

ВЛИЯНИЕ ВНУТРИАОРТАЛЬНОЙ БАЛЛОННОЙ КОНТРПУЛЬСАЦИИ НА СОСТОЯНИЕ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ГЕМОДИНАМИКИ И КИСЛОРОДТРАНСПОРТНОЙ ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У БОЛЬНЫХ ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА С НИЗКОЙ (<30%) ФРАКЦИЕЙ ВЫБРОСА ЛЕВОГО ЖЕЛУДОЧКА ПРИ ОПЕРАЦИЯХ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ МИОКАРДА

В.В. Ломиворотов, Р.А. Калинин, С.Г. Сидельников, И.А. Корнилов

cpssc@meshalkinclinic.ru

ФГУ «Новосибирский НИИ патологии кровообращения им. акад. Е.Н. Мешалкина Росмедтехнологий»

Ключевые слова: внутриаортальная баллонная контрпульсация, коронарное шунтирование, сердечная недостаточность, кислородтранспортная функция.

Известные в настоящее время методы вспомогательного кровообращения направлены в основном на снижение энергозатрат миокардом, снижение потребления миокардом кислорода и увеличение его доставки за счет прироста коронарного кровообращения.

С 1962 года, когда Moulououlus предложил формировать кривую артериального давления с помощью внутриаортального баллона, техника проведения внутриаортальной баллонной контрпульсации (ВАБКП) была усовершенствована А. Kantrowitz [5]; D. Bregman [4]. В нашей стране ВАБКП применяли в эксперименте М.Я. Руда и Е.И. Чазов [3]. Дальнейшее развитие этого метода вспомогательного кровообращения связано с экспериментальными и клиническими разработками многих отечественных исследователей [1, 2].

Несмотря на большое количество исследований, посвященных влиянию ВАБКП на состояние центральной гемодинамики у больных ишемической болезнью сердца (ИБС) на до- и послеоперационном этапах, данные, касающиеся изучения кислородтранспортной функции системы кровообращения с применением ВАБКП на этапах операционного и послеоперационного периодов отсутствуют, что послужило целью настоящего исследования.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

За период с мая 2003 по сентябрь 2006 г. было обследовано 78 больных ИБС с низкой ФВ ЛЖ. Больные были разделены на две группы: I группа – 56 пациентов, оперированных с применением ВАБКП, II группа – 22 пациента, оперированных без использования ВАБКП.

Всем пациентам выполнялась реваскуляризация миокарда в условиях искусственного кровообращения (ИК), внутриаортальный баллон в I группе устанавливался за сутки до операции. В I группе пациентов фракция выброса на исходном этапе составила $24,99 \pm 0,89$, во II группе данный показатель был равен $34,93 \pm 1,23$ ($p < 0,001$). Группы не различались по антропометрическим данным, длительности ИК, количеству шунтированных коронарных артерий. Средний возраст пациентов составил $51,9 \pm 0,9$ года, в I группе и $54,8 \pm 8,1$ года – во второй.

Всем пациентам выполнялось аорто- и маммарокоронарное шунтирование пораженных артерий ($3,0 \pm 0,07$ шунта). Эндартерэктомия была выполнена 4 пациентам, пластика постинфарктной аневризмы ЛЖ – 29, пластика митрального клапана – 6 пациентам, протезирование митрального клапана – 10.

Для характеристики состояния гемодинамики и кислородтранспортной функции системы кровообращения анализировали сердечный индекс (СИ) и индекс потребления кислорода.

Для оценки кислородного обеспечения организма определялся газовый состав артериальной крови из лучевой артерии и венозной из правого предсердия с помощью микрометода Аструпа в модификации Siggard-Andersen без температурной коррекции на газоанализаторах «Chiron/Diagnostics-865» и «Ciba Corning-288 Blood Gas System» (США, Великобритания), по общепринятой формуле, рассчитывались артериовенозная разница по кислороду и основные показатели кислородтранспортной функции системы кровообращения: доставка (DO_2) и потребление кислорода (PO_2): $\text{DO}_2 = \text{СИ} \times \text{CaO}_2 \times 10$, мл/(мин · м²); $\text{PO}_2 = \text{СИ} \times \text{ABPO}_2 \times 10$, мл/(мин · м²).

Забор крови и регистрация параметров центральной гемодинамики проводились на следующих этапах: 1 – после вводной анестезии; 2 – перед канюляцией сосудов; 3 – через 30 мин. после ИК; 4 – 1 ч после операции (п/о); 5 – 2 ч п/о; 6 – 3 ч п/о; 7 – 4 ч п/о; 8 – 5 ч п/о; 9 – 6 ч п/о; 10 – 12 ч п/о; 11 – 24 ч п/о; 12 – 48 ч п/о.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показали результаты исследования, у пациентов первой группы после вводной анестезии, на момент установки центральных зондов, сердечный индекс был выше, чем у пациентов второй группы – $2,04 \pm 0,03$ и $1,14 \pm 0,02$ л/(мин · м²), соответственно ($p < 0,001$). И в первой, и во второй группе пациентов в послеоперационном периоде происходило увеличение данного показателя. Следует отметить, что в первой группе сердечный индекс оставался достоверно на более высоком уровне, чем у пациентов второй группы, на всех этапах исследования, несмотря на более низкую исходную фракцию выброса в первой группе. Время искусственной вентиляции легких составило $17,6 \pm 2,1$ ч в первой группе и $13,4 \pm 2,7$ ч во второй ($p < 0,05$). Сердечная недостаточность, потребовавшая применения кардиотонической поддержки, выявлена у 23 пациентов первой группы (41%) и у 5 пациентов второй группы (24%), это связано с более тяжелым состоянием у больных с ВАБКП.

Изменение индекса ударной работы (УИ) сердца на этапах исследования носило волнообразный характер и в первой, и во второй группах. Общее периферическое сопротивление (ОПСС) на начальных этапах и к моменту окончания исследования не имело групповых различий, постепенно снижаясь к концу вторых суток после операции (табл. 1).

Учитывая тот факт, что пациенты I группы были с исходно низкой фракцией выброса левого желудочка (<30%), логичным являлся вопрос о снабжении и потреблении кислорода органами и тканями на этапах операции и в послеоперационном периоде.

Главным общепринятым показателем, отражающим снабжение органов и тканей кислородом, является доставка кислорода (ДО₂). Исходные значения на момент установки зондов составили $361,7 \pm 3,53$ мл/(мин · м²) в первой группе и $215,7 \pm 4,9$ мл/(мин · м²) во второй ($p < 0,01$) (табл. 1). На этапе вскрытия перикарда регистрировались минимальные значения у пациентов с ВАБКП – $332,4 \pm 4,8$ мл/(мин · м²),

в отличие от группы сравнения, где на операционном этапе не было отмечено значительных колебаний. В первой и во второй группах пациентов максимальные значения регистрировались к исходу вторых суток после операции и составили $496,9 \pm 17,4$ и $465,3 \pm 6,2$ мл/(мин · м²), соответственно. За исключением этого, в послеоперационном периоде не было отмечено значительных колебаний данного показателя.

В связи с этим, представляла существенный интерес динамика общего потребления кислорода (ПО₂), отражающего интенсивность метаболических реакций в организме. Исходно, после вводной анестезии, потребление кислорода было выше в первой группе и составило $113,9 \pm 2,8$ мл/(мин · м²), в то время как во второй группе этот показатель был равен $60,3 \pm 0,9$ мл/(мин · м²) ($p < 0,01$), наиболее вероятно это было связано с улучшением кровообращения и метаболизма тканей на фоне ВАБКП. На этапах операции не происходило существенных изменений ни в первой, ни во второй группах. В послеоперационном периоде было отмечено постепенное снижение потребления кислорода у пациентов с ВАБКП и к концу пятого часа значения данного показателя составили $100,3 \pm 2,5$ мл/(мин · м²), с последующим увеличением к исходу вторых суток до $172,4 \pm 3,9$ мл/(мин · м²).

Во II группе отмечалось постепенное увеличение ПО₂ и через 48 ч после операции были отмечены максимальные значения, $117,6 \pm 1,7$ мл/(мин · м²). В обеих группах увеличение потребления кислорода тканями происходило за счет активизации пациентов и, как следствие этого, повышения метаболических потребностей организма.

Известно, что в ряде случаев уровень ПО₂ не отражает величины интенсивности общего метаболизма, поскольку полностью зависит от состояния кровообращения. Поэтому мы оценили динамику артериовенозной разницы по кислороду (АВРО₂) на этапах операции и в послеоперационном периоде как самого чувствительного показателя адекватности тканевой перфузии. После установки зондов АВРО₂ имела максимальные значения в обеих группах – $55,6 \pm 1,2$ и $53,1 \pm 0,7$ мл/л, соответственно, в то время как сразу после ИК этот показатель соответствовал минимальным значениям – $44 \pm 1,4$ мл/л в I группе и $38,6 \pm 0,7$ мл/л во II ($p < 0,05$), главным образом, за счет увеличения СИ. В послеоперационном периоде не было отмечено значительных колебаний АВРО₂, лишь к исходу вторых суток происходило заметное увели-

Таблица 1

Параметры центральной и периферической гемодинамики у пациентов I и II групп на этапах операционного и послеоперационного периодов (n=42)

Этапы	СИ, л/(мин · м ²)		УИ, мл/м ²		ОПСС, дин · с/см ⁵	
	I группа	II группа	I группа	II группа	I группа	II группа
После вводной анестезии	2,04±0,03###	1,14±0,02	28,3±0,3##	18,1±0,6	2414,0±124,8#	2465,2±14,9
Канюляция сосудов	2,03±0,06	1,9±0,01***	27,9±0,4	25,2±0,3**	2447,0±191,8###	2504,3±11,8
После ИК	2,41±0,02***#	2,01±0,02***	33,2±0,9***#	27,9±0,7***	2076,0±275,3***#	2114,5±31,48***
Конец операции, ч	2,24±0,01***	2,22±0,01***	31,3±0,6***	31,8±0,5***	2221,4±217,6***##	2151,5±17,5***
1	2,24±0,01***	1,95±0,01***	30,9±0,7***##	26,7±0,3**	2245,9±58,2*###	2214,4±21,2*
2	2,2±0,02***#	1,98±0,01***	30,3±0,6***#	26,5±0,3**	2244,3±33,6***##	2287,4±19,6*
3	2,24±0,02***#	2,05±0,01***	30,9±0,6***	28,9±0,4**	2198,1±33,9***##	2208,1±16,4**
4	2,3±0,04***#	2,1±0,02***	31,5±0,6***	29,6±0,6***	2151,0±45,5***##	2336,9±24,4
После операции, ч						
5	2,06±0,01#	1,9±0,01***	28,6±0,5#	24,9±0,2*	2387,9±37,9###	2465,8±15,7
6	2,55±0,21***##	2,1±0,02***	35,4±3,5***#	28,7±0,4**	1960,8±166,2***###	2080,6±12,7***
12	2,67±0,04***###	2,2±0,01***	37,3±0,8***###	31,1±0,4***	1845,4±39,4***###	1963,5±9,6***
24	2,91±0,05***###	2,4±0,01***	40,4±0,9***#	33,9±0,6***	1736,9±42,4***###	1845,4±14,5***
48	3,09±0,06***###	2,6±0,01***	43,3±1,2***###	38,8±0,4***	1614,9±49,8***###	1654,8±6,3***
Этапы	ЧСС, уд/мин		САД, мм рт. ст.			
	I группа	II группа	I группа	II группа		
После вводной анестезии	98,0±5,3#	63,9±1,6	54,8±2,7#		59,6±4,2	
Канюляция сосудов	102,4±4,8**	76,1±1,1	58,1±2,4		58,7±3,2	
После ИК	64,4±2,7*	72,3±0,9	62,3±3,1		61,2±2,1	
Конец операции, ч	96,5±2,1***##	70,8±0,8	65,2±2,9		65,4±2,6	
1	72,9±1,2*##	73,1±0,5	75,3±7,1#		68,2±3,4	
2	73,2±1,3***###	74,8±0,5	76,2±5,4#		65,7±3,1	
3	73,1±1,1*##	71,1±0,6	81,3±6,4#		71,3±4,2	
4	73,4±1,2*#	74,1±0,9	79,6±4,3		72,4±4,5	
После операции, ч						
5	72,5±1,0#	77,8±0,6*	75,3±5,1		73,2±4,1	
6	72,4±4,6###	73,2±0,4	77,5±6,1		75,6±3,5	
12	71,9±1,1##	72±0,5	82,3±5,6		76,2±5,1	
24	72,6±1,0	70,1±0,8	85,7±4,3		78,3±4,8	
48	72,0±1,1#	66,9±0,7	89,7±4,2		81,2±3,9*	

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ по сравнению с исходными значениями; # $p < 0,05$, ## $p < 0,01$, ### $p < 0,001$ по сравнению со II группой

Таблица 2

Параметры кислородтранспортной функции системы кровообращения в I и II группах						
Этапы	ДО ₂ , л/(мин · м ²)		ПО ₂ , л/(мин · м ²)		АВРО ₂ , мл/л	
	I группа	II группа	I группа	II группа	I группа	II группа
После установки зондов	361,7±3,53####	215,7±4,9	113,9±2,8####	60,3±0,9	55,6±1,2#	53,1±0,7
Вскрытие перикарда	332,4±4,8**####	276,3±3,5**	108,4±2,8####	81,1±1**	53,2±1,4####	42,4±0,6**
После ИК	356,6±5,1##	278,5±3,6**	106,5±3,9####	81,1±1,2**	44±1,4**####	40,3±0,2**
Конец операции, ч	368,5±3,7#	325±3,2***	110,9±2,7#	85,8±1,7**	49,5±1,1*#	38,6±0,7***
1	352,4±5,6#	310,7±6***	111±2,7####	83,3±1,1**	49,5±2,7*####	42,7±0,4**
2	340,8±7,6**	331,3±8,4***	108,2±3####	86,6±1,1**	48±1,3*####	43,6±0,4**
3	354,3±6,3	352±9***	104,9±3,2##	89,7±1,6**	46,7±1,4*####	43,6±0,6**
4	367,7±8,2#	377,2±6,4***	111,7±4####	96,4±1,3***	48,3±1,3*####	43,9±0,3**
5	333±7,4**	342,1±7,7***	100,3±2,5*##	85,1±1,3**	48,5±1,1*##	43,8±0,6**
6	414,4±7***####	366,6±6,3***	118,3±2,7	95,8±1,9***	46,5±1,1*	45,5±0,8**
12	434,4±12,5***####	388,3±8,8***	118,4±4,2##	103,4±2,1***	44,2±1,2**	46,3±0,8**
24	482,1±9,8***####	412,6±8,3***	144,8±2,3**	108,5±1,5***	50±1,1*##	45,8±0,6**
48	496,9±17,4***####	465,3±6,2***	172,4±3,9***####	117,6±1,7***	56,1±1,6####	45,3±0,6**

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ по сравнению с исходными значениями; # $p < 0,05$, ## $p < 0,01$, ### $p < 0,001$ по сравнению со II группой

чение до 56,1±1,6 мл/л у пациентов с ВАБКП и 45,3±0,6 мл/л у пациентов без ВАБКП ($p < 0,05$).

Доставка кислорода тканям у пациентов I группы была в 1,5 раза выше, чем во II группе. Повышенное потребление кислорода органами и тканями (в I группе в 1,9 раза выше, чем во второй), вероятно, можно объяснить увеличением общего метаболизма вследствие повышения сердечного выброса.

Из 56 оперированных больных ИБС, с ФВ ЛЖ < 30% (I группа) умерло 8 пациентов. Причиной смерти троих были нарушения ритма сердца (пароксизмальная мерцательная аритмия, фибрилляция желудочков), не купирующиеся медикаментозной терапией. Причиной смерти 4 пациентов стала выраженная сердечно-легочная недостаточность, с явлениями острой почечной и печеночной недостаточности в раннем послеоперационном периоде. Смерть одного пациента наступила в результате внезапного профузного кровотечения из восходящей аорты в послеоперационном периоде. Смертельных исходов во II группе пациентов отмечено не было.

ВЫВОДЫ

Использование ВАБКП в пред- и послеоперационном периоде при операциях реваску-

ляризации миокарда приводит к достоверному увеличению СИ по сравнению с группой без использования ВАБКП, несмотря на более низкую ФВ ЛЖ. Применение ВАБКП способствует улучшению общего метаболизма тканей, о чем свидетельствует прямопропорциональное увеличение индекса потребления кислорода сердечному индексу. Существенным признаком устойчивой гемодинамики является тенденция к уменьшению АВРО₂ на всех этапах операции и в послеоперационном периоде в обеих группах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барвынь В.Г. Лечение кардиогенного шока, осложнившего инфаркт миокарда, методами контрпульсации: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 1979.
2. Бураковский В.И. Опыт применения контрпульсации в кардиохирургической практике у 200 больных // Вспомогательное кровообращение. Ташкент, 1980. С. 9–12.
3. Чазов Е.И., Трубецкой А.В., Руда М.Я. // Кардиология. 1966. № 2. С. 38–42.
4. Bregman D., Casarella W. // Ann. Thorac. Surg. 1980. V. 29. P. 153–155.
5. Kantrowitz A., Tjonneland S., Freed P.S. et al. // J.A.M.A. 1968. V. 203. P. 135–140.

EFFECT OF INTRA-AORTIC BALLON
COUNTERPULSATION ON CENTRAL
HEMODYNAMICS AND OXYGEN-TRANSPORT
FUNCTION OF THE CIRCULATORY SYSTEM
WHEN PERFORMING MYOCARDIAL
REVASCULARIZATION IN CHD PATIENTS WITH
A LOW (<30%) LEFT VENTRICULAR EJECTION
FRACTION

*V.V. Lomivorotov, R.A. Kalinin, S.G. Sidelnikov,
I.A. Kornilov*

78 CHD patients operated under extracorporeal
circulation over a period from 2003 to 2006 were

studied to analyze the parameters of central hemodynamics and oxygen-transport function of the circulatory system, as well as their clinical state. The study results demonstrate that using intra-aortic balloon counterpulsation in CHD patients, when performing myocardial revascularization, contributes to a significant increase in cardiac index and oxygen-consumption index. The increase in cardiac index, in turn, improves total metabolism of tissues as evidenced by an oxygen consumption index increasing directly with the cardiac index.