

Винахід відноситься до медицини, конкретно до кардіохірургії, і може знайти використання при проведенні кардіохірургічних операцій в умовах штучного кровообігу під час радикальної корекції набутих вад серця.

Ведуче місце серед причин смерті населення України займають захворювання системи кровообігу, питома вага яких у структурі загальної летальності складає 64% [2].

Значна частина цього контингенту хворих має потребу а хірургічній корекції пороків серця в умовах штучного кровообігу (ШК) [5]. Разом з тим, незважаючи на досягнення в техніку проведення ШК, успіхи анестезіологічного забезпечення, удосконалення методик регуляції основних життєво-важливих функцій організму, масштаби негативного впливу під час кардіохірургічних операцій, залишаються значними. Це у великій мірі відноситься і до забезпечення адекватного захисту міокарда, від ефективності якої залежить відновлення нормальної скорочувальної і насосної функції серця.

За даними ICCX АМН України при хірургічному лікуванні захворювань серця гостра серцева недостатність (ГСН) у ранньому післяопераційному періоді (РПП) у структурі ускладнень займає перше місце і складає 27,3% у хворих після протезування клапанів серця і 53,3% у хворих, оперованих із приводу ІХС [3] – ішемічної хвороби серця.

Найбільш вагомою причиною цих ускладнень є неадекватний захист міокарда під час зупинки серця на основному етапі операції.

За даними різних авторів рання післяопераційна летальність при операціях зі штучним кровообігом, пов'язана з видом кардіоплегічного захисту міокарда, при використанні кристалоїдного розчину, складає 7-15%. кров'яного розчину - 2-5% [1,3,4,5].

В даний час немає єдиної думки про оптимальні методи захисту міокарда під час перетискування аорти. Так Wamer K.G. [16] і співавт. повідомляють про ефективність кров'яної кардіopleгії з інтервалом введення 20-30 хвилин. У роботах Young J.H [17] та співавт. наводяться приклади вдалого використання кристалоїдної анте- та ретроградної кардіopleгії кожні 30хв. У літературі також широко обговорюється питання про ефективність оксигенованих кардіopleгічних розчинів [3,9,10].

За даними опитування 149 хірургів з 37 ведучих західних кардіохірургічних центрів (США, Німеччина), у 22% випадків для захисту міокарду застосовуються кристалоїдні розчини, а в 78% для кардіопротекції використовується кров'яна кардіopleгія [8].

Наявність різноманітних рецептур кардіopleгічних розчинів, різних температурних режимів, тимчасових інтервалів реперфузії, говорить про те, що питання адекватного захисту міокарда від гіпоксії ще далекий від свого остаточного рішення.

Методика проведення захисту міокарду за допомогою кров'яної кардіopleгії передбачає змішування перфузату з калій-утримуючим розчином у співвідношенні 4:1, шляхом введення їх за допомогою одного кардіopleгічного насоса і двох магістралей різного діаметра у співвідношенні 4:1 - відповідно, з отриманням гіперкаліємічного кардіopleгічного розчину з температурою +8°C - +10°C [7,12,14].

До того ж, при реоксигенації міокарду після періоду ішемії, відбуваються додаткові ушкодження міокардіоцитів. Даний феномен характеризується оборотними після-ішемічними систоло-діастолічними дисфункціями міокарду на тлі цілком відновленого кровопостачання за відсутності міокардіальних некрозів, що є основою синдрому низького серцевого викиду після кардіохірургічних втручань. В їх основі лежить порушення кальцій-залежних механізмів збудливості-скоротливості міокарду [11,13,15].

Ці недоліки усуваються по-перше: введенням кристалоїдного калій-утримуючого розчину, що забезпечує деполяризацію міокардіоцитів і зупинку серцевої діяльності та поряд з цим - застосуванням перфузату, як природного постачальника кисню, що перешкоджає розвитку ішемії.

По-друге: гіперкаліємічний кардіopleгічний розчин, охолоджений до температури +10°C - +16°C, здійснює більш адекватне постачання міокарда киснем за рахунок зсуву кривої дисоціації оксигемоглобіну вправо [6].

По-третє: маючи окремий насос для кристалоїдного калій-утримуючого розчину можливо зменшити концентрацію K^+ в гіперкаліємічному кардіopleгічному розчині шляхом зменшення швидкості введення калій-утримуючого розчину для запобігання розвитку системної гіперкаліємії і відповідно зростанню рівня K^+ в гіперкаліємічному кардіopleгічному розчині вище стандартизованого рівня.

В основу винаходу покладений метод збереження життєздатності міокарда під час перетискання аорти та виключення серця з кровообігу при кардіохірургічних операціях, який відрізняється тим, що деполяризація міокарда відбувається за рахунок введення кристалоїдного калій-утримуючого розчину, а необхідна концентрація калію і рівня гематокриту досягається шляхом прямого змішування перфузату і кристалоїдного калій-утримуючого розчину за розрахунковим співвідношенням швидкостей кардіopleгічного насоса для перфузату і насоса для кристалоїдного калій-утримуючого розчину.

Охолоджений до температури +10°C - +16°C гіперкаліємічний кардіopleгічний розчин вводиться антеградно під тиском 60-70мм рт.ст. Початкова об'ємна доза гіперкаліємічного кардіopleгічного розчину вводиться протягом 5 хвилин, наступні введення: антеградний шлях - 3 хв., ретроградний шлях - 4хв.

Кратність введення складає: одна розрахункова доза гіперкаліємічного кардіopleгічного розчину на 20-25 хвилин ішемічного часу.

Первинна розрахункова продуктивність кардіopleгічного насоса для перфузату складає 300-350мл/хв і регулюється за тиском в корені аорти (60-70мм рт.ст.). Швидкість насоса для кристалоїдного калій-утримуючого розчину дорівнює 75-87мл/хв. відповідно (для першого антеградного введення), що дозволяє створювати концентрацію K^+ у гіперкаліємічному кардіopleгічному розчині 18-22ммоль/л за рахунок високої концентрації K^+ у кристалоїдному калій-утримуючому розчині.

При наступних введеннях антеградним шляхом продуктивність кардіopleгічного насоса для перфузату складає 300-350мл/хв і швидкість насоса для кристалоїдного калій-утримуючого розчину дорівнює 75-87мл/хв. відповідно (тиск в корені аорти 60-70мм рт.ст.); ретроградним шляхом продуктивність кардіopleгічного насоса для перфузата складає 200-250мл/хв і швидкість насоса для кристалоїдного калій-утримуючого розчину дорівнює 50-63мл/хв. відповідно (тиск в коронарному синусі 30-40мм рт.ст.). При цьому, за рахунок низької концентрації K^+ у кристалоїдному калій-утримуючому розчині, результуючий K^+ гіперкаліємічного кардіopleгічного розчину

знаходиться в межах 7,5-10,5ммоль/л.

Рівень Ht кардіоплегічної суміші при цьому складає 65-75% від рівня Ht у перфузаті і дорівнює 0,20±0,02ум.од. (рівень Ht перфузата, що рекомендується підтримувати, повинен складати 0,27±0,02ум.од.).

Температура міокарда до кінця часу введення гіперкаліємічного кардіоплегічного розчину повинна знаходитись в межах +10°C - +16°C і підтримується зовнішнім охолодженням серця. Якщо температура міокарда в ході операції підвищується понад +18°C, то, незалежно від часу, що пройшов з моменту останнього введення гіперкаліємічного кардіоплегічного розчину, необхідно повторити його введення протягом 2 хв. і поліпшити зовнішнє охолодження серця.

Протягом операції з використанням даного методу захисту міокарда, необхідно проводити контроль діурезу. Мінімальний діурез, необхідний для виведення надлишкової кількості K⁺, що подається з кардіоплегічної сумішшю, повинен складати 1,25-2мл/кг/год. (при цьому концентрація K⁺ у перфузаті буде в межах 4,5-5,5ммоль/л).

За повної відсутності діурезу, у ході проведення захисту міокарда методом інтермітуючої холодової кров'яної кардіоплегії, рекомендується виконати контроль концентрації K⁺ у перфузаті, і, згідно з цими показниками, знизити дозу введення кристалоїдного калій-утримуючого розчину, аж до повного вимикання насоса для кристалоїдного калій-утримуючого розчину. Паралельно необхідно проводити заходи щодо відновлення власного діурезу, або налагодження ультрафільтрації за допомогою гемоконцентратора.

Показники кислотно-основного стану перфузату і кардіоплегічної суміші при проведенні захисту міокарду методом інтермітуючої холодової кров'яної кардіоплегії приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Показники кислотно-лужного стану перфузату і розчину для проведення кардіоплегії

Показники PH	КЛС перфузату 7,4±0.03	КЛС гіперкаліємічного кардіоплегічного розчину 7,43±0,02
pCO ₂ мм рт ст	32±2	32±3
BE	-1±2	0±1
PaO ₂ ммртст	330±41	328±29
SaO ₂ мм рт ст	100	100
Ht ум.од.	0,27±0,02	0,2±0,02
K ⁺ ммоль/л	4,45±0,35	20±2(I-ше введення) 9±1,5 (II-ге введення)
Вміст білка г/л	46±7	36±4

Таким чином, завдяки оригінальній методиці проведення кардіоплегічного захисту міокарда, забезпечення збереження життєздатності та функціональної здатності міокардіоцитів може підтримуватись тривалий час.

Використання даної кардіоплегії здійснюється наступним чином: контур для проведення кров'яної кардіоплегії збирається в стерильних умовах (фіг.1). До конектора оксигенатора для кардіоплегії (1) приєднується магістраль Ø 1/4дюйма (2). Магістраль Ø 1/4дюйма (2) вкладається в кардіоплегічний роликовий насос для перфузата. Через конектор 1/4-3/16 дюйма магістраль (2) приєднується до теплообмінника (4). До вихідного порту теплообмінника (4) через конектор 3/16-3/16 дюйма приєднується одноразова система для гемотрансфузії з фільтром (5), що подається з операційного столу перфузіологу. До іншого вільного порта одноразової системи для гемотрансфузії з фільтром (5) приєднується магістраль Ø 3/16 дюйма, довжиною 1,0м (6) від флакона з кристалоїдним калій-утримуючим розчином (7), яка вкладається в роликовий насос для кристалоїдного калій-утримуючого розчину (8). На операційному столі до канюль для кардіоплегії приєднується магістраль, що з'єднує їх з датчиком тиску (9).

На фіг. наводиться:

Схема з'єднання кардіоплегічної магістралі і контуру циркуляції апарату штучного кровообігу при проведенні інтермітуючої холодової кров'яної кардіоплегії.

Спочатку готується кристалоїдний калій-утримуючий розчин, відповідно до рецептури, приведеної в табл. 2

Таблиця 2

Склад кристалоїдного калій-утримуючого розчину

Інгредієнти	Вміст в 1л
KCl 7,5% - для першого введення	100мл
KCl 7,5% - для наступних введень	35мл
Лідокаїн	1мл
Маніт 15%	70мл
P-н гідрокарбонату Na 5%	25мл
NaCl 0,9%	до 1000мл

(pH=7,7-7,8),

Перед використанням розчин охолоджується до T=+4°C.

Флакон з даним розчином приєднується до магістралі Ø 3/16 дюйма, яка вкладається в насос для кристалоїдного калій-утримуючого розчину.

Під час проведення штучного кровообігу в момент перетискування аорти одночасно вмикаються

кардіоплегічний насос для перфузата і насос для кристалоїдного калій-утримуючого розчину, що поєднані в контурі для подачі гіперкаліємічного кардіоплегічного розчину згідно Фіг.1.

Охолоджений до температури $+10^{\circ}\text{C}$ - $+16^{\circ}\text{C}$, гіперкаліємічний кардіоплегічний розчин вводиться антеградно під тиском 60-70мм рт ст. Початкова об'ємна доза гіперкаліємічного кардіоплегічного розчину вводиться протягом 5 хвилин.

Наступні введення кардіоплегії проводяться кожні 20хв. ішемічного часу протягом 3хв. антеградним шляхом або 4хв. ретроградним шляхом (тиск при ретроградному введенні 30-40мм рт ст.). Під час зупинки серця використовується зовнішнє його охолодження кожні 10-15хв. Гіперкаліємічний кардіоплегічний розчин евакуюється в апарат штучного кровообігу.

Приклад

Хворий Гринюк Н.В., 50 років, історія хвороби №548. Госпіталізований 7.02.2003 р. у відділ набутих вад серця та інфекційних ендокардитів зі скаргами на періодичні підвищення температури тіла до $39,6^{\circ}\text{C}$ за останні 6 місяців, задишку при фізичному навантаженні, слабкість, периферичні набряки, збільшення печінки. Гідроперикард встановлено у цьому місяці. Об'єктивно: стан середньої тяжкості, артеріальний тиск 130/50мм рт ст., частота серцевих скорочень 92 за 1 хвилину, пульс ритмічний, печінка $+8\text{см}$. При аускультатії - діастолічний шум над аортою. Рентгенологічно - збільшення розмірів серця за рахунок дилатації і гіпертрофії лівого шлуночка та лівого передсердя. ЕКГ - гіпертрофія лівого шлуночка і лівого передсердя. ЕхоКГ - бактеріальний ендокардит з ураженням аортального клапану, переважаюча аортальна недостатність. Мітральна недостатність. Невелика тристулкова недостатність. Помірна гіпертензія легеневої артерії.

19.02.2003 виконана операція - протезування аортального клапану.

Операція проведена зі стерильного розтину в умовах штучного кровообігу, при помірній гіпотермії.

До підключення апарату штучного кровообігу був підготовлений кристалоїдний калій-утримуючий розчин котрий мав наступний склад: див. Таб. 2.

Розчин був охолоджений до $T = +4^{\circ}\text{C}$.

Флакон з даним розчином був приєднаний до магістралі \varnothing 3/16 дюйма, вкладки в насос для подачі кристалоїдного калій-утримуючої суміші.

Оксигенатор був заповнений перфузатом за звичайною схемою.

Кардіоплегічний насос для перфузата і насос для кристалоїдного калій-утримуючого розчину були зібрані в контурі для подачі гіперкаліємічного кардіоплегічного розчину згідно Фіг.1.

Під час проведення штучного кровообігу, в момент перетискування аорти, одночасно був включений кардіоплегічний насос для перфузата і насос для кристалоїдного калій-утримуючого розчину.

Охолоджений до температури $+10^{\circ}\text{C}$ - $+16^{\circ}\text{C}$, гіперкаліємічний кардіоплегічний розчин вводився антеградно під тиском 60-70мм рт ст. Зі швидкістю 350мл/хв. Початкова об'ємна доза гіперкаліємічного кардіоплегічного розчину вводилась протягом 5 хвилин. Зупинку серцевої діяльності було зафіксовано через 10сек. після початку введення кардіоплегічного розчину.

Наступне введення кардіоплегії проводилося антеградним шляхом через 20хв. ішемічного часу протягом 3хв зі швидкістю 300мл/хв. Подальші введення виконувалися ретроградним шляхом через кожні 20хв. ішемічного часу на протягом 4хв зі швидкістю 200-250мл/хв. Під час зупинки серця використовувалось зовнішнє його охолодження кожні 10-15хв. Гіперкаліємічний кардіоплегічний розчин був евакуйований в апарат штучного кровообігу.

Після протезування аортального клапана та профілактики повітряної емболії був знятий затискач з аорти, після чого через 1хв. було зафіксоване відновлення серцевої діяльності. Серцевий викид був адекватним без допомоги симпатоміметиків. Операцію закінчено звичайно. Тривалість операції - 6 годин. Час штучного кровообігу склав - 180 хвилин. Час перетискання аорти - 115 хвилин. Післяопераційний період проходив без особливостей. Хворого було виписано з клініки у задовільному стані.

Література.

1. Бокерія Л.А., Мовсесян Р.Р., Мусина Р.А. Актуальные вопросы интраоперационной защиты миокарда (кардиоплегия) // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. - 1998. - №5. - С.63-66.

2. Возианов А.Ф. Смертность населения Украины основные причины, пути преодоления негативных тенденций //Журн. АМН Украины. - 1996. -Т.2, №2. - С.191-198.

3. Кнышов Г.В., Бендет Я.А., и др. Неотложные задачи кардиохирургии в Украине // Тез. докл. 4-ой научной конференции ассоциации сердечно-сосудистых хирургов Украины. - Киев, 1996. - С.92-95.

4. Мороз В.В., Крылов Г.Р., Иваницкий Г.Р., Кайдаш А.Н. Применение перфторана в клинической медицине // Материалы международного симпозиума «Альтернативы переливанию крови в хирургии». - Москва, 1999. - С.126-135.

5. Сердечно-сосудистая хирургия: Руководство / Под ред. Бураковского В.И., Бокерія Л.А. - М.: Медицина, 1996. - с.688.

6. Nobuhiko Hayashida. MD, J.S. Ikonomidis, MD, R.D. Weisel, MD, T. Shirai. et al. The optimal cardioplegic temperature. //Ann Thorac Surg - 1994; 58:961-71.

7. Buckberg G.D. Normothermic blood cardioplegia: alternative or adjunct? // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. -1994. - №107. - P.860-867.

8. Flack J.E., Cook J.R., May J.S., Lemeshow S., Engelman R.M., Rousou J.A., Deaton D.W. Does Cardioplegia Type Affect Outcome and Survival in Patients With Advanced Left Ventricular Dysfunction? (Results From the CABG Patch Trial) // Circulation. - 2000. - Vol.102 (3). - P.84-96.

9. Handy J.R., Doman B.H., Cavallo M.J., et al. Direct effects of oxygenated crystalloid or blood cardioplegia on isolated myocyte contractile function // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. - 1996. -Vol.112 - №4 - P.1064-1073.

10. Hendren W.G., Geffin G.A., Love T.R., et al. Oxygenation of cardioplegic solutions //J-Thorac. Cardiovasc. Surg. -1987. -Vol.94. - №2. - P.614-619.

11. Holman W.L., Skinner J.L., Killingsworth C.R., Rogers J.M., Melnick S., Ideker R.E., Digerness S.B. Controlled postcardioplegia reperfusion: mechanism for attenuation of reperfusion injury//J. Thorac. Cardiovasc. Surg. -2000. -

Vol.119. -№6. -P.1093-1101.

12. Menasche P. Blood cardioprotegia: do we still need to dilute? //Ann. Thorac. Surg. - 1996. - №62. - P.957-960.

13. Nakamura Y., Takemoto N., Kuroda H., Ohgi S. The advantages of normocalcemic continuous warm cardioplegia over low calcemic cardioplegia in myocardial protection // Surg. Today. - 1999. - Vol.29. - №9. - P.884-889.

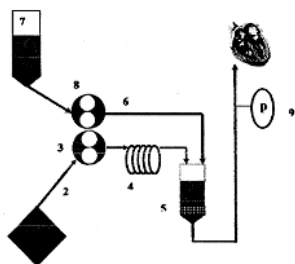
14. Robinson L.A, Schwarz G.D., Goddard D.B. Myocardial protection for acquired heart disease surgery: results of a national survey// Ann. Thorac. Surg. - 1995. - №59. - P.361-372.

15. Skinner J.L., Digemess S.B., Spruell R.D., Rogers J.M., Katholi C.R., Walcott G.P., Ideker R.E., Holman W.L. Novel methods to evaluate controlled reperfusion techniques in cardiac surgery // Int. J. Surg. Investig. - 2000. -Vol.1. - №5. - P.397-407.

16. Wamer K.G., Sheahan M.G., Arebi S.M., Banerjee A., Deiss-Shrem J.M., Khabbaz K.R. Proper timing of blood cardioplegia in infant lambs: superiority of a multiple-dose regimen // Ann. Thorac. Surg. - 2001. - Vol.71. - №3. - P.872-876.

17. Young J.H., Choy I.O., Silva N.K., Obayashi D.Y., Barkan H.E. Antegrade cold blood cardioplegia is not demonstrably advantageous over crystalloid cardioplegia in surgery for congenital heart disease // J. Thorac. Cardiovasc. Surg. -1997. - Vol. 114- - №6. - P.1002-1008.

Схема з'єднання кардіоплегічної магістралі і контуру циркуляції апарату штучного кровообігу, при проведенні інтермітентної холодової кров'яної кардіоплегії.



Умовні позначки:

1. оксигенатор;
2. магістраль Ø 1/4 дюйма;
3. кардіоплеційний насос для перфузату;
4. теплообмінник;
5. система для гемотрансфузії;
6. магістраль Ø 3/16 дюйма;
7. флакон з калієм – утримуючим розчином;
8. насос для кристалідного калію – утримуючого розчину;
9. датчик тиску.

Fig.