

Я. Л. РАПОПОРТ, М. А. МИЛАЕВА, Г. А. МАЛОВ

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ВЛИЯНИИ ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ОРГАНИЗМ

Введение искусственного кровообращения в практику сердечно-сосудистой хирургии (а в последнее время—и в другие области) открыло новую главу в общей физиологии и патологии и в патофизиологии кровообращения.

Искусственное кровообращение, с одной стороны, выдвинуло новые аспекты изучения гомеостаза и модифицирующих его факторов, с другой—выявило необходимость пересмотра границ адекватности кровообращения и самого понятия адекватности.

Настоящее исследование является частью общей проблемы «адекватности» искусственного кровообращения. В нем поставлена задача экспериментального изучения состояния в условиях искусственного кровообращения некоторых физиологических систем, функция которых исключительно важна для гомеостаза. Исследование проводилось методом радиоактивной индикации с последующим сопоставлением результатов с данными морфологического изучения органов.

1. Кровоснабжение различных органов при искусственном кровообращении

В условиях перфузии в значительной степени нарушается естественная регуляция органного кровотока, что отражается на состоянии различных систем организма. Непосредственное определение органного кровотока в условиях перфузии представляет значительные трудности. Одним из методов, позволяющих объективно, хотя и косвенным образом, судить о кровотоке в отдельных органах, является метод изучения распределения меченых эритроцитов по органам. С помощью этого метода нами проводилось определение кровенаполнения головного мозга (полушарий), сердца (правого и левого желудочков), печени, почек (мозгового и коркового слоев), селезенки, легких и скелетных мышц (из области затылка). Практически определялось содержание меченных радиоактивным изотопом хрома (Cr^{51}) эритроцитов на единицу веса ткани через 15 мин. после введения индикатора. Кровенаполнение органа выражалось отношением активности 1 г ткани к активности 1 мл артериальной крови (взятой непосредственно перед забоем животного).

$$K = \frac{A_{\text{ткани/имп/мин}}}{A_{\text{крови/имп/мин}}}$$

Опыты проводились на взрослых беспородных собаках весом 15—30 кг.

I группа опытов (10 животных) была контрольной: кровенаполнение изучалось в условиях наркоза (I—II уровень хирургической стадии).

II группа опытов (10 животных) проводилась в условиях искусственного кровообращения. Перфузия осуществлялась с помощью аппарата искусственного кровообращения системы Крафорда-Сеннинга. Объемная скорость перфузии была 80—120 мл/кг в мин. Длительность перфузии в большинстве опытов составляла 60—90 мин. Во время перфузии осуществлялся общепринятый контроль за состоянием животного (АД, ВД, ЭКГ, HbO_2 и т. д.). Индикатор вводился в оксигенатор аппарата искусственного кровообращения.

Материал опытов подвергнут морфологическому исследованию.

При анализе результатов, полученных с помощью метода радиоактивной индикации, выявилась довольно отчетливая тенденция к некоторой анемизации почти всех исследованных органов в условиях искусственного кровообращения. Данные представлены в табл. 1 и на диа-

Таблица 1

Относительное содержание крови в исследованных органах (за исключением легких) в условиях наркоза (контроль) и искусственного кровообращения

	Контроль	Искусственное кровообращение
Головной мозг	$0,07 \pm 0,18$	$0,04 \pm 0,03$
Скелетная мышца	$0,11 \pm 0,05$	$0,05 \pm 0,02$
Сердце (левый жел.)	$0,16 \pm 0,07$	$0,07 \pm 0,04$
Сердце (правый жел.)	$0,19 \pm 0,11$	$0,08 \pm 0,06$
Почка (мозговой слой)	$0,11 \pm 0,05$	$0,10 \pm 0,05$
Почка (кора)	$0,37 \pm 0,17$	$0,15 \pm 0,10$
Легкое	$0,31 \pm 0,12$	$0,22 \pm 0,13$
Печень	$0,52 \pm 0,20$	$0,21 \pm 0,16$
Селезенка	$0,57 \pm 0,36$	$0,24 \pm 0,10$

грамме (рис. 1). Кровенаполнение почти всех исследованных органов (за исключением легких) при перфузии в той или иной степени было снижено. Это снижение статистически достоверно для селезенки, печени, почек (коркового слоя) и миокарда (правого желудочка).

Следует отметить, что далеко не всегда наблюдался параллелизм между показателями кровенаполнения органов, полученными с помощью метода радиоактивной индикации, и результатами морфологического исследования.

Так, в некоторых случаях микроскопия показала значительное полнокровие исследованных органов (особенно печени, легких, головного мозга), в то время как данные радиоактивной индикации свидетельствовали об анемизации тех же органов.

Это, по-видимому, можно объяснить следующим образом.

Данные радиоактивной индикации отражают содержание в органе в изучаемый момент времени функционально активной (т. е. включенной в общую циркуляцию) крови, без наложения каких-либо предшествовавших изменений в функциональном состоянии сосудистой системы.



Рис. 1. Относительное содержание крови в некоторых органах при наркозе (светлые столбики) и в условиях искусственного кровообращения (темные столбики).

Данные же морфологического исследования, по-видимому, более статичны и отражают в какой-то мере и фон опыта. Это несоответствие истинного кровотока, определяемого при жизни, результатам морфологического исследования (в частности для почечного кровотока) известно морфологам, которые вынуждены считаться с тем, что картины кровенаполнения и кровераспределения в трупном и гистологическом материале отражают не истинные прижизненные соотношения, а особенности агонального периода. Следовательно, представляется невозможным с достоверностью судить об органном кровотоке в какой-то момент опыта лишь на основании данных морфологического исследования.

Одновременно возрастает ценность метода радиоактивной индикации, позволяющего получать показатели реального кровотока в интересующий исследователя момент времени.

2. Состояние гисто-гематических барьеров при искусственном кровообращении

В наших предыдущих работах показано, что в развитии осложнений искусственного кровообращения большая роль принадлежит расстройству функции гисто-гематических барьеров организма, в том числе нарушению общей сосудистой проницаемости.

Нами проводилось параллельное изучение состояния общей сосудистой проницаемости для натрия и интенсивности накопления радиоактив-

ного натрия в различных органах (головной мозг, легкие, печень, почки, селезенка, сердце, скелетные мышцы) в 8 опытах с искусственным кровообращением (1 группа опытов). Длительность перфузии в этих опытах составляла около 60 мин. при объемной скорости 80—120 мл/кг в минуту.

В качестве индикатора применяли радиоактивный изотоп натрия— Na^{24} . О состоянии общей сосудистой проницаемости судили по скорости изменения концентрации индикатора в крови после введения его в сосудистое русло. Исследованию подвергался этап диффузионного распределения Na^{24} по объему «натриевого пространства» организма (рис. 2).

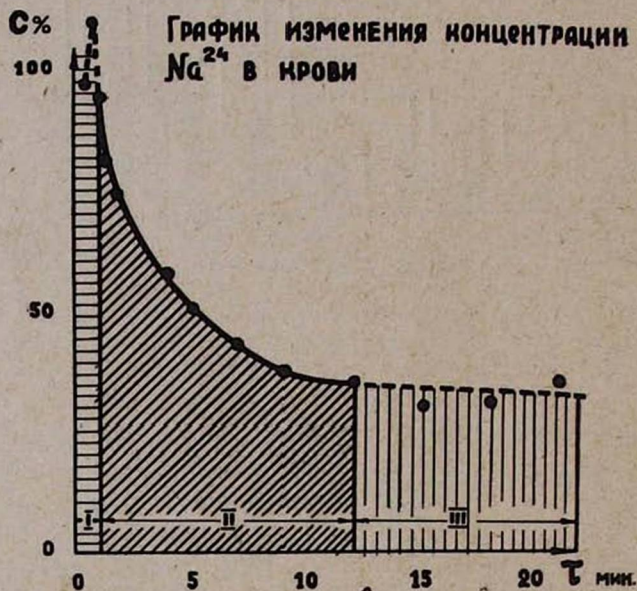


Рис. 2. Схема изменения концентрации радиоактивного изотопа натрия в крови после его внутривенного введения. (Описание схемы в тексте).

На рисунке схема изменения концентрации индикатора в крови после внутривенного введения этого индикатора: I этап—равномерное размещение индикатора по всему объему циркулирующей крови; II этап—диффузионное перераспределение индикатора в «натриевом пространстве» организма; III этап—этап «динамического равновесия» с постепенным выведением индикатора из организма и включением в медленно обменивающуюся фракцию тканевого натрия.

Для исследования брались пробы артериальной крови. Интервал забора проб на II (т. е. анализируемом) этапе равнялся 1 мин.

Контролем служила II группа опытов (5 животных), в которых аналогичное исследование проводилось в условиях эфирно-кислородного наркоза (I—II уровень хирургической стадии).

Анализ результатов показал, что при адекватной перфузии (т. е. при удовлетворительных показателях элетроэнцефалограммы, электро-

кардиограммы, артериального давления, насыщения артериальной крови кислородом, кислотно-щелочного равновесия и т. д.) не наблюдалось какого-либо существенного изменения общей сосудистой проницаемости для натрия по сравнению с контрольной группой опытов. Однако в случаях, когда перфузия проходила на гипоксическом фоне, наблюдалось повышение общей сосудистой проницаемости для натрия.

Как показали дополнительные исследования (10 опытов с искусственно создаваемой дыхательной и циркуляторной гипоксией), повышение общей сосудистой проницаемости для натрия было в известной степени параллельно тяжести гипоксического состояния. В качестве иллюстрации приводим графики изменения приведенных величин $\lg \Delta C$ (изменения концентрации индикатора в крови на изучавшемся этапе) в двух опытах, из которых один (№ 189) проходил в условиях гипоксии, временами резкой, а второй (№ 166) был достаточно благополучным (см. рис. 3). Наклон прямых отражает степень общей сосудистой проницаемости для натрия.

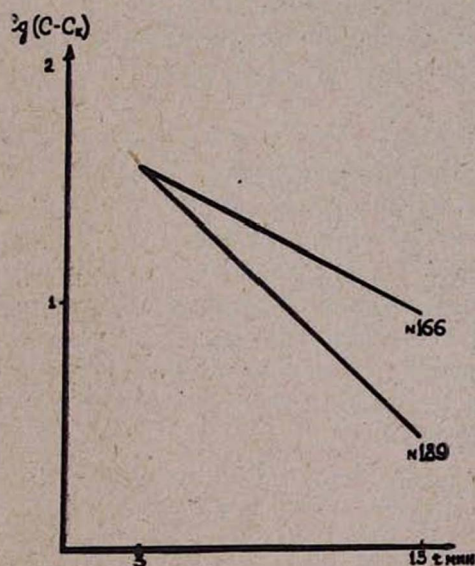


Рис. 3. Изменение приведенной величины $\lg \Delta C$ в условиях гипоксии (№ 189) и в условиях адекватного искусственного кровообращения (№ 166).

Косвенным доказательством ведущей роли гипоксии в повышении общей сосудистой проницаемости для натрия при искусственном кровообращении могут явиться результаты, полученные нами ранее в группе опытов, аналогичных опытам I группы, но в которых перфузия сочеталась с умеренной гипотермией. В этих условиях показатель общей сосудистой проницаемости для натрия был ближе к контрольным величинам, чем в опытах с нормотермической перфузией.

Морфологическое исследование материала опытов показало в дан-

ном случае наличие значительного параллелизма между степенью выраженности микроскопических нарушений и степенью повышения общей сосудистой проницаемости для натрия. В случаях с повышенной проницаемостью для натрия под микроскопом отмечался выраженный и резкий периваскулярный отек, иногда с наличием белка в экссудате и нарушением целостности сосудистой стенки, множественные кровоизлияния диапедезного характера, белковый выпот в просвете боуменовых капсул клубочков почек, резкое расширение пространств Диссе печени, отек оболочек и вещества мозга с расширением перикапиллярных и перическлярных пространств и т. д.

Что же касается интенсивности накопления натрия в исследованных органах (и в различных отделах сердца), то нам не удалось выявить какой-либо закономерности в изменении этого показателя* при искусственном кровообращении на имевшемся у нас материале. Нам кажется целесообразным продолжить исследование в этой области, поскольку в литературе имеются вполне определенные указания относительно большой роли изменения K/Na соотношения в миокарде в развитии нарушений ритма сердечных сокращений; в то же время, подобные нарушения нередко наблюдаются после отключения аппарата искусственного кровообращения.

Выполненные исследования демонстрируют возникновение в процессе искусственного кровообращения ряда сдвигов в различных физиологических системах организма. В частности, имеется тенденция к анемизации некоторых областей организма и к изменению функции гистогематических барьеров. Однако границы соответствующих сдвигов позволяют регулирующим системам организма компенсировать их и сохранить гомеостаз на физиологических уровнях. В этом отношении понятие «адекватное искусственное кровообращение» является в известной степени условным, как условным является понятие «естественного искусственного кровообращения».

Институт сердечно-сосудистой хирургии
им. А. Н. Бакулева АМН СССР

Поступило 28/VIII 1968 г.

Պ. Լ. ՌԱՊՈՐՏ, Մ. Ա. ՄԻԼԱԵՎԱ, Գ. Ա. ՄԱԼՈՎ

ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ՎՐԱ ԱՐԶԵՍՏԱԿԱՆ ԱՐՅԱՆ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅԱՆ
ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՄԻ ՔԱՆԻ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հոդվածում բերված են արհեստական արյան շրջանառության պայմաններում օրգանային արյան հոսքի և հիստո-հեմատիկ բարյերների գործունեության ուսումնասիրության տվյալները:

* Исследование проводилось с так называемой «поправкой на кровь» — учетом кровенаполнения органа в момент исследования.

նկարագրված են ոչ բավարար աղեկված պերֆուզիայի ժամանակ օրգանիզմում զարգացող փոփոխությունները:

Հեղինակները ցույց են տվել, որ նույնիսկ լիովին աղեկված պերֆուզիայի դեպքում օրգանիզմում զարգանում է որոշակի ախտաբանական վիճակ: Չնայած այդ փոփոխությունները անվերադարձ չեն, սակայն որոշակի պայմաններում՝ այդ ախտաճարտուր կարող է կրել ծանր բնույթ:

Ya. L. RAPOPORT, M. A. MILAEVA, G. A. MALOV

SOME DATA ABOUT THE INFLUENCE OF EXTRACORPOREAL CIRCULATION ON THE ORGANISM

S u m m a r y

The authors have investigated the organ blood flow and the function of histo-hematic barrier during extracorporeal circulation. They have described the changes due to inadequate perfusion.

The authors have shown that even during quite adequate perfusion certain pathologic feature is developed. These changes bear a reversible character, but in certain conditions may overgrow into a serious pathology.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Малов Г. А., Милаева М. А., Милаев А. И. В кн.: Тез. докладов III Всесоюзного совещания по проблеме «Гисто-гематические барьеры», М., 1966, 80—82.
2. Милаева М. А. Исследование проницаемости гисто-гематических барьеров при искусственном кровообращении (экспериментальное исследование). Диссертация, М., 1966.
3. Рапопорт Я. Л. В кн.: Труды II научн. совещания по проблеме «Гисто-гематические барьеры», Изд. АН СССР, 1965.
4. Рапопорт Я. Л. Архив патологии, 1966, 2, 3—12.
5. Рапопорт Я. Л., Малов Г. А., Милаева М. А., Малышева А. Ю. В сб.: «Возможности хирургии на сухом сердце». Новосибирск, 1967.
6. Рапопорт Я. Л., Ищенко В. В., Финкель И. И. В сб.: «Операции на открытом сердце». Труды Ин-та грудной хирургии АМН СССР, в. VII, М., 1961.
7. Рапопорт Я. Л., Ищенко В. В., Финкель И. И., Антипов Б. В. В сб.: «Искусствен. кровообращение», Труды Ин-та грудной хирургии АМН СССР, в. IV, М., 1960.