
4. Gibbs E. & Vichniac G. Y. Neural Networks Comput., 165—181, 1986.

Поступило 25.VI 1990 г.

Биол. журн. Армения, № 8.(43).1990

УДК 612.135.615.711.7.615.739.10

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВНУТРИОРГАННОГО МИКРОЦИРКУЛЯТОРНОГО РУСЛА КОШЕК ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭФЕДРИНА ПРИ ПОДКОЖНОМ ВВЕДЕНИИ

Н. Н. МЕЛКОНЯН

Институт физиологии им. Орбели АН Армении, г. Ереван

С помощью кальций-аденозинтрифосфатного аммиачного гистоангиографического метода А. М. Чилингаряна установлена возможность улавливания функциональных сдвигов в микроциркуляторном русле сердца, мозга, перикарда и твердой мозговой оболочки кошек при подкожном введении эфедрина.

Վաղժիտովի ԱՏՖ աղին հիստոլոգիական մեթոդի օգնությամբ (Չիլինգարյան Հ. Մ., 1977) հետազոտվել է էֆեդրինի ազդեցությունը երկամաշկային ներարկման ժամանակ կառուցների ուղեղի, սրտամկանի, կրծքի թաղանթի և արտապատյանի միկրոցիրկուլատոր հոսանքի վրա:

Հաստատված է ուսումնասիրված օրգանների միկրոցիրկուլատոր հոսանք տեղի ունեցած տեղաշարժերի բազմաշախտման հնարավորությունը:

By means of histological method of calcium ATP (Chilingarian H. M., 1977) the influence of ephedrin is studied on the heart, brain, pericardium, hard brain membrane microcirculatory course of cats with a hypodermic introduction. The possibility to snatch the functional displacements taking place in microcirculatory course of these organs is established.

Сокращения: СРС — спино-реактивная субстанция.

Исследование различных состояний микроциркуляторного русла представляет большой интерес. Различные фармакологические агенты вызывают различные изменения в функциональном состоянии внутриорганичного микроциркуляторного русла органов и тканей. Чувствительности, микрососудов, в частности капилляров, к действию вазоактивных веществ, таких как эфедрин, недостаточно изучена. В литературе имеются данные о влиянии эфедрина на мозговой кровоток с повышением артериального давления. Ряд исследователей [5, 14, 15] наблюдали сужение мозговых сосудов и уменьшение мозгового кровотока при введении этого вещества. Гаевый [3] при внутривенном введении его отмечал повышение артериального давления. В литературе мы не встречаем данных о влиянии эфедрина на капилляры, о реакции капилляров на этот мощный вазоактивный фармакологический агент. Только в работе Сисакина [10], посвященной изучению СРС в нервных и сосудистых структурах мозга, приводятся данные, согласно которым через 40—50 мин после введения эфедрина количество полностью закрытых и резко суженных капилляров уменьшается более чем на 50%, т. е. увеличивается количество функционирующих капилляров.

В настоящей работе представлены результаты изучения функциональных изменений, происходящих в микроциркуляторном русле мозга, миокарда, твердой мозговой оболочке и перикарда, и количественного определения реакции капилляров на воздействие эфедрина.

Материал и методика. Объектом исследования служили половозрелые кошки (4—5 кошек на каждую серию эксперимента). Животных усыпляли нембуталовым наркотиком (61 мг/кг). В глубоком наркотическом сне им подкожно вводили эфедрин в дозе 0,5 мг/кг. Материал для исследований брали через 30, 60, 90 и 120 мин. Мозг, сердце и оболочки фиксировали в 5%-ном формалине. Через 24 ч после продолжительной промывки из кусочков мозга и сердца готовили замороженные срезы (мозг—150, сердце—60 мкм). Оболочки фиксировали и инкубировали тотально. Срезы и оболочки переносили в кальций-АТФную среду, приготовленную по методу Чилингаряна [12]. Срезы мозга инкубировали 30 мин, срезы сердца и оболочки—2 ч. После приготовления препаратов приступали к морфометрии капилляров и визуальному описанию состояния крупных сосудов микроциркуляторного русла органов. Измерения производили с помощью шпигетового окулярного микрометра (Ок×15, О6×40). Подсчет диаметров капилляров производили в 30 полях зрения ($n=300$). Статистическую обработку данных проводили по Ермолаеву ($P>0,001$).

Результаты и обсуждение. На препаратах мозга, сердца и их оболочек, как контрольных, так и экспериментальных, четко и избирательно выявляются все звенья микроциркуляторного русла за счет отложения мелкозернистого черного осадка в эндотелии стенок сосудов и капилляров. Окрашиваются также элементы гладкомышечных клеток артериальных сосудов, благодаря чему легко дифференцируются артериальное, венозное и капиллярное русла. Поперечная исчерченность артериального звена прослеживается вплоть до прекапиллярных артериол. Поскольку строение сосудисто-капиллярной сети довольно подробно описано многочисленными авторами [4, 6—9], во избежание повторения на этом вопросе мы останавливаться не будем, описывая контроль.

На исследуемых препаратах весьма избирательно и четко выявляются все звенья сосудисто-капиллярной сети. Однако окраска их неравномерная. Артериальное звено сосудистого русла окрашено темнее, поперечная исчерченность отчетливо прослеживается вплоть до прекапиллярных артериол. Венозное звено окрашено светлее, осадок крупнозернистый. В перикарде (наружная стенка) артериолы имеют извилистый ход, в отдельных сегментах контуры их неровные. Капиллярная сеть образует ячейки полигональной формы. Вены имеют неровные контуры, венулы по ходу местами сужены, встречаются посткапиллярные венулы грушевидной или колбовидной формы. В твердой мозговой оболочке артерии и артериолы темноокрашенные с отчетливой исчерченностью. Входящие артерии имеют извилистый ход, местами очень сужены, имеют вид «сифона». Вены окрашены светлее, осадок крупнозернистый, контуры неровные, по ходу сосуда просвет их варьирует. Лакуны визуальне сужены. Капилляры образуют сеть крупной прямоугольной формы. Посткапиллярные венулы сужены, местами образуют вздутия, особенно в местах ветвления. В миокарде окраска неравномерная. Крупные сосуды окрашены темнее. Видны синусовы и просветы крупных сосудов, срезы в поперечнике. На препаратах мозга также неравномерная окраска. Фрагменты артерий и артериол окрашены темнее, отчетливо выявляется поперечная исчерченность. Радиальные артерии бедны боковыми ветвлениями. Некоторые артериолы имеют «древовидное» ветвление. Ход ветвей извилистый. После морфометрии, согласно нашим подсчетам, средний диаметр капилляров у контрольных животных составлял в полушариях мозга 5,6 мкм, в миокарде — 6, в твердой мозговой оболочке — 14, в перикарде — 12. После воздействия эфедрином средний диаметр капилляров исследуемых органов отличается от такового этих же органов в контроле, а также после различных сроков воздействия препарата. Мы считаем, что средний диаметр не отражает полной картины функционального состояния в различных частях сосудисто-капиллярной сети органа в каждый данный момент, однако среднее значение его облегчает сравнение и сопоставление этих величин у разных органов. Изменение величины диаметра капилляров на 2 единицы от среднего значения его в контроле в сторону уменьшения или увеличения мы принимали за выраженную констрикцию или дилатацию. В таблицах [1, 2] приведены данные о состоянии капилляров в 30 полях зрения, в которых наглядно представлено в количественном соотношении, в какую сторону произошел сдвиг. Наиболее выраженные изменения имели место после одного часа воздействия эфедрина. Среднее значение диаметров капилляров после воздействия эфедрином в течение одного часа составило в полушариях мозга 7,2; в миокарде — 7,5; в твердой мозговой оболочке — 8,3; в перикарде — 10 мкм. Как видно из этих данных, капилляры полушарий мозга расширились в среднем на 25%, миокарда — также на 25%, в оболочках же, наоборот, произошло сужение: в твердой мозговой оболочке — на 40%, в перикарде — на 16%. Как видно из таблиц, изменения в капиллярном русле происходят уже после 30-минутного воздействия, хотя в мозге и миокарде они еще не сильно выражены. В оболочках капилляры реагируют на воздействие

Таблица 1. Средний диаметр (мкм) и состояние капилляров (%) после воздействия эфедрина

Наименование органов	Диаметр капилляров и констрикция, мкм	Время воздействия препарата, мин			
		30	60	90	120
Полушария мозга	5.6	6.3 (13% расш)	7.2 (25% расш)	5.8 (3% расш)	6.3 (13% расш)
Миокард	6	6.2 (3% расш)	7.5 (25% расш)	6.3 (5% расш)	5.6 (5% суж)
Перикард	12	8.9 (26% суж)	10.0 (16% суж)	10.2 (18% суж)	9.0 (25% суж)
Твердая мозговая оболочка	14	10.4 (25.7% суж)	8.3 (40% суж)	10.4 (25.7% суж)	10.5 (25% суж)

Таблица 2. Процентное и количественное соотношение отреагировавших капилляров от общего числа измеренных (n = 300)

Наименование органов	Реакция капилляров	Время воздействия эфедрина, мин			
		30	60	90	120
Полушария мозга	Суженные до 4 мкм	22 7.6%	25 8.3%	51 17%	13 4.3%
	Расширенные до 8 мкм	34 11.3%	137 45.6%	46 15.6%	61 20.3%
Миокард	Суженные до 4 мкм	25 8.3%	34 11.3%	35 11.6%	36 12%
	Расширенные до 8 мкм	56 18.6%	77 25.6%	51 17%	24 8%
Перикард	Суженные до 10 мкм	199 66.6%	155 51.6%	162 55%	122 40.6%
	Суженные до 6 мкм, или на 50%	29 9.6%	33 11%	38 12.6%	27 9%
Твердая мозговая оболочка	Суженные до 10 мкм	152 50.6%	216 72%	154 51.3%	98 32.6%
	Суженные до 7 мкм, или на 50%	53 17.6%	120 40%	51 16.6%	32 10.6%

препарата активнее и быстрее. В перикарде уже наблюдается резкое сужение их диаметров (на 26%). Сопоставление средних значений диаметров капилляров в разные сроки воздействия препарата с контролем показало заметные сдвиги в функциональном состоянии капиллярного русла. Судя по морфометрическим данным, реакция капилляров в одном и том же органе также различна в зависимости от срока воздействия эфедрина. Так при 30-минутном воздействии препарата в перикарде количество суженных капилляров составляло 66,6%, а суженных вдвое—9,6%, т. е. диаметр этих капилляров с 12 сузился до 6 мкм. А после воздействия в течение 1 ч 30 мин количество суженных капилляров составляло 55%, но количество суженных вдвое увеличилось до 12,6%. После воздействия в течение 2 ч уже наблюдался спад констрикции. В твердой мозговой оболочке сильная реакция капилляров наблюдалась после 1-часового воздействия: 72% капилляров из общего числа сужены, а 40% сужены вдвое, или на 50%. В полушариях мозга и в миокарде капилляры на воздействие эфедрина реагируют дилатацией. Наиболее резко выраженные изменения в диаметре капилляров полу-

шарий мозга и миокарда наблюдаются после 1-часового воздействия эфедрина. В полушариях мозга расширены 45,6% капилляров, а в миокарде—25,6%. Реакция капилляров на воздействие препарата различна не только в разных органах, но и в одном органе, в разных его отделах также неоднозначная реакция капилляров. Это наглядно представлено на диаграммах, отражающих исследование состояний капилляров по отдельным полям. Количество полей с выраженной дилатацией преобладает. Сужение или расширение идет по полям или регионам. Хотя в оболочках капилляры при сужении даже на 50% остаются проходными для форменных элементов крови, однако, согласно нашим исследованиям, и капилляры и другие звенья микроциркуляторного русла активно реагируют на воздействие эфедрина. Капилляры и другие звенья микроциркуляторного русла миокарда и полушарий мозга реагируют на препарат слабее, чем в оболочках.

Обобщая полученные данные, приходим к заключению, что гистогистологическое исследование морфофункционального состояния микроциркуляторного русла органов позволяет получить количественные данные, характеризующие состояние сосудистого русла под воздействием тех или иных агентов. На примере данных наших исследований с применением эфедрина видно, что при одновременном воздействии препарата (например, 1 час) в разных органах кошки произошли различные, и в количественном и в качественном отношении, изменения. Так, в полушариях мозга и в миокарде отмечено значительное расширение капилляров (25%). В то же время в оболочках при воздействии препарата происходит сужение, но не в ранней степени. В твердой мозговой оболочке сужение значительно выраженнее (40%), чем в перикарде (16%). Эти данные, на наш взгляд, могут представлять определенный интерес при оценке влияния использованных нами фармакологических агентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астафидилов Г. Г. Введение в количественную патологическую технику. Нальчик, 1960.
2. Астафидилов Г. Г. Новые методы и техника патологических исследований. Нальчик, 1961.
3. Гасовый М. Д. Фармакология мозгового кровообращения. М., 1980.
4. Ганнушкина И. В. Функциональная ангиоархитектоника головного мозга. М., 1977.
5. Кедров А. А., Наумов А. И. Вопросы физиологии внутричерепного кровообращения с клиническим их освещением. Л., 1954.
6. Кляшторский Б. Н. Циркуляция крови в мозгу. М., 1951.
7. Куприянов В. В. Архив анат. гист. эмбр., 6, 3, 14—24, 1972.
8. Мотилкин П. А., Ломакин А. В., Мерток В. М. Капилляры головного мозга. Владивосток, 1983.
9. Мещанинов Г. И. Функции сосудистых механизмов головного мозга. Л., 1968.
10. Сисакян С. А. Канд. дисс., Ереван, 1969.
11. Чернух А. М., Александров П. Н., Алексеев О. В. Микроциркуляция. М., 1984.
12. Чилингарян А. М. Ж. «Кл. и клинич. медицина», 3, 1, 19—24, 1965.
13. Чилингарян А. М. Ж. «Кл. и клинич. и эксперим. медицины», 17, 5, 1977.
14. Schmidt G. F., Henfels J. P. Proc. Assoc. Research Nerv. a. Ment., 13, 229—276, 1938.
15. Norcross N. C. Arch. Neurol. Psychiat., 40, 291, 1918.

Поступило 12 X 1989 г.