

УДК 616—089.583.29—092.6/2

Я. В. ВОЛКОЛАКОВ, А. Т. ЛАЦИС, О. Э. ПУТНИНЫШ, Ю. Г. БРЕЙЦИС,  
В. Э. ЛЕДУС, А. В. АУЗИНЯ, А. А. ЛАСМАНИС

#### РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ГЛУБОКОЙ ГИПОТЕРМИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Метод глубокой гипотермии представляет особые перспективы для детей грудного возраста, у которых применение методики искусственного кровообращения сопровождается значительными техническими затруднениями и пока определяет высокий процент летальности [1, 10, 26].

В связи с этим нами была проведена экспериментальная работа, целью которой являлось, во-первых, создание соответствующей аппаратуры для обеспечения охлаждения и согревания ребенка во время операции, во-вторых, разработка методики ведения углубленной и глубокой гипотермии малым организмам.

При проведении наших экспериментов мы руководствовались следующими положениями:

достижение углубленной и глубокой гипотермии наружным охлаждением без вспомогательной циркуляции и кардиоплегии; глубокий эфирный наркоз; респираторный алкалоз; гемодилюция низкомолекулярными растворами; вспомогательный ручной массаж сердца или электрокардиостимуляция.

Опыты проводились на 40 молодых беспородных собаках обоего пола, весом 2—10 кг.

Контроль функционального состояния организма при изменении температуры тела осуществлялся с помощью электрокардиографии, электроэнцефалографии, биохимических тестов, показателей кислотно-щелочного равновесия и т. д.

Применялась премедикация морфином 10 мг/кг и атропином 0,02 мг/кг. Основной наркоз проводился эфиром с кислородом. Глубина наркоза контролировалась на ЭЭГ с биполярным лобно-теменным отведением с обеих полушарий.

Вначале мы производили охлаждение организма с применением ирригационного матраца, обкладыванием тела подопытного животного кусками льда и погружением в ледяную воду. Однако это не создавало оптимальных условий для охлаждения и согревания животного.

Нами была разработана специальная охлаждающе-согревательная установка.

В пластмассовую ванну со специальным приводом и отводом воды вмонтирован операционный столик; уровень его можно менять при помощи ротирующей оси. С помощью этой установки согревание можно начать непосредственно после внутрисердечного этапа операции. Этим достигается возможность использования низких температур в предельно короткий период времени.

Учитывая закономерное снижение потребления кислорода организмом по мере понижения температуры тела [9, 23], мы придерживались описанного в литературе [18, 19] распределения уровней гипотермии на 4 степени: mild + 35 — + 28°C; moderate + 27 — + 21°C; deep + 20 — + 15°C; profound — ниже + 15°C

Глубина гипотермии определялась температурой в прямой кишке, так как при вскрытой грудной клетке она лучше отражает температуру мозга, чем температура в пищеводе.

Торакотомия проводилась по достижении температуры соответствующей умеренной гипотермии (от +32 до +28°C). Мы пользовались как левосторонней, так и правосторонней торакотомией по IV межреберью.

Во время окклюзии полых вен, которая продолжалась 20—50 мин. при температуре от +23° до +18°C (в прямой кишке), была проведена атриотомия или вентрикулотомия с последующей ревизией полости сердца

Непосредственно после закрытия ран сердца и возобновления циркуляции начал прямой массаж сердца и периодическое пережатие нисходящей аорты. В последнее время массаж сердца успешно был заменен электрокардиостимуляцией.

По мере снижения температуры тела отмечается постепенное снижение АД. Однако в экспериментах с оптимально проведенной гемодилюцией показатели АД не падали ниже 30—40 мм рт. ст. в доокклюзионном периоде при температуре от +18 до +20°C (в прямой кишке). Понижение температуры тела сопровождалось урежением пульса. В период согревания тела подопытного животного восстановление частоты пульса происходило гораздо медленнее, чем показателей АД.

Интерпретация ЭКГ во время проведения глубокой гипотермии должна проводиться с большой осторожностью, имея в виду воздействие на показатели ЭКГ таких факторов, как анестетический агент, вентиляция, кислотно-щелочное равновесие и электролитный обмен, претерпевших значительные изменения.

Гипотермия обуславливает замедление метаболических процессов (в сердечной мышце), что приводит к депрессии высших центров сердечной деятельности, а также к нарушениям внутрисердечной проводимости. Уширение комплекса QRS в незначительных пределах (0,07—0,12 сек) указывает на замедление, при охлаждении, внутрижелудочковой проводимости. В прогрессирующем удлинении QRS можно предвидеть возможности возникновения фибрилляций. Мы предполагаем, что относительно незначительное удлинение комплекса QRS, а, следовательно, и уменьшение опасности фибрилляций в наших экспериментах надо отнести к полезной роли глубокого уровня наркоза, который мы поддерживаем на протяжении периода охлаждения.

Закономерных изменений вольтажа зубцов ЭКГ, а также конфигураций отдельных комплексов во время глубокой гипотермии нами не установлено.

По нашему экспериментальному материалу и данным литературы [13, 15] видно, что нарушения ритма в молодом организме реже.

В период восстановления циркуляции постепенно восстанавливается внутрисердечная проводимость и при температуре от +30 до +34°C становится исходной (синусовый ритм). Интерпретация изменений ЭКГ в постокклюзионном периоде значительно затрудняет прямой массаж сердца или электрокардиостимуляцию, без которых немалым ранний реабилитационный период.

По экспериментальным данным видно, что ЭКГ восстанавливается тем быстрее и полноценнее, чем оптимальнее проведен период охлаждения и чем эффективнее восстанавливалось полноценное (адекватное температуре) кровообращение.

Метод глубокой гипотермии приводит к значительным нарушениям гомеостаза, обуславливающим различные осложнения.

Фибрилляция сердца, агрегация форменных элементов крови — основные осложнения, из-за которых отказались от глубокой гипотермии в прошлом.

Установлено, что при достаточной профилактике гипоксии и эффективной блокаде терморегулирующих механизмов фибрилляции желудочков сердца при температуре тела выше +28°C возникают крайне редко.

При дальнейшем понижении температуры даже простое механическое раздражение сердца вызывает фибрилляцию сердца. Важнейшими причинами возникновения фибрилляции являются изменения внутриклеточного и внеклеточного ионного равновесия [21, 30], преваляирование симпато-адреналовой системы сердца [24—27].

Японскими авторами [21, 29, 30] доказано, что в стенке капилляров и клеточных мембран связанные жирные кислоты регулируют их проходимость. Дефицит связанных жирных кислот вызывает увеличение проводимости клеточных мембран, что приводит к нарушению ионного равновесия (K, Na) и является одной из причин возникновения фибрилляции. Мобилизация связанных жирных кислот, документируемая повышением показателей содержания свободных жирных кислот в циркулирующей крови, объясняется компенсаторной реакцией организма на холодный стресс и прекращение циркуляции.

В целях профилактики предложено внутривенное или пероральное применение препаратов, содержащих большое количество жирных кислот [21, 30]. Мы применяли линетоловое масло (5,0 в день) за 7 дней до операции. Учитывая роль токоферола как антиоксиданта, за неделю до эксперимента внутримышечно вводили витамин Е (200 мг).

Одна из причин возникновения фибрилляции [24] состоит в действии холода на вегетативную систему — отмечается активация симпато-адреналовой системы. Тем самым можно объяснить применение симпатиколитиков в целях профилактики фибрилляций [4, 12]. Мы блокировали адренергические структуры, используя индерал — *propranolol — hydrochloridum* (0,1 мг/кг.)

Кроме фибрилляций сердца при углубленной и глубокой гипотермии возникают осложнения со стороны мозга.

Очень часто после восстановления гемодинамики (сердечная деятельность, артериальное и венозное давление) и дыхания не восстанавливалась деятельность мозга (на ЭЭГ изолиния или очень низкий вольтаж). Очевидно, мозговое кровообращение было недостаточным. Эффективное повышение артериального давления вспомогательным массажем сердца, периодическим пережатием аорты в постокклюзионном периоде привело к восстановлению мозговой деятельности и выживанию подопытных собак.

Нарастающая агрегация форменных элементов крови при снижении температуры была одной из главных причин отказа от этой методики в прошлом. Мы успешно применяли отечественный препарат реополиглюкин (10% коллоидный раствор полимера глюкозы—декстрана) из расчета 1,0 сухого вещества на 1 кг веса, учитывая его коллоидно-осмотическое, антиагрегационное и антитромботическое действие [8].

Гематокрит старались поддерживать на уровне 30%. При температуре от +32 до +28°C внутривенно вводили гепарин (0,2 мл на 1 кг веса) с целью профилактики дополнительного вырабатывания его в условиях пониженной циркуляции [25]. В постокклюзионном периоде для нейтрализации гепарина вводили протаминсульфат.

Благодаря относительной гипервентиляции в доокклюзионном периоде, мы не наблюдали выраженного ацидоза в периоде восстановления кровообращения.

Таким образом, упомянутая тактика себя полностью оправдала и в дальнейшем с успехом была применена в клинических условиях.

## В ы в о д ы

1. Для достижения низких температур тела рекомендуется охлаждающе-согревательная установка, позволяющая осуществить охлаждение и согревание тела подопытного животного, не прекращая хирургические манипуляции.
2. Понижение температуры тела до +23 — +18°C (в прямой кишке) позволяло осуществлять прекращение циркуляции на 20 — 30 мин.
3. С целью предупреждения фибрилляций сердца в предоперационной подготовке целесообразно применять линетоловое масло с токоферолом, а во время операции — индерал.
4. Реакция терморегулирующих механизмов на значительное снижение температуры тела купируется глубоким эфирным наркозом.
5. Умеренный респираторный алкалоз позволяет устранять метаболический ацидоз в условиях пониженной циркуляции.
6. Низкомолекулярный полиглюкин весьма эффективен для производства гемодилуции в условиях пониженных температур.
7. Для восстановления эффективного кровообращения в постокклюзионном периоде необходимо применять прямой массаж сердца или кардиостимуляцию.

Յա. Վ. ՎՈՒԿՈՒԿՈՎ, Ա. Տ. ԼՍՅԻՍ.Օ. Է. ՊՈՒՏԵՆԵՇ,  
Յու. Գ. ԲՐԵՏՏԻՍ, Վ. Է. ԼԵԳՈՒՍ, Ա. Վ. ՍՈՒԶՆԵՅԱ, Ա. Ա. ԼԱՍՄԱՆԻՍ

## ԽՈՐՀ ՀԻՊՈԹԵՐՄԻԱՅԻ ՄԵԹՈԴԻ ՄՇԱԿՈՒՄԸ ՓՈՐՉՈՒՄ

### Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հեղինակների կողմից ստեղծված է ստեղծող-տարացող հարմարանք, 40 կրտասաբը 2—20 կգ բաշով շների մոտ կատարված է սրտի անջատման փորձնական աշխատանք խորը հիպոթերմիայի մասի: Առաջարկված մեթոդը հաջողությամբ կիրառվել է կլինիկայում:

### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бураковский В. И., Константинов Б. А. Некоторые принципиальные особенности хирургии пороков сердца у детей раннего возраста. Матер. докладов симпозиума детских хирургов Прибалтийских республик. Рига, 1967, 165—169.
2. Вальтер А. О. Современная медицина, 1863, 45, 836.
3. Дарбинян Т. М. Справочник по анестезиологии и реанимации. М., 1970, 154.
4. Дубинский А. А., Лебедев С. В. Клин. мед. 1970, 1, 7—12.
5. Сергиевский В. С., Чибуновский В. А., Чернов В. К., Цыбакова Н. Г., Ташбулатов А. Т., Эренбург Т. А., Лизункова Р. П., О возможности и целесообразности применения углубленной гипотермии (23—24°) в клинической кардиохирургии, Кровообращение. 1969, 2, 42—59.
6. Старков А. О. Современная медицина 1963, 45, 836.
7. Старков А. О. К проблеме острой гипотермии. М., 1957.
8. Степанян Е. П., Поспелова Е. П., Ярлыкова Е. И., Шуркалина Т. Х., Рюмина Е. Н., Швецов И. М., Логинова П. И., Колесник Т. Ф. Экспериментальная хирургия и анестезиология, 1970, 1, 40—44.
9. Bigelow W. G., Lindsay W. K., Greenwood W. F. Hypothermia. Amer. Surg., 132, 1950, 5, 849—866.
10. Cooley D. A. J. Cardiovascular Surg., 5, 1964, 584—590.
11. Currie J. Reports of the effects of water. 1st ed. Liverpool, Cadel-Davies, 1797.
12. Fujimoto M. Jap. J. Anesth., 1968, 17, 596—602.
13. Hicks C. E., McCord M., Blount S. G. Circulation, 1956, 13, 21.
14. Horiuchi T., Koyamada K., Matono J., Mohri H. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 46, 1963, 2, 180—190.
15. Johansson B., Bjorck G., Haeger K., Sjöström B. Acta med. Scandinavica, 1958, 155, 257.
16. Lewis F. J., Tauffe M., Minn M. Surgery, 33, 1953, 52—59.
17. Mohri H., Hessel E., Nelson J. Amer. J. of Surg., 112, 1956, 2, 241—250.
18. Mohri H., Dillard D., Crawford E. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 58, 1969, 2, 62—269.
19. Mohri H., Merendino K. A. Hypothermia with or without a pump oxygenator. Surgery of the Chest Philadelphia, London, Toronto, 1969, 643—673.
20. Mustard W. T., Berdard P., Trusler G. A. J. Thoracic A. Cardiovascular surg., 1970, 59, 6, 761—767.
21. Nagase M. Arch. Jap. Chir., 29, 1960, 67.
22. Nittu K., Seta A., Okamura H., Jonezawa T. Bull. de la Soc. internat. de Chirurgie, 1966, 4, 362—375.
23. Penrad K. E., Flynn J. Am. J. Physiol., 1951, 164, 79.
24. Salto A. Arch. Jap. Chir., 31, 1962, 2, 132—146.
25. Spohn K., Kolb E., Heinzl J., Kvartzert R. Thoraxchirurgie, 1960, 8, 3, 228—259.
26. Sloan H., Mackenzie J. J. Thorac. Cardiovasc. Surg., 44, 1962, 459—476.
27. Swan H., Zeavik J., Gilbert S., JAMA, 153, 1953, 12, 1081—1035.
28. Kantrowitz A., Haller J., Joos H. Amer. J. of Cardiol., 22, 1968, 782—791.
29. Kobayashi T. J. Jap. Soc. Intern. Med., 58, 1969, 400—404.
30. Tomioka J. Arch. Jap. Chir., 30, 1961, 17—35.
31. McQuiston O. Anesthes. 10, 1947, 590.