

О. М. МЕЛКОНЯН, С. А. АМБАРЦУМЯН, Р. Е. АСТВАЦАТРЯН

ОБЪЕМ КРОНАРНОГО КРОВОТОКА ПРИ РАЗНЫХ РЕЖИМАХ НОРМО- И ГИПОТЕРМИЧЕСКОГО ИСКУССТВЕННОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

Широкие реконструктивные операции на сердце в условиях искусственного кровообращения в настоящее время получили всеобщее признание. Однако многие вопросы общей проблемы искусственного кровообращения, и особенно его влияния на жизненно-важные органы, до настоящего времени недостаточно освещены как в отечественной, так и зарубежной литературе. В частности, мало изучены микроциркуляция и метаболические процессы в миокарде при различных видах и режимах общей перфузии организма.

В настоящем исследовании мы попытались определить объемную скорость коронарного кровотока и микроциркуляцию в миокарде путем определения тканевого кровотока миокарда радиоизотопным методом исследования, а также выявить влияние объема коронарного кровотока на обменные процессы миокарда, при разных объемных и температурных режимах искусственного кровообращения.

Для изучения этих задач поставлены 174 опыта, которые подразделены на 3 серии, в зависимости от условий постановки и характера изучаемых вопросов.

Первую серию составили 20 контрольных опытов (для получения исходных данных).

Вторая серия (92 опыта) подразделена на 3 группы опытов:

а) I группа (32 опыта)—нормотермическое искусственное кровообращение проводилось со средними объемными скоростями перфузии (70 мл/мин/кг);

б) II группа (34 опыта)—нормотермическое искусственное кровообращение проводилось с высокими объемными скоростями перфузии (95 мл/мин/кг);

в) III группа (26 опытов)—искусственное кровообращение проводилось со сверхвысокими объемными скоростями 120 мл/мин/кг, в условиях нормотермии.

Третья серия опытов также подразделена на 3 группы. Учитывая, что в условиях гипотермии обменные процессы организма снижаются, мы на 25—30% уменьшили объемную скорость нормотермической перфузии в отдельных группах:

а) I группа опытов (22 опыта)—искусственное кровообращение в

условиях умеренной гипотермической перфузии проводилось с объемной скоростью 50 мл/мин/кг;

б) II группа опытов (22 опыта)—искусственное кровообращение проводилось с объемной скоростью перфузии 70 мл/мин/кг, также в условиях умеренной гипотермии;

в) III группа опытов (20 опытов)—искусственное кровообращение в условиях умеренной гипотермии проводилось с объемной скоростью 95 мл/мин/кг.

Определялись следующие показатели: насыщение кислородом артериальной и венозной коронарной крови, содержание гемоглобина крови, объем коронарного кровотока, тканевый кровоток миокарда, величина артериального и венозного давления.

Для определения объема коронарного кровотока, до и после искусственного кровообращения проводили катетеризацию коронарного синуса [1]. При расчете полученных данных мы учитывали, что из коронарного синуса вытекает только 60% венозной коронарной крови. В период полного искусственного кровообращения катетер вводили в правый желудочек, а легочную артерию перевязывали. На основании полученных данных по насыщению кислородом артериальной и венозной коронарной крови и объема коронарного кровотока рассчитывалось потребление кислорода миокардом на 100 г веса ткани по Фику.

Для изучения тканевого кровотока миокарда в малососудистый участок левого желудочка вводили 0,3 мл раствора радиоактивного NaJ^{131} , общей активностью 2—4 мкк в изотоническом растворе NaCl . После введения изотопа графически регистрировали радиоактивность ткани миокарда с помощью сцинтилляционного счетчика. Для оценки состояния тканевого кровотока определяли период полувыведения изотопа из тканевого депо ($T_{1/2}$).

Данные контрольной группы опытов, полученные в условиях естественного кровообращения, при поверхностном наркозе и глубокой релаксации приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели	30'		P	90'		P	120'		P
	$M \pm m$	$M \pm m$		$M \pm m$	$M \pm m$				
Объем коронарного кровотока в мл/мин/100 г	$78 \pm 4,1$	$76 \pm 3,8$	>0,5	$78 \pm 4,6$	>0,5		$80 \pm 5,3$	>0,5	
Артерио-венозная разница по O_2 в об. %	$9,2 \pm 0,34$	$9,5 \pm 0,37$	>0,5	$9,4 \pm 0,41$	>0,5		$9,4 \pm 0,39$	>0,5	
Потребление O_2 миокардом в мл/мин/100 г	$7,4 \pm 0,41$	$7,4 \pm 0,38$	>0,5	$7,5 \pm 0,40$	>0,5		$7,6 \pm 0,39$	>0,5	
Тканевый кровоток миокарда	$43,4 \pm 1,6$	$43,6 \pm 1,3$	>0,5	$43,6 \pm 1,5$	>0,5		$43,6 \pm 1,7$	>0,5	

Из табл. 1 видно, что исследуемые показатели в условиях естественного кровообращения мало изменяются. К концу операции отмечается небольшое увеличение объема коронарного кровотока, которое привело и к большему потреблению кислорода миокардом. Полученные данные не достоверны.

Результаты исследования объема коронарного кровотока, в мл/мин/100 г мышцы сердца в условиях нормотермии, при разных режимах искусственного кровообращения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Время в минутах	Контрольная группа опытов M±m	Объем перфузии					
		70 мл/кг	P	95 мл/кг	P	120 мл/кг	P
		M±m		M±m		M±m	
30	78±4,1	64±1,6	<0,01	77±2,5	<0,001	88±3,1	<0,01
60	76±3,8	60±1,4	<0,001	69±2,8	<0,01	84±2,8	<0,001
90	78±4,6	62±1,3	<0,01	68±2,4	<0,05	80±2,9	<0,01
120	80±5,3	62±1,7	<0,01	68±2,7	<0,05	82±3,0	<0,01

Как видно из табл. 2, в первых II группах опытов со средними и высокими объемными скоростями перфузии наблюдается снижение объема коронарного кровотока: В III группе опытов со сверхвысокими объемными скоростями перфузии, объем коронарного кровотока не только не уменьшился, а наоборот, превысил контрольные данные.

Одновременно в I группе опытов второй серии уменьшилось потребление кислорода миокардом, которое на 90-й минуте искусственного кровообращения составило в среднем $3,8 \pm 0,13$ мл/мин/100 г ($P < 0,001$). Во II и III группах опытов второй серии потребление кислорода миокардом в среднем составило $4,7 \pm 0,15$ мл/мин/100 г и $2,8 \pm 0,13$ мл/мин/100 г соответственно. При этом мы наблюдали уменьшение артерио-венозной коронарной разницы по кислороду и замедление скорости тканевого кровотока миокарда.

В проведенных опытах наблюдалось падение артериального давления сразу после перехода к искусственному кровообращению. На 10—15-й минутах перфузии артериальное давление повысилось (но ни в одном опыте не достигло нормальных величин) В I группе опытов артериальное давление составило в среднем $50 \pm 2,7$ мм рт. ст., во II группе— $65 \pm 2,1$ мм рт. ст. и в III группе опытов второй серии $75 \pm 2,5$ мм рт. ст. Первоначальное артериальное давление снизилось на 58,3%.

Анализируя и сопоставляя полученные данные, следует сказать, что в период искусственного кровообращения в условиях нормотермии кровоснабжение сердца, как правило, не изменяется или увеличивается. Объем коронарного кровотока в наших опытах уменьшился на 20,5%,

что следует объяснить резким снижением сократительной функции сердца, которое из органа, обеспечивающего кровообращение в нормальных условиях, превратилось в орган, перфузируемый аппаратом.

Объем коронарного кровотока находился в прямой зависимости от объемной скорости искусственного кровообращения. Увеличение объемной скорости перфузии в большинстве опытов приводило к достоверному увеличению объема коронарного кровотока.

Однако полученные данные свидетельствуют о том, что не каждое увеличение объема коронарного кровотока может привести к большему потреблению кислорода миокардом. Так, если в первых двух группах опытов потребление кислорода снизилось на 49 и 37% соответственно, то попытки еще больше приблизить величину потребления кислорода миокардом к исходным данным были безуспешны. Так, в III группе опытов на фоне увеличения объема коронарного кровотока произошло уменьшение потребления кислорода миокардом на 62%. Необходимо учитывать, что потребление кислорода миокардом в III группе уменьшается наряду с уменьшением артерио-венозной разницы по кислороду (на 61%).

Почему же увеличение объема коронарного кровотока не приводит к улучшению обменных процессов в миокарде? Нам кажется, что значительное увеличение минутного объема перфузии приводит к патологическому шунтированию крови через артерио-венозные анастомозы, которые вскрываются в период искусственного кровообращения. Оценивая это состояние, можно легко прийти к заключению, что при длительных перфузиях организма оно может привести к гипоксии миокарда [2].

Замедление скорости тканевого кровотока и снижение артерио-венозной разницы по кислороду подтверждают тот факт, что при искусственном кровообращении происходит спазм мелких сосудов, капилляров и артериол, которым придают большое значение в кровоснабжении сердечной мышцы.

Близкие к исходным величинам данные объема коронарного кровотока и других исследуемых показателей получены во II группе опытов второй серии, т. е. при искусственном кровообращении с объемной скоростью 95 мл/мин/кг, соответствующей минутному объему сердца в покое. Но и в этой группе опытов наблюдалось уменьшение потребления кислорода миокардом, что следует объяснить тем, что сердце перестает выполнять свою обычную, нагнетательную функцию и поэтому потребности его в кислороде уменьшаются.

Если в увеличении объема коронарного кровотока определенную роль играет объем перфузии, то потребление кислорода миокардом больше зависит от величины артерио-венозной разницы по кислороду.

В третьей серии опытов искусственное кровообращение проводилось в сочетании с умеренной гипотермией (t пищевода 29—27°C).

Полученные данные объема коронарного кровотока в мл/мин/100 г веса сердца приведены в табл. 3.

Таблица 3

Время в мин.	Контрольная группа	Объем перфузии					
		50 мл/кг	P	70 мл/кг	P	90 мл/кг	P
	M ± m	M ± m		M ± m		M ± m	
30	78 ± 4,1	40 ± 2,9	<0,001	44 ± 3,1	>0,2	46 ± 4,2	>0,5
60	76 ± 3,8	42 ± 3,2	<0,001	45 ± 3,4	>0,2	46 ± 3,6	>0,5
90	78 ± 4,6	42 ± 3,0	<0,001	46 ± 3,2	>0,2	50 ± 3,3	>0,2
120	80 ± 5,3	42 ± 3,1	<0,001	46 ± 3,7	>0,1	50 ± 3,5	>0,2

Как видно из табл. 3, после перехода на умеренную гипотермическую перфузию наблюдается уменьшение объема коронарного кровотока, который в I группе опытов снизился в среднем на 46%. С увеличением производительности аппарата несколько увеличился объем коронарного кровотока, который в III группе был на 36% ниже исходных величин.

И в этой серии опытов наблюдается зависимость объема коронарного кровотока от объемной скорости искусственного кровообращения.

С уменьшением объема коронарного кровотока в условиях умеренной гипотермической перфузии уменьшилось и потребление кислорода миокардом. Последнее в среднем составило $1,2 \pm 0,11$ мл/мин/100 г в I группе опытов, $1,6 \pm 0,12$ мл/мин/100 г—во II группе и $1,90 \pm 0,08$ мл/мин/100 г в III группе опытов. Полученные данные показывают, что потребление кислорода миокардом уменьшилось в среднем на 74%, по сравнению с исходными данными.

Анализируя полученные в третьей серии опытов данные потребления кислорода миокардом, его снижение следует объяснить замедлением метаболических процессов в условиях умеренной гипотермии. Низкое потребление кислорода миокардом объясняется также уменьшением артерио-венозной разницы по кислороду при высоком насыщении кислородом артериальной крови.

В III серии опытов мы наблюдали резкое уменьшение артерио-венозной разницы по кислороду и замедление скорости тканевого кровотока миокарда. Уменьшение величин последних 2 показателей говорит в пользу нарушения обменных процессов в миокарде, т. е. нарушения кровообращения на уровне капилляров и артериол, в период гипотермического искусственного кровообращения.

Проведенные нами исследования показали, что умеренная гипотермия повышает устойчивость мышцы сердца к кислородному голода-

нию. Несмотря на низкие показатели потребления кислорода миокардом при согревании организма наблюдается восстановление нормотермических уровней исследуемых показателей.

Ин-т кардиологии
и сердечной хирургии
МЗ Арм. ССР

Поступило 1/IX 1969 г.

Օ. Ա. ՄԵԼՔՈՆԻԱՆ, Ս. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄԻԱՆ, Ռ. Ե. ԱՍՏՎԱՏՎԱՏՐԻԱՆ

ՊՍԱԿԱՅԻՆ ԱՐՅԱՆ ՀՈՍՔԻ ԾԱՎԱԼԸ ՆՈՐՄՈ- ԵՎ ՀԻՊՈԹԵՐՄԻԿ ԱՐՀԵՍՏԱԿԱՆ
ԱՐՅԱՆ ՇՐՋԱՆԱՌՈՒԹՅԱՆ ՏԱՐԲԵՐ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Շների վրա կատարված փորձերում որոշվելու է պսակային արյան հոսքի ծավալը և թթվածնի իրացումը սրտամկանի կողմից:

Անցկացրած փորձերի արդյունքները ցույց են տալիս, որ սրտամկանի փոխանակման պրոցեսները ելքային տվյալներին մոտ են արյան արհեստական շրջանառության այն ծավալի պայմաններում, որն հավասար է սրտի թոպեական ծավալին:

O. M. MELKONIAN, S. H. HAMBARTZUMIAN, R. E. ASTVATSATRIAN

VOLUME OF CORONARY BLOOD FLOW IN VARIOUS CASES OF NORMO- AND HYPOTHERMIC ARTIFICIAL BLOOD CIRCULATION

S u m m a r y

In experiments on dogs the volume of coronary blood flow and the consummation of oxygen by myocardium were determined in prolonged normo- and hypothermic artificial blood circulation.

An analysis of the investigation indicated that the metabolic processes of the myocardium approximate original data only in case of perfusion with volume rate equal to the minute volume of the heart.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Каверина Н. В. Фармакология и токсикология, 1958, 21, 1, 39—43.
2. Петровский Б. В., Соловьев Г. М. В кн.: «Современные вопросы искусственного кровообращения в эксперименте и клинике». Под. ред. проф. С. В. Андреева, М., 1966.