

Ф. В. БАЛЛЮЗЕК, К. С. СИРУНЯН

## ОСОБЕННОСТИ НОРМОТЕРМИЧЕСКОГО ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКОЙ ГЕМОДИЛЮЦИИ

В настоящее время широкое распространение получил метод гемодилюции, существенно уменьшивший опасность ряда осложнений при операциях с искусственным кровообращением.

Экспериментальные исследования и клинические наблюдения [1—7] подтвердили, что оптимальной зоной разведения крови является величина 2—35% к суммарному объему циркулирующей крови. Превышение этой величины грозит возникновением ряда тяжелых осложнений и, в частности, гемической гипоксии, расстройства водно-электролитного равновесия, тканевого метаболизма и т. д.

Однако нередко установленный порог гемодилюции приходится превышать в интересах больного, особенно в случаях проведения вспомогательной перфузии по неотложным показаниям. Реальные возможности предупреждения осложнений при гемодилюции, а также борьбы с ними к настоящему времени изучены недостаточно.

Целью данной работы является уточнение характера гемодинамики и метаболизма в периоде гемодилюционной перфузии в зависимости от свойств избранного гемодилютанта.

*Методика исследования.* Проведено 3 серии экспериментов на 108 собаках различного пола и породы, весом от 18 до 25 кг. В условиях тиопенталового наркоза проводили операцию подключения магистралей аппарата ИСЛ-2 к полым венам (через торакалтомию) и бедренной артерии. Аппарат заполняли раствором гемодилютанта из расчета разведения крови в 55—60% к суммарному объему циркулирующей крови ОЦК. Во всех опытах обеспечивали нормотермию подогреванием крови в теплообменнике аппарата. Объемную скорость устанавливали по результатам контроля за адекватностью перфузии, обращая внимание главным образом на степень потребности организма в  $O_2$ . Перфузия длилась на протяжении 30 мин. или 1 часа. В дальнейшем контрольным сроком считали период 6 час после отключения аппарата.

В качестве гемодилютанта применены препараты, относящиеся к трем различным классам: а) раствор кристаллоидов типа Рингер-Лактата; б) раствор низкомолекулярного коллоида (препарат желатиноль Ленинградского института переливания крови); в) белковые растворы с устойчиво циркулирующей фракцией (гидролизат казеина).

Во время перфузии измеряли основные показатели гемодинамики (артериальное и центральное венозное давление, периферическую сосудистую резистентность, минутный объем кровообращения); газообмена (насыщение артериальной и венозной крови кислородом, артерио-венозную разницу по  $O_2$  и общий объем потребления кислорода), а также ряд гематологических (гематокрит, гемоглобин, концентрация форменных элементов, гемолиз) и метаболических (кислотно-щелочное равновесие по Аструпу) тестов.

Результаты наблюдений позволили установить, что особенностью искусственного кровообращения с глубокой гемодилюцией, достигаемой заполнением аппарата значительным количеством безэритроцитарного кровезаменителя, является возникновение продолжительного периода гемической гипоксии, которая объясняется устойчивой неравномерностью состава циркулирующей крови до ее полного перемешивания с гемодилютантом. Эту опасность можно предупредить путем постепенного перехода на полное искусственное кровообращение спустя 10—15 мин. после включения аппарата, либо предварительным дробным заменным переливанием крови и ее заменителей до искусственного кровообращения.

Таблица 1  
Раствор кристаллоидов. Давление в мм рт. ст.

	Показатели гемодинамики															
	исходное		10 мин.		20 мин.		30 мин.		40 мин.			50 мин.			60 мин.	
	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	допито мл	АД	ВД	допито мл	АД	ВД
М	86	8,2	54	5,0	52	5,1	46	3,8	43	3,6	236	41	3,5	100	33	3,0
±m	3,9	0,9	2,3	0,5	2,0	1,0	2,4	0,4	2,4	0,3		2,3	0,3		2,3	0,3
P			< 0,601	< 0,01	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	< 0,05	< 0,01						

После достижения равномерной гемодилюции объемная скорость перфузии для достижения адекватности должна быть увеличена примерно вдвое по сравнению с перфузией нативной кровью. Степень возрастания минутного объема кровообращения не пропорциональна степени гемодилюции, и в условиях нормотермии разведение крови на 50% вызывает необходимость увеличить скорость перфузии не менее чем на 100%.

Если в первые 30 мин. нельзя установить какие-либо различия в проведении перфузии с помощью разведения крови указанными вариантами гемодилюционных средств, то в дальнейшем такие различия более очевидны. При использовании растворов эритроцитов начиная с 20 мин. перфузии наблюдается снижение артериального давления и уменьшение объема крови в экстракорпоральной цепи (табл. 1). Судя по возрастанию величины гематокрита, на фоне большего чем в других группах уровня концентрации свободного гемоглобина, здесь наблюдалось уменьшение фактического объема циркулирующей крови за счет перехода значительной части гемодилютанта в другие водные пространства организма.

После 30-минутной перфузии объем крови становился недостаточным для поддержания режима адекватной перфузии, что требовало

либо уменьшения производительности аппарата, либо добавления новых порций препарата.

При использовании низкомолекулярного коллоидного кровезаменителя показатели гемодинамики (табл. 2) и метаболизма отличались постоянством во времени. В ряде экспериментов через 20—30 мин. перфузии наступали изменения общего объема крови и величины гематокрита, обратные отмеченным в первой серии опытов. И объем циркулирующей крови, и количество крови в аппарате несколько возросли по сравнению с исходным (на 5—10%), а величина гематокрита снижалась (на 5 единиц в среднем).

Это дает основание считать, что вещества с выраженными коллоидно-осмотическими свойствами могут вызвать перемещение части внесосудистого экстрацеллюлярного объема в сосудистое русло, увеличивая размеры расчетной гемодилюции. При использовании препаратов

Таблица 2

Желатиноль. Давление в мм рт. ст.

	Показатели гемодинамики															
	исходное		10 мин.		20 мин.		30 мин.		40 мин.			50 мин.			60 мин.	
	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	должно мл	АД	ВД	должно мл	АД	ВД
М	89	7,7	51	5,1	54	5,5	53	5,7	50	5,3	3 0	47	4,7	60	4,6	5,3
±m	5,1	1,0	2,7	0,6	1,6	0,6	2,7	1,0	2,0	0,7		2,0	0,6		3,5	1,3
P			< 0,001	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05		> 0,05	> 0,05		> 0,05	> 0,05

белкового характера, в состав которых входит грубодисперсная высокомолекулярная фракция, также наблюдаются специфические нарушения уже в период перфузии.

Так, к концу часовой перфузии развивается синдром секвестрации части глобулярного объема, что проявляется уменьшением гематокрита, концентрации эритроцитов, нарастанием признаков метаболического ацидоза, без явных симптомов существенного уменьшения объема циркулирующей крови и показателей центральной гемодинамики (табл. 3).

Изучение изменений реологических свойств крови после гемодилюции также позволило обнаружить их различия в зависимости от свойств гемодилютанта. При применении солевых растворов вязкость крови вначале снижается больше, чем при употреблении коллоидов, однако уже через 10—15 мин. соотношение вязкости изменяется не в их пользу. Заметное ухудшение реологии крови в конце часовой перфузии отмечено в опытах с гемодилюцией и белковыми коллоидами.

Таблица 3

Гидролизат казеина. Давление в мм рт. ст.

	Показатели гемодинамики															
	исходное		10 мин.		20 мин.		30 мин.		40 мин.		50 мин.			60 мин.		
	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	АД	ВД	ДОЛГО мл	АД	ВД	ДОЛГО мл	АД	ВД
М	85	8,7	5,1	5,6	57	5,3	58	5,7	53	5,7	40	48	6,5	40	43	5,7
± m	4,3	1,1	2,4	0,4	2,4	0,6	2,0	0,4	2,0	0,6		1,6	0,6		2,0	0,6
P			< 0,001	< 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05	> 0,05		> 0,05	> 0,05		> 0,05	> 0,05

### Выводы

1. Состояние глубокой гемодилюции разбавлением крови в пределах 50—60% к ОЦК не препятствует проведению адекватного общего искусственного кровообращения.

2. Необходимым условием адекватности является значительное увеличение объемной скорости перфузии, которая при указанной степени гемодилюции должна быть не менее чем вдвое больше по сравнению с расчетной для перфузии кровью.

3. Характеристика гемодилюционной перфузии во многом определяется свойствами гемодилютанта и, в частности, его способностью к устойчивой циркуляции в пределах сосудистого русла, реологическими свойствами, антиагрегационным эффектом и т. д. Наилучшим образом указанным требованиям отвечают низкомолекулярные составы и, в частности, препарат желатиноль.

Институт кардиологии МЗ Арм. ССР.

Военно-медицинская академия

им. С. М. Кирова

Поступило 10. IX 1971 г.

Յ. Վ. ԲԱԼԼՅԵԿԵՆ, Կ. Ս. ՍԻՐՈՒՆՅԱՆ

ԽՈՐԸ ՀԵՄՈԴԻԼՅՈՒՑԻՑԻԱՅԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԵՌՄՈԹԵՐՄԻԿ  
ԱՐՀԵՏՍԱԿԱՆ ԱՐՅԱՆ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Արհեստական արյան շրջանառության ժամանակ խորը հեմոդիլյուցիայով 55—60 տոկոս շրջանառություն կատարող արյան ծավալի նկատմամբ ուսումնասիրված է արյան փոխարինողների երեք տեսակների՝ ռինգերլակտատ, ծելատինոլ, կազեինի հիդրոլիզատը:

F. V. BALLYUZEK, K. S. SIRUNIAN

CHARACTERISTICS OF NORMOTHERMIC ARTIFICIAL BLOOD  
CIRCULATION IN CONDITIONS OF DEEP HEMODILUTION

## S u m m a r y

The effects of three types of blood substitutes have been studied: ringerlactate, gelatinol and casein hydrolysate in artificial blood circulation with deep hemodilution 55–60% to the summary volume of circulating blood.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Баллюзек Ф. В., Знаменская Т. В., Квецинский Г. Р., Скорик В. И., Стасюнас В. П. Вестник хирургии, 2, 1966.
2. Караванов А. Г., Чепкий Л. П., Уманский М. А., Тищенко Л. М. Грудная хирургия, 5, 1967.
3. Колесов А. П., Уваров Б. С., Скорик В. И. Материалы XII научной сессии Института сердечно-сосудистой хирургии им. Бакулева АМН СССР, 1969.
4. Мешалкин Е. Н., Редько Е. С., Сергеев Е. Н., Материалы XII научной сессии Института сердечно-сосудистой хирургии им. Бакулева АМН СССР, 1969.
5. Скорик В. И., Стасюнас В. П., Стернин М. О. Материалы научной сессии Института гематологии и переливания крови, посвящен. 50-летию Советского государства, 1967.
6. Филагов А. А., Баллюзек Ф. В. Принцип гемодилюции при экстракорпоральном кровообращении. XII международный конгресс по переливанию крови, 1969.
7. Розенберг Г. Я. XII международный конгресс по переливанию крови, 1969.