

В. И. ФРАНЦЕВ, В. Т. СЕЛИВАНЕНКО, А. В. БЕЛЯКОВ

ИЗМЕНЕНИЯ РЕГИОНАРНОГО КРОВОТОКА ДО И ПОСЛЕ УСТРАНЕНИЯ ОТКРЫТОГО АРТЕРИАЛЬНОГО ПРОТОКА

Широкие возможности центральной реографии в оценке состояния гемодинамики малого круга кровообращения у больных пороками сердца и легочной патологией позволяют применять этот метод с целью уточнения ряда показателей при реабилитации больных, перенесших операцию на сердце. Прежде всего это касается пороков сердца с гипер- или гиповолемией малого круга кровообращения после хирургической операции. Нормализация кровотока в малом круге кровообращения способствует значительному изменению кровенаполнения систем и органов [4—12].

Представляется чрезвычайно важным определение органной гемодинамики в послеоперационный период, так как это позволяет правильно оценить состояние больных и назначить рациональную терапию.

Механизм нарушения кровообращения у больных открытым артериальным протоком достаточно хорошо изучен. Однако остается ряд неясных положений, касающихся оценки тонуса сосудов после хирургической коррекции. Это послужило предметом для проведения исследований у больных открытым артериальным протоком.

Характеристика больных и методы исследования. Исследования регионарного кровотока с помощью реографии проведены у 16 детей до 10 лет (группа А) и 11 взрослых от 15 до 29 лет (группа Б). Клинические проявления гипертензии малого круга кровообращения у указанных больных отсутствовали. Реографию проводили до операции и в 1, 2, 3, 5, 10-е сутки после операции. Для контроля собственных результатов и уточнения изменений реограмм исследования проведены у 31 здорового человека.

В работе использовался реограф РГ4-01. Запись производили на полиграфе RM-150 (фирма Никон-Коден—Япония).

С помощью реоэнцефалографии изучали гемодинамику головного мозга в бассейне передней мозговой артерии. Для этого пользовались лобным наложением круглых электродов диаметром 20 мм, укрепленных на голове с помощью резиновой ленты. С помощью центральной реографии (реопульмографии) изучали гемодинамику в системе правой легочной артерии по методике К. Т. Таджиева и Г. И. Носенко [3]. При изучении гемодинамики нижних конечностей пользовались реова-

зографией с наложением электродов на границе верхней и средней трети правой голени. Наряду с регистрацией ЭКГ одновременно регистрировали основную и дифференциальную кривые реограммы.

При анализе кривых, учитывая авторов [1, 2, 13, 14], рассчитывали следующие показатели: амплитуду систолической (A_s) и диастолической (A_d) волн, отношение их амплитуд (A_d/A_s), время распространения пульсовой волны (T), период изгнания правого желудочка (E), коэффициент Блумбергера-Мюллера (E/T), индекс напряжения миокарда $\left(\frac{T}{T+E} \cdot 100\% \right)$, максимальную скорость быстрого наполнения ($V\Delta R_b$), среднюю скорость медленного наполнения ($V\Delta R_{cp}$), время кровенаполнения (α), оттока (β), быстрого ($t_{бн.}$) и медленного ($t_{мн.}$) наполнения сосудов, показатель тонического состояния сосудистой стенки $\left(\frac{\alpha}{\alpha+\beta} \cdot 100\% \right)$. Оценивали также форму подъема кривой, характер вершины, высоту расположения инцизуры и наличие дополнительных волн.

Результаты. До операции у больных открытым артериальным протоком на реоэнцефалограмме отмечалось увеличение амплитуды систолической волны у взрослых больных выше нормы на 56% (табл. 1). При этом отношение амплитуд было в пределах нормы. Время распространения пульсовой волны у взрослых больных равнялось 0,18 сек., а время кровенаполнения—0,14 сек., у детей соответствующие показатели были близки к норме (табл. 1, группа А).

Оценивая показатель $\frac{\alpha}{\alpha+\beta} \cdot 100\%$, следует указать на его снижение в обеих группах соответственно на 14 у детей и на 16% у взрослых больных. Полученные сведения свидетельствовали о повышенном кровенаполнении сосудов головного мозга и незначительном снижении их тонуса.

После перевязки открытого артериального протока в первые сутки отмечались изменения мозгового кровотока: амплитуда систолической волны у детей уменьшалась на 52, а у взрослых на 54%. За счет уменьшения амплитуды диастолической волны отношение последних не изменялось. Показатель тонического состояния сосудистой стенки у детей увеличился на 22, а у взрослых на 38%. Это указывало на снижение кровенаполнения и увеличение тонуса мозговых сосудов при ненарушенном венозном оттоке. В последующие послеоперационные дни [2, 3, 5] показатели кровенаполнения и сосудистого тонуса были близки к уровню показателей первых суток после операции.

Десятые сутки послеоперационного периода характеризовались увеличением показателей кровенаполнения и снижением тонуса сосудов головного мозга до исходного уровня (табл. 1).

После операции не было отмечено пресистолических волн, инцизура располагалась в верхней трети катакроды, что указывало на удовлетворительный венозный отток. При реовазографии (табл. 2) у детей и

Таблица 1

Изменение показателей реоэнцефалограммы до и после перевязки открытого артериального протока ($M \pm m$)

Параметр	Исходное положение	Сутки после операции				
		1—е	2—е	3—ьи	5—е	10—е
Амплитуда систолической волны, ом	А $0,25 \pm 0,003$	$0,12 \pm 0,002$	$0,15 \pm 0,002$	$0,16 \pm 0,001$	$0,19 \pm 0,001$	$0,21 \pm 0,002$
	Б $0,39 \pm 0,007$	$0,18 \pm 0,002$	$0,20 \pm 0,002$	$0,25 \pm 0,003$	$0,29 \pm 0,007$	$0,37 \pm 0,009$
Отношение амплитуды диастолической волны к систолической	А $0,66 \pm 0,003$	$0,71 \pm 0,004$	$0,62 \pm 0,003$	$0,58 \pm 0,001$	$0,52 \pm 0,003$	$0,47 \pm 0,006$
	Б $0,66 \pm 0,006$	$0,7 \pm 0,01$	$0,54 \pm 0,006$	$0,51 \pm 0,004$	$0,54 \pm 0,005$	$0,66 \pm 0,003$
Время распространения пульсовой волны, сек.	А $0,12 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$	$0,11 \pm 0,001$	$0,11 \pm 0,001$	$0,11 \pm 0,001$	$0,11 \pm 0,001$
	Б $0,18 \pm 0,001$	$0,15 \pm 0,003$	$0,17 \pm 0,002$	$0,17 \pm 0,002$	$0,16 \pm 0,002$	$0,16 \pm 0,002$
Время кровенаполнения, сек.	А $0,1 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$	$0,09 \pm 0,001$	$0,11 \pm 0,001$	$0,11 \pm 0,001$
	Б $0,14 \pm 0,004$	$0,18 \pm 0,007$	$0,14 \pm 0,004$	$0,13 \pm 0,003$	$0,12 \pm 0,002$	$0,11 \pm 0,002$
Время оттока, сек.	А $0,49 \pm 0,004$	$0,43 \pm 0,002$	$0,42 \pm 0,002$	$0,45 \pm 0,002$	$0,43 \pm 0,003$	$0,50 \pm 0,002$
	Б $0,56 \pm 0,007$	$0,45 \pm 0,005$	$0,44 \pm 0,005$	$0,46 \pm 0,006$	$0,52 \pm 0,006$	$0,51 \pm 0,003$
Показатель тонического состояния сосудистой стенки, %	А $18 \pm 0,2$	$22 \pm 0,2$	$19 \pm 0,2$	$18 \pm 0,1$	$20 \pm 0,1$	$18 \pm 0,1$
	Б $21 \pm 0,7$	$29 \pm 0,6$	$24 \pm 0,7$	$21 \pm 0,5$	$19 \pm 0,3$	$16 \pm 0,2$

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 3: А—дети (до 10 лет), Б—взрослые больные.

Таблица 2

Изменение показателей реовазограммы до и после перевязки открытого артериального протока ($M \pm m$)

Параметр	Исходное состояние	Сутки после операции				
		1-е	2-е	3-ьи	5-е	10-е
Амплитуда систолической волны, ом	A $0,02 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$	$0,03 \pm 0,001$	$0,02 \pm 0,001$
	B $0,03 \pm 0,001$	$0,05 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$	$0,03 \pm 0,001$	$0,04 \pm 0,001$
Отношение амплитуды диастолической волны к систолической	A $0,6 \pm 0,01$	$0,6 \pm 0,01$	$0,5 \pm 0,01$	$0,5 \pm 0,01$	$0,5 \pm 0,01$	$0,6 \pm 0,01$
	B $0,6 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,01$	$0,5 \pm 0,01$	$0,6 \pm 0,02$	$0,6 \pm 0,02$	$0,5 \pm 0,01$
Время распространения пульсовой волны, сек.	A $0,22 \pm 0,001$	$0,18 \pm 0,001$	$0,18 \pm 0,001$	$0,18 \pm 0,001$	$0,17 \pm 0,001$	$0,17 \pm 0,001$
	B $0,29 \pm 0,003$	$0,25 \pm 0,005$	$0,25 \pm 0,004$	$0,26 \pm 0,004$	$0,23 \pm 0,003$	$0,23 \pm 0,001$
Время кровенаполнения, сек.	A $0,11 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$	$0,1 \pm 0,001$	$0,11 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$
	B $0,15 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$	$0,12 \pm 0,001$	$0,14 \pm 0,001$	$0,15 \pm 0,001$
Время оттока, сек.	A $0,5 \pm 0,004$	$0,4 \pm 0,004$	$0,4 \pm 0,003$	$0,4 \pm 0,003$	$0,4 \pm 0,003$	$0,5 \pm 0,002$
	B $0,65 \pm 0,001$	$0,47 \pm 0,001$	$0,48 \pm 0,001$	$0,52 \pm 0,001$	$0,56 \pm 0,001$	$0,64 \pm 0,001$
Показатель тонического состояния сосудистой стенки, %	A $19 \pm 0,12$	$20 \pm 0,18$	$20 \pm 0,14$	$21 \pm 0,14$	$22 \pm 0,12$	$21 \pm 0,12$
	B $19 \pm 0,1$	$19 \pm 0,21$	$19 \pm 0,21$	$20 \pm 0,05$	$19 \pm 0,21$	$19 \pm 0,16$

взрослых до операции величины амплитуд систолической волны были снижены соответственно на 75 и 60% по сравнению с нормой. При этом время кровенаполнения у взрослых больных оказалось продолжительней нормы на 20%. В обеих группах также были повышены показатели тонического состояния сосудистой стенки. Это указывало на сниженный кровоток и повышенный артериальный тонус нижних конечностей, а форма кривой соответствовала венозному оттоку.

В первые сутки после операции оказалось характерным увеличение амплитуды систолической волны у детей на 150%, что более чем вдвое превышало показатели у взрослых (70%). Незначительное уменьшение времени пульсовой волны и кровенаполнения указывало на значительное увеличение кровотока в сосудах нижних конечностей и снижение тонуса артерий, что подтверждалось изменением формы кривой, проявляющимся в заострении вершины.

Такое состояние сохранялось и на пятые сутки после операции. Десятые сутки послеоперационного периода характеризовались приближением амплитуды систолической волны к исходной у взрослых и увеличением на 33% у детей. Время распространения пульсовой волны в обеих группах оставалось сниженным по сравнению с исходным состоянием соответственно на 29 и 26%. Показатель тонического состояния сосудистой стенки у детей был несколько выше исходной величины, а у взрослых больных равен ей. Полученные результаты указывали на уменьшение кровенаполнения и повышение тонуса сосудов нижних конечностей.

До операции у детей при реопульмонографии амплитуда систолической волны соответствовала норме ($0,28 \pm 0,01$ ом), в то время как у взрослых больных оказалась выше нормы на 60%. При этом дети имели выше нормы максимальную скорость быстрого наполнения (на 30%) и среднюю скорость медленного наполнения (на 48%). Полученные результаты указывали на повышенное кровенаполнение сосудов малого круга, преимущественно у взрослых. Показатели, характеризующие сердечную деятельность, оказались практически нормальными и свидетельствовали об удовлетворительной сократительной функции миокарда правого желудочка.

Прекращение сброса крови в малый круг кровообращения в первые сутки после операции характеризовалось уменьшением амплитуды систолической волны у детей на 25, у взрослых на 37%. В обеих группах уменьшился коэффициент Блумбергера на 30 и 32%. Увеличились индекс напряжения миокарда (на 26%) и показатель тонического состояния сосудистой стенки (на 19%). Говоря о скоростях максимального и медленного наполнения, необходимо отметить их уменьшение по сравнению с исходным состоянием (табл. 3).

Указанные нарушения свидетельствовали об уменьшении кровенаполнения легких при незначительном повышении тонуса легочной артерии и снижении сократительной функции миокарда правого желудочка.

В последующие дни послеоперационного периода амплитуда систо-

Таблица 3

Изменение реопульмонограммы до и после перевязки открытого артериального протока ($M \pm m$)

Параметр	Исходное состояние	Сутки после операции				
		1-е	2-е	3-ьи	5-е	10-е
Амплитуда систолической волны, ом	А $0,28 \pm 0,001$	$0,21 \pm 0,001$	$0,20 \pm 0,002$	$0,20 \pm 0,001$	$0,20 \pm 0,002$	$0,20 \pm 0,001$
	Б $0,32 \pm 0,004$	$0,20 \pm 0,005$	$0,19 \pm 0,004$	$0,21 \pm 0,003$	$0,20 \pm 0,002$	$0,20 \pm 0,002$
Период изгнания правого желудочка, сек.	А $0,22 \pm 0,001$	$0,17 \pm 0,001$	$0,19 \pm 0,001$	$0,18 \pm 0,001$	$0,18 \pm 0,001$	$0,18 \pm 0,001$
	Б $0,25 \pm 0,005$	$0,19 \pm 0,001$	$0,19 \pm 0,001$	$0,19 \pm 0,002$	$0,20 \pm 0,002$	$0,19 \pm 0,002$
Показатель Блюмбергера	А $2,7 \pm 0,04$	$1,9 \pm 0,01$	$2,0 \pm 0,02$	$2,0 \pm 0,02$	$2,0 \pm 0,03$	$1,9 \pm 0,02$
	Б $2,2 \pm 0,09$	$1,5 \pm 0,04$	$1,6 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,02$	$1,8 \pm 0,03$	$1,8 \pm 0,02$
Максимальная скорость быстрого наполнения, ом/сек.	А $4,6 \pm 0,04$	$3,5 \pm 0,02$	$3,3 \pm 0,02$	$3,2 \pm 0,01$	$3,3 \pm 0,01$	$3,9 \pm 0,01$
	Б $2,8 \pm 0,06$	$1,7 \pm 0,04$	$1,9 \pm 0,03$	$1,9 \pm 0,02$	$1,9 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,03$
Средняя скорость медленного наполнения, ом/сек.	А $4,0 \pm 0,01$	$2,4 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,03$	$2,5 \pm 0,02$	$2,7 \pm 0,02$	$3,0 \pm 0,01$
	Б $2,4 \pm 0,04$	$1,3 \pm 0,03$	$1,3 \pm 0,03$	$1,4 \pm 0,02$	$1,6 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,02$
Индекс напряжения миокарда, %	А $27 \pm 0,3$	$34 \pm 0,1$	$33 \pm 0,2$	$33 \pm 0,2$	$40 \pm 0,3$	$31 \pm 0,2$
	Б $31 \pm 0,7$	$39 \pm 0,6$	$38 \pm 0,4$	$37 \pm 0,5$	$35 \pm 0,5$	$36 \pm 0,3$
Показатель тонического состояния сосудистой стенки, %	А $21 \pm 0,1$	$26 \pm 0,2$	$25 \pm 0,1$	$23 \pm 0,1$	$21 \pm 0,1$	$21 \pm 0,1$
	Б $17 \pm 0,3$	$21 \pm 0,3$	$22 \pm 0,4$	$20 \pm 0,2$	$19 \pm 0,3$	$20 \pm 0,3$

лической волны, период изгнания правого желудочка, показатель Блюмбергера, скорости максимального и медленного наполнений, индекс напряжения миокарда практически не менялись до десятых суток, указывая на стойкое снижение кровенаполнения сосудов малого круга.

Обсуждение. Сведения, которые характеризовали больных до операции, подтверждали известные представления об изменении гемодинамики малого и большого кругов кровообращения у больных открытым артериальным протоком, когда отмечалось незначительное снижение кровенаполнения нижних конечностей и увеличение тонуса их сосудов. Очевидно, повышенный тонус был компенсаторной реакцией сосудов, направленной на нормализацию перфузионного давления. Резко сниженное кровенаполнение головного мозга и значительно увеличенное кровенаполнение нижних конечностей в первые сутки после операции возвращаются к исходному состоянию на десятые сутки. Это говорит об устойчивости сосудистых рефлексов, нормализация которых происходит в течение длительного периода. Сниженное кровенаполнение легочной артерии после операции стойко удерживается на протяжении всего послеоперационного периода, что указывает на эффективность операции и может служить ее критерием. Форма кривой при этом четко отражает изменение тонуса сосудов, вместе с тем указывает на допустимые изменения оттока крови в исследуемых органах.

Исследование кровотока с помощью реографии позволяет выявить даже небольшие изменения в различных органах кровообращения до и после операции, задолго до выявления их клиническими методами. Возможность многократного определения и изучения кровотока в любых состояниях больного делает эту методику полезной. Она удобна в целях динамического наблюдения за состоянием большого круга кровообращения, определения тонуса сосудов, изучения кровенаполнения в стадии застоя в той или другой области, степени эластичности или ригидности сосудов малого круга кровообращения.

В ы в о д ы

1. Метод реографии позволяет определить динамику изменений регионарного кровотока у больных с открытым артериальным протоком в послеоперационный период.

2. Изменение реопульмонограммы в послеоперационный период представляет возможность оценки эффективности коррекции порока.

3. Уменьшение кровотока в легких по оценке реопульмонограмм в послеоперационный период наиболее выражено у взрослых больных, а увеличение кровотока в нижних конечностях—у детей.

МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского

Поступила 18/IV 1981 г.

ԱՐՅԱՆ ՏԵՂԱՅԻՆ ՀՈՍՔԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ ԲԱՅ ԶԱՐԿԵՐԱԿԱՅԻՆ
ԾՈՐԱՆԻ ՎԵՐԱՑՈՒՄԻՑ ԱՌԱՋ ԵՎ ՀԵՏՈ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ստացված արդյունքները թույլ են տվել հաստատելու բաց զարկերակային ծորանով հիվանդների մոտ մինչև վիրահատությունը թոքերի և գլխուղեղի արյան հոսքի մեծացումը ստորին վերջույթներում նրա միաժամանակյա իջեցումով: Բաց զարկերակային ծորանի վերացումից հետո, հետազոտարժեքի շրջանի 10-րդ օրը գլխուղեղի և թոքերի արյան հոսքը և զարկերակային տոնոսը վերադարձել են ելքային վիճակին, այն դեպքում, երբ թոքերի արյունավազվածությունը մնացել է անփոփոխ:

V. I. Frantsev. V. T. Selivanenko. A. V. Belyakov

Changes in the Regional Blood Flow Before and After Removal
of the Open Arterial Duct

S u m m a r y

After the removal of the open arterial duct on the 10th day of the postoperative period the blood flow and arterial tonus of the brain and feet resumed their initial state, while the lungs blood filling did not change.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Выховская А. Г., Новиков А. М. Кардиология, 1969, 10, 88—92.
2. Доброва А. М. Хирургия, 1967, 9, 64—66.
3. Коротков А. А., Пушкарь Ю. Т., Елизарова Н. А., Тальпис Б. Л., Шпилькин В. М. Кардиохирургия, 1972, 8, 78—80.
4. Мухамедрахимов Ф. Ф. Экспериментальная хирургия и анестезиология, 1966, 3, 10—13.
5. Новиков А. М. Клиническая медицина, 1970, 11, 68—71.
6. Порфирьев В. Е. Клиническая медицина, 1974, 1, 49—53.
7. Пушкарь Ю. Т. Терапевтический архив, 1961, 3, 88—96.
8. Пушкарь Ю. Т. Кардиология, 1961, 3, 84—88.
9. Пушкарь Ю. Т., Коротков А. А., Овруцкий Я. С., Афанасьева Л. С. В кн.: «Актуальные проблемы сердечно-сосудистой патологии». М., 1967, 375.
10. Пушкарь Ю. Т., Мухарлямов Н. М., Афанасьева Л. С., Юрьев С. А. Кардиология, 1968, 4, 55—58.
11. Рохленко В. Б. Кардиология, 1971, 11, 125—130.
12. Стручков В. И., Доброва А. М., Сахаров В. А. Грудная хирургия, 1971, 5, 41—44.
13. Чебышев Н. С. Советская медицина, 1966, 6, 19.
14. Ярулин Х. Х. Докт. дисс. М., 1967.