

В. А. Востриков<sup>1</sup>, П. В. Холин, К. В. Разумов

## ТРАНСТОРАКАЛЬНАЯ ДЕФИБРИЛЛЯЦИЯ ЖЕЛУДОЧКОВ СЕРДЦА: ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИПОЛЯРНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ИМПУЛЬСА

Научно-исследовательский институт общей реаниматологии РАМН, городская клиническая больница № 81, Москва

### TRANSTHORACIC VENTRICULAR DEFIBRILLATION: EFFICACY AND SAFETY OF BIPHASIC SINUSOIDAL PULSE

V. A. Vostrikov, V. P. Kholin, K. V. Razumov

*The efficacy of low-energy bipolar pulse is studied in 41 patients with sudden heart arrest caused by ventricular fibrillation (VF). Maximal energy of effective charges during defibrillation of patients with or without acute myocardial infarction and primary VF (30 episodes) was only 90 J  $\times$  1-2. For eliminating secondary VF (76 episodes), maximal energy of 165-195 J  $\times$  1-5 was needed in only 25% patients. Total efficacy of charges of at least 115 J  $\times$  1-2 in patients with primary and secondary VF was 87%. The results indicate a high efficacy of low-energy bipolar sinusoidal charges for elimination of VF in patients with acute myocardial infarction and other forms of coronary disease.*

Одной из наиболее частых причин внезапной кардиальной смерти, особенно у больных с ишемической болезнью сердца, является фибрилляция желудочков (ФЖ) [5, 15]. Эффективность и безопасность электрической дефибрилляции зависит от целого ряда кардиальных и экстракардиальных факторов. Среди экстракардиальных факторов важное место занимают форма электрического импульса, сопротивление грудной клетки и проводимая антиаритмическая терапия [2, 3, 14, 15, 17]. В настоящее время для проведения наружной дефибрилляции в мировой кардиореанимационной практике применяются дефибрилляторы, генерирующие номинально критически демпфированные синусоидальные монополярные импульсы типа волн Pantridge, Edmark и Lown. При этом в зависимости от модели аппарата и сопротивления грудной клетки максимальная энергия, воздействующая на пациента во время дефибрилляции, находится в диапазоне от 300 до 400 Дж. В то же время в России наряду с монополярными импульсами уже в течение 25 лет применяются альтернативные низкоэнергетические импульсы квазисинусоидальной биполярной формы. Впервые биполярная форма была предложена Н. Л. Гурвичем и соавт. [3], которая нашла свое техническое воплощение в семействе отечественных дефибрилляторов, разработанных И. В. Вениным [1], генерирующих энергию максимально 135—205 Дж.

Несмотря на широкое применение для наружной дефибрилляции электрических импульсов биполярной синусоидальной формы, их эффективность остается пока мало изученной. В настоящее время в США опубликованы первые результаты мультицентровых исследований, посвященных сравнительной эффективности: а) моно- и биполярного синусоидального импульса во время уст-

ранения коротких ( $\approx$ 30 с) эпизодов электрически вызванной ФЖ у больных с ишемической болезнью сердца (ИБС) вне стадии обострения во время кардиоверсии [11], б) биполярного трапециодального импульса (150 Дж) на догоспитальном этапе при внезапной остановке сердца [14]. В связи с этим целью нашей работы заключалась в оценке эффективности биполярного синусоидального импульса (65—195 Дж) во время устранения спонтанной ФЖ у больных с острым инфарктом миокарда (ИМ) и другими формами ИБС.

**Материал и методы.** В исследование включен 41 больной (26 мужчин и 18 женщин) в возрасте от 43 до 86 лет с внезапной остановкой сердца вследствие развития спонтанной ФЖ. У 34 (84%) больных был диагностирован острый инфаркт миокарда (ИМ с зубцом Q), из них у 15 передней стенки левого желудочка, у 16 задней стенки. У 5 из 16 развилась быстро прогрессирующая А—V-блокада II—III степени с ЧСС 20—30 в 1 мин и/или асистолия, в связи с чем больным проводилась временная эндокардиальная стимуляция, у 3 пациентов — комбинированный (переднезадний) ИМ. 17 из 34 больных ранее уже перенесли ИМ. У остальных 7 пациентов ФЖ развилась на фоне: постинфарктного кардиосклероза и мерцательной аритмии (МА) — у 3, МА и тромбоэмболии легочной артерии — у 1, нестабильной стенокардии (IIIВ класса тяжести) — у 1, кардиомиопатии — у 1, ИБС и хронической пневмонии в фазе обострения — у 1. У 32 больных ФЖ развилась в отделении интенсивной кардиологии, у 6 — в других отделениях больницы и у 3 (первый эпизод ФЖ) — в реанимобиле, перед прибытием в больницу. У 19 (46,3%) из 41 больного ФЖ характеризовалась рецидивирующим течением (РеФЖ): от 2 до 12 эпизодов (всего было зарегистрировано 106 эпизодов РеФЖ). Продолжительность ФЖ составила 0,5—28 мин (у 1 больного с непрерывно и быстро рецидивирующим течением суммарную продолжительность эпизодов ФЖ входили короткие интервалы бради-асистолии).

Все больные были разделены на 2 группы: в 1-ю группу включено 16 пациентов с первичной ФЖ; у 5 больных отмечалась РеФЖ (от 2 до 9 эпизодов, всего 30), возраст  $55 \pm 21$  (43—69) года; ИМ передней стенки был у 3, задней — у 8, повторный ИМ был у 3 больных. Вторую группу составили 25 больных со вторичной ФЖ (у 14 РеФЖ от 2 до 12 эпизодов, всего 76), возраст  $70 \pm 1,9$  (48—86) года; ИМ передней стенки был у 11, задней — у 7, комбинированный — у 3. У 13 (52%) больных из 25 это был повторный ИМ (в 2,5 раза чаще, чем у больных с первичной ФЖ,  $p = 0,05$ ). Если у одного и того же больного повторные эпизоды ФЖ развивались через 6—72 ч, то в целях статистического анализа они расценивались как новые эпизоды у различных пациентов [9]. Таких пациентов ока-

<sup>1</sup>Результаты доложены и обсуждены на международной конференции: "The public access defibrillation II: strengthening the chine of survival". Washington, April 17—19, 1997.

Таблица 1

Суммарная эффективность биполярного синусоидального импульса (в %) у больных с первичной и вторичной ФЖ (106 эпизодов)

Доза энергии, Дж	Количество наносимых разрядов в диапазоне 55—190 Дж (доза энергии устанавливаемая на шкале дефибриллятора)*				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
≤ 65	63% (67/106)	—	—	—	—
≤ 90	71% (75/106)	74% (78/106)	—	—	—
≤ 115	83% (88/106)	87% (92/106)	—	—	—
≤ 165	91,5% (97/106)	91,5%	91,5%	93,4% (99/106)	—
≤ 193	97% (103/106)	99% (105/106)	99%	99%	100% (106/106)

\* Величина выделяемой энергии на пациента при сопротивлении грудной клетки 50 Ом.

зались 3. Первичная ФЖ рассматривалась как развивающаяся у больных без клинических признаков застойной сердечной недостаточности (СН) или с минимальными ее проявлениями. Вторичная ФЖ наблюдалась у больных с СН II—III стадии и/или гипотензией, кардиогенным шоком. У 7 из 34 больных с острым ИМ отмечалась поздняя ФЖ (в 6 из 7 случаев вторичная), которая развивалась через 2—7 дней после его начала. ФЖ верифицировали по записям ЭКГ (от конечностей) на бумажной ленте монитора-регистратора Life-pack 7 (США). Больные до момента развития ФЖ получали общепринятую терапию. В случаях продолжительной остановки сердца (поздняя дефибрилляция; рефрактерная, или непрерывно-рецидивирующая ФЖ) проводили стандартную сердечно-легочную реанимацию. Учитывая данные литературы, а также свои наблюдения, лидокаин вводили ограниченно (только 7 больным для профилактики РеФЖ [4]). Для дефибрилляции использовали 3 аппарата, генерирующие биполярные синусоидальные импульсы со 2-й фазой, составляющей 42—60% от 1-й (ДКИ-С-05, ДКИ-Н-02 НПП РЭМА, г. Львов и ВДС-5111Р, Польша). С помощью встроенных измерительных блоков регистрировали параметры дефибрилирующих импульсов: амплитуду тока, межэлектродное сопротивление грудной клетки (СГК, Ом) и генерируемую энергию (Е, Дж). Electroды дефибриллятора (диаметр равен 11/11 см, у 5 пациентов 8,5/8,5 см) располагали на грудной клетке в переднебоковой позиции. В качестве контактного материала использовали гипертонический раствор NaCl. Начальная доза набираемой энергии у первых больных была 65—190 Дж. Затем по мере накопления данных об эффективности биполярного импульса величина первой дозы (учитывая продолжительность ФЖ, ее вид и диаметр электродов) уменьшалась в ряде случаев до 40—15 Дж. Успешная дефибрилляция расценивалась как конверсия ФЖ в любой другой ритм или асистолию, продолжительностью не менее 4—5 с в случаях быстро рецидивирующей ФЖ. При меньшей продолжительности данного интервала дефибрилляция расценивалась как неэффективная [14, 15].

Результаты обработаны статистически с использованием критерия t Стьюдента и точного метода Фишера.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Эффективность дефибрилляции низкоэнергетическими биполярными разрядами в диапазоне от ≤65 до 195 Дж зависела от вида ФЖ. Так, в 1-й группе больных с первичной ФЖ эффективность первого разряда ≤65 Дж во время устранения первого эпизода ФЖ составила 69% (11/16) и всех эпизодов — 86,7% (26/30); 3 из 16 пациентов для устранения 4 эпизодов ФЖ потребовалось 5 разрядов 70—90 Дж. Таким образом, суммарная эффективность биполярных импульсов ≤90 Дж (1—2 разряда) составила 100%. Опубликовано 1 исследование [6], в котором был показан успех (79%; 41/52) монополярных разрядов ≤100 Дж ×1—2 у больных с первичной ФЖ ( $p = 0,005$  по сравнению с 1-й группой). По данным литературы, 60—100% эффективность дефибрилляции отмечалась при энергии монофазных разрядов 150—200 Дж ×1—2 [6—9].

Во время устранения первого эпизода вторичной ФЖ (2-я группа) эффективность первого разряда ≤65 Дж была 71% (20/28) и всех эпизодов — 54% (41/76). Эффективность первого разряда ≤90 Дж составила для первого эпизода 75% (21/28) и всех эпизодов — 63% (48/76). Энергия равная 115 Дж (1—2 разряда) применялась в 15 эпизодах вторичной ФЖ у 5 больных. При этом суммарный эффект разрядов ≤115 Дж достигал во 2-й группе высоких значений и составил соответственно 82% (23/28) и 81,6% (62/76). Суб- и максимальные разряды 165 и 193 Дж были необходимы для устранения 6 эпизодов ФЖ у 2 больных и 6 эпизодов у 4, соответственно. При этом только у 2 пациентов в 2 эпизодах рефрактерной ФЖ (длительность эпизодов ≈ 3 и 8 мин) потребовалось 4 разряда 165 Дж и 5 разрядов 193 Дж; в остальных 10 эпизодах для устранения вторичной ФЖ было достаточно 1—2 разрядов. Суммарные результаты эффективности биполярного импульса во время устранения всех эпизодов спонтанной ФЖ представлены в табл. 1. Таким образом, максимальная энергия биполярных разрядов, необходимая для устранения 30 эпизодов первичной ФЖ, составляла всего лишь ≤90 Дж ×1—2 и 76 эпизодов вторичной — 165—193 Дж ×4—5. ФЖ была устранена во всех эпизодах (100% эффективность дефибрилляции), а восстановление гемодинамически эффективного ритма (в течение не менее ≈1—2 ч) отмечалось у 75% больных. По данным [9], у 3 из 18 пациентов с острым ИМ вторичную ФЖ не могли устранить даже повторными монополярными разрядами 360 Дж (83% успеха), а 9 (50%) больных не удалось оживить. В нашем исследовании неэффективная реанимация отмечалась у 32% больных со вторичной ФЖ ( $p = 0,13$ ), а ее средняя продолжительность (в целом по группам) была в 2 раза больше, соответственно 3 и 6,7 мин ( $p < 0,001$ ).

В табл. 2 представлены эффективные значения параметров биполярного импульса. Последние (как видно из табл. 2) характеризуются очень большим диапазоном индивидуальных колебаний ( $I = 8,5—43$  А,  $E = 16—195$  Дж, СГК = 22—117 Ом). Поскольку основной электрической характеристикой импульса является минимальная величина тока, деполяризующего критическую массу миокарда, мы оценивали эффективность его низкоамплитудных значений. В табл. 3 представлено

Таблица 2

Эффективные параметры биполярного синусоидального импульса во время дефибрилляции желудочков сердца ( $M \pm m$ )

Количество эпизодов ФЖ	Сила тока, 1-я фаза импульса, А	Сопротивление грудной клетки, Ом	Выделяемая на пациента энергия, Дж	Длительность ФЖ, мин
<i>Первичная фибрилляция</i>				
20	13,9 ± 0,9 (8,5—23)	73 ± 1,7 (55—81)	50,5 ± 5,3 (14—95)	4,8 ± 1,5 (0,5—16)
<i>Вторичная фибрилляция</i>				
47	19,6 ± 1,1* (9—43)	60 ± 3,1 (22—117)	76,3 ± 6,0* (16—197)	6,7 ± 1,0 (0,5—28)

Примечание. \* —  $p < 0,001$ . У больных с часто рецидивирующей ФЖ: а) для статистического анализа были взяты только те эпизоды, которые существенно отличались от предыдущих амплитудными значениями тока; у больных с длительной остановкой сердца указана суммарная продолжительность ФЖ, включающая короткие интервалы бради-асистолии.

Таблица 3

Сравнительная эффективность дефибрилляции желудочков сердца моно- и биполярными разрядами с низкоамплитудными значениями тока

Величина тока, А	Успешное/общее количество разрядов		% успеха		p
	форма импульса				
	монополярная*	биполярная	монополярная*	биполярная	
≤ 17	0/10	33/60	0	55	< 0,02
18	5/25	8/12	20	67	< 0,01
18—21	2/15	17/27	13	63	< 0,05

\* Монофазный импульс (результаты, полученные R. Kerber и соавт. — 1988—1992 гг.). Данные для импульса монофазной формы взяты из опубликованных данных.

сравнение наших данных с клиническими результатами, полученными для монополярного синусоидального импульса R. Kerber и соавт. [13]. По данным [13], ток монополярной формы < 17 А обычно не дефибриллировал сердце, а при его величине 18 и 21 А процент успеха был очень низким (13—20%). В то же время эффективность биполярного импульса была значительно выше (55—63%). Интересные результаты были получены и при сопоставлении эффективности суб- и максимальных значений тока. Так, по данным [13], процент успеха монополярных разрядов начинал снижаться (с 93 до 77%) при силе тока 42—45 А и при его значениях ≥ 54 А составлял 55%. В нашем исследовании только 1 (2,4%) больному с очень быстро рецидивирующей вторичной ФЖ было нанесено 10 биполярных разрядов, амплитуда которых не превышала 43 А (165 Дж). В то же время, по данным [13], для устранения у 8 (18%) больных повторных эпизодов ФЖ потребовалось 47 монополярных разрядов силой тока > 46—54 А. Близкие результаты были получены в эксперименте на телятах: эффективность дефибрилляции прогрессивно снижалась при увеличении тока свыше 50 А [9]. По данным [9, 12], повторные монополярные разряды с выделяемой энергией более 240 Дж (≈ 3—6 Дж/кг) приводили у тяжелобольных к существенному снижению эффективности дефибрилляции (до 35—38%). Наиболее драматические результаты были опубликованы G. Dalzell и соавт. [10]. По их данным, 14 из 18 (77,8%) больных, получивших ≥ 3—5 разрядов (360 Дж), не были оживлены. Одной из наиболее вероятных причин снижения успеха дефибрилляции желудочков высокоэнергетическими разрядами является их повреждающее действие на сердце. В нашем исследовании выделяемая энергия биполярного импульса не превышала 175—195 Дж (2,5—2,8 Дж/кг). Анализ литературы не позволил найти убедительных данных для применения традиционной международной схемы использования серий монополярных разрядов: 200—200 (или 300)—360 Дж. Отсутствуют также данные литературы, которые подтверждают полезность применения высокоэнергетических разрядов. Имеется только одно рандомизированное исследование, доказывающее, что монополярные разряды 175 Дж также эффективны, как 320 Дж, но отличаются меньшими постконверсионными нарушениями А—V-проводимости [18]. G. Vardy и соавт. (цит. по [14]) по-

казали, что разряды 200 Дж так же хорошо устраняют вызванную ФЖ (длительность 7—20 с) у больных с ИБС, как и разряды 360 Дж, но с менее выраженными ЭКГ-проявлениями повреждения миокарда.

Указанные выше клинические данные можно объяснить с позиций современной электрофизиологии сердца. Как было показано в эксперименте, высоковольтные импульсы вызывают появление отверстий в мембранах кардиомиоцитов (синдром "малых ран"), через которые увеличивается приток в клетку ионов  $Ca^{2+}$  и  $K^+$ . Это приводит к развитию в миокарде фокусов патологического автоматизма (по типу ранней постдеполяризации) и пролонгированной рефрактерности. Чрезмерное увеличение рефрактерности может формировать зоны с замедленной проводимостью, которые, как известно, являются субстратом для механизма re-entry [16, 20]. Любой из указанных механизмов может приводить к неэффективной дефибрилляции или рефибрилляции. В случае воздействия биполярного импульса, вторая фаза способствует менее выраженному микроповреждению мембраны и более быстрой ликвидации указанных нарушений. J. Xie и соавт. [19] на модели 10-минутной ФЖ показали прямую связь между величиной высокоэнергетического разряда и степенью тяжести постреанимационной систолической и диастолической дисфункции миокарда. Было также установлено, что сила разряда, несмотря на успешную дефибрилляцию, отрицательно коррелирует с выживаемостью. Вместе с тем пока еще остается до конца нерешенным очень сложный и важный вопрос: как непосредственно влияет форма импульса, величина и количество разрядов на исход реанимации и выживаемость у больных с первичной и вторичной ФЖ. Эта проблема требует дальнейших исследований.

## Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности низкоэнергетического биполярного синусоидального импульса во время устранения спонтанной ФЖ у больных с ИМ и другими формами ИБС. Ретроспективный анализ данных литературы и наши собственные результаты свидетельствуют о необходимости пересмотра стандартных международных рекомендаций по дефибрилляции сердца.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Венин И. В., Гурвич Н. Л., Олифер Б. М. и др. Дефибриллятор. А. с. 258526, от 23 сент. 1969 г. СССР.
2. Востриков В. А., Богушевич М. С., Холин П. В. // Анест. и реаниматол. — 1994. — № 5. — С. 9—11.
3. Гурвич Н. Л., Табак В. Я., Богушевич М. С. и др. // Кардиология. — 1971. — № 8. — С. 126—130.
4. Преображенский Д. В. // Лечение инфаркта миокарда и нестабильной стенокардии. — М., 1994. — С. 17—22.
5. Bossaert L. L. // Brit. J. Anaesth. — 1977. — Vol. 79. — P. 203—213.
6. Campbell N., Webb S., Adgey J. et al. // Brit. med. J. — 1977. — Vol. 2. — P. 1379—1381.
7. Dalzell G., Cunningham S., Adgey A. et al. // Amer. J. Cardiol. — 1989. — Vol. 64. — P. 741—744.
8. Dalzell G., Adgey A. // Brit. Heart J. — 1991. — Vol. 65. — P. 311—316.
9. Gascho J., Crampton R., Cherwek M. et al. // Circulation. — 1979. — Vol. 60. — P. 231—240.

10. Gold J., Schuder J., Stoeckle H. // Am. Hear J. — 1979. — Vol. 98. — P. 207—212.
11. Greene L., DiMarco J., Kudenchuk P. et al. // Amer. J. Cardiol. — 1995. — Vol. 75. — P. 1135—1139.
12. Kerber R., Jensen S., Gascho J. et al. // Ibid. — 1983. — Vol. 52. — P. 739—745.
13. Kerber R., Martins J., Kienzle M. et al. // Circulation. — 1988. — Vol. 77. — P. 1038—1046.
14. Poole J., White R., Kanz K.-G. et al. // J. cardiovasc. Electro-physiol. — 1997. — Vol. 8. — P. 1373—1385.
15. Robertson C., Steen P., Adgey J. et al. // Resuscitation. — 1998. — Vol. 37. — P. 81—90.
16. Tovar O., Jones J. // Circulation. — 1996. — Vol. 94, N 1. — P. 131.
17. Vostrikov V., Kholin P., Maslov O. // Resuscitation. — 1998. — Vol. 37. — S. 14 (P-13).
18. Weaver W., Cobb L., Copass M. et al. // New Engl. J. Med. — 1982. — Vol. 307. — P. 1101—1106.
19. Xie J., Weil M., Sun S. et al. // Circulation. — 1997. — Vol. 96. — P. 683—688.
20. Yabe S., Smith W., Daubert J. et al. // Circulat. Res. — 1990. — Vol. 66. — P. 1190—1203.

Поступила 20.06.98

## **ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕАНИМАТОЛОГИИ**

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 1999

УДК 615.38:615.849.19.03:616.1-008.1-02:617-001.36-02:616-005.1

**В. Л. Кожура, А. К. Кирсанова, И. С. Новодержкина, Т. Л. Березина**

### **НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ЛАЗЕРНОЕ ОБЛУЧЕНИЕ КРОВИ КАК СПОСОБ ПРОФИЛАКТИКИ ДЕКОМПЕНСАЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ ГЕМОРРАГИЧЕСКОМ ШОКЕ**

*Научно-исследовательский институт общей реаниматологии РАМН, Москва*

#### **LOW-ENERGY LASER EXPOSURE OF THE BLOOD: A METHOD FOR PREVENTING CIRCULATION DECOMPENSATION IN HEMORRHAGIC SHOCK**

V. L. Kozhura, A. K. Kirsanova, I. S. Novoderzhkina, T. L. Berezina

*Effect of low-intensity laser exposure of the blood on the central hemodynamics, oxygen transporting function of the blood, oxygen balance of the organism, and surface configuration of erythrocyte membranes was studied in dogs exposed to 2-h arterial hypotension (arterial pressure 40 mm Hg). Blood exposure was started from the tenth min of hypotension and went on for 45 min (group 2) or 120 min (group 3); group 1 was control. The best results were attained after 45-min laser exposure. A longer exposure creates prerequisites for complications, such as dysadaptation of the vascular tone and delayed decrease of hemoglobin concentration.*

Профилактика декомпенсации функций сердечно-сосудистой системы при массивной кровопотере и геморрагическом шоке имеет существенное значение для поддержания жизнедеятельности организма и последующей успешной реанимации. В этой связи использование методов, в основе которых лежит лазерная технология, направленная на мобилизацию механизмов компенсации организма, представляется особенно перспективным.

Ранее было показано, что внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) улучшает сократимость миокарда [8, 14] и оптимизирует кислородный баланс организма [12]. Известно также его антистрессорное, анальгетическое и антигипоксическое действие при различных экстремальных состояниях [1].

Целью нашего исследования было изучение влияния низкоэнергетического лазерного облучения крови различной продолжительности на механизмы компенсации функциональных систем организма, обеспечивающих доставку кислорода тканям при геморрагическом шоке и в постреанимационном периоде, и на выживаемость животных.

**Материал и методы.** Опыты проведены на 26 беспородных наркотизированных (поверхностный нембуталовый наркоз — 10 мг/кг) с премедикацией промедолом (4—8 мг/кг) собак обоих полов массой от 10 до 26 кг.

За 10 мин до начала кровопотери животным внутривенно вводили гепарин (500 ЕД/кг).

Моделью геморрагического шока была артериальная гипотензия, при которой среднее АД поддерживали на уровне 40—45 мм рт. ст. в течение 2 ч.

В опытных группах в правую яремную вену вводили световод гелий-неонового лазера, мощность излучения которого на конце световода составила 1 мВт (аппарат АЛОК-1, длина волны 633 нм).

ВЛОК начинали на 5—8-й минуте кровопотери по достижении АД 40 мм рт. ст. и продолжали в течение 45 мин у животных 2-й группы (7 опытов) и в течение 120 мин у животных 3-й группы (7 опытов). В контрольной (1-й группа, 12 опытов) ВЛОК не применяли.

Инфузионно-трансфузионная терапия у животных всех трех групп была одинаковой и включала переливание собственной крови, введение кристаллоидов и коллоидов с микродозами гепарина. ИВЛ во всех сериях не проводили.

Для оценки параметров гемодинамики измеряли сердечный выброс методом термодилуции, легочный регионарный кровоток по методу Мажбича [17]. Кривые давления регистрировали на полиграфе фирмы "San-Ei" (Япония). Кислотно-основное состояние (КОС) артериальной и смешанной венозной крови исследовали на газовом анализаторе BSM-3 (фирма "Radiometer"), насыщение крови кислородом — на оксиметре OsM-1 (фирма "Radiometer"), концентрацию гемоглобина определяли на гемоглобинометре ГФ-3. На основании полученных данных рассчитывали производные показатели кислородного баланса в организме по общепринятым формулам: содержание кислорода в артериальной и смешанной венозной крови, транспорт ( $TO_2$ ), потребление ( $PO_2$ ) и коэффициент экстракции кислорода ( $КЭО_2$ ), артериовенозную разность по содержанию кислорода в артериальной и смешанной венозной крови ( $a-vO_2$ ). Поверхностную конфигурацию мембран эритроцитов исследовали в 3-мерном изображении с помощью метода сканирующей электронной микроскопии. Статистическую обработку материала осуществляли по методу Стьюдента.