

Г. Г. Амосов, В. Е. Толпекин, Э. К. Гасанов, Д. И. Фомичев

ВОЗМОЖНОСТИ ДЕФИБРИЛЛЯЦИИ СЕРДЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ВНУТРИСОСУДИСТЫХ ЭЛЕКТРОДОВНИИ трансплантологии и искусственных органов (дир. — член-корр. АМН СССР
В. И. Шумаков) Минздрава СССР, Москва

Смерть от ИБС в 70 % случаев наступает внезапно и связана в основном с фибрилляцией желудочков сердца (ФЖС) [4]. Электрическая дефибрилляция сердца (ДФС) при возникновении фибрилляции — практически единственное средство оживления при внезапной смерти.

При обсуждении эффективности ДФС рассматриваются вопросы о «пороговой энергии дефибрилляции», повреждающем влиянии электрического импульса (ЭИ) на органы и ткани грудной клетки, влиянии формы и длительности ЭИ на эффективность воздействия, длительности «обратимой фибрилляции» [2, 3, 8, 9]. Снижение энергии воздействия при сохранении дефибрилирующего действия уменьшает повреждающее влияние на ткани. Применение автоматических систем для ДФС с внутрисосудистым расположением одного электрода и эпикардальным — другого показало, что для достижения ДФС достаточно энергии 25—30 Дж [6, 7].

В настоящей работе изучали возможность ДФС при внутрисосудистом расположении электродов. Оценочным критерием служило пороговое значение энергии эффективной дефибрил-

ляции. По этому критерию оценивали: эффективность ДФС при различных положениях электродов; оптимальное время «обратимой фибрилляции»; возможности вспомогательного кровообращения (ВК) для увеличения времени «обратимой фибрилляции».

Материал и методы

Эксперименты проведены на 12 беспородных собаках массой 12—15 кг и 5 телятах массой 85—90 кг. В верхнюю полую вену (ВПВ) и нисходящий отдел грудной аорты вводили электроды от дефибрилятора. Подшивались два электрода к миокарду желудочков на расстоянии 2,5—3 см для провоцирования ФЖС с помощью постоянного тока [1]. Для ВК использовали искусственный желудочек сердца, подключенный по схеме левое предсердие — аорта. По окончании манипуляций грудную клетку послойно ушивали и на выбритую кожу накладывали электрод-пояс. В экспериментах на телятах ДФС производили через 30 мин ВК на фибриллирующем сердце. Последующее изучение фибрилляции и ДФС осуществляли у одних тех же собак по стабилизации гемодинамики после очередной ДФС.

Определяли величину «пороговой дефибрилляции» через 30 с ФЖС: а) при использовании одного электрода в ВПВ, другого — в нисходящем отделе грудной аорты; б) при использовании электрода в ВПВ и нагрудного электрода-пояса. В 3 экспериментах для сравнения «пороговой энергии дефибрилляции» произве-

Гемодинамические показатели при ФЖС и восстановлении синусового ритма сердца ($M \pm m$)

Показатель	Исходные данные	ФЖС в течение 1 мин	Восстановление синусового ритма	Через 3 мин	Через 15 мин	ФЖС в течение 3 мин	Восстановление синусового ритма	Через 3 мин	Через 15 мин	ФЖС в течение 5 мин	ФЖС в течение 15 мин
ЧСС в минуту	80±4	—	84±10	80±6	82±5	—	95±12	81±7	70±6	—	—
ЦВД, мм рт. ст.	11±3	29±3	26±2	21±3	15±4	32±3	28±3	22±3	12±2	30±3	25±2
ЛПД, мм рт. ст.	12±2	25±3	20±4	20±2	24±2	40±3	37±3	35±2	35±2	45±2	42±2
КСДЛЖ, мм рт. ст.	105±8	—	160±7	170±6	95±5	—	110±8	225±6	110±8	—	—
КДДЛЖ, мм рт. ст.	12±2	25±3	18±3	20±2	24±4	—	200±12*	—	—	—	—
АД, мм рт. ст.:											
систолическое	105±7	—	160±8	160±7	85±5	—	110±10	35±3	35±2	42±2	41±2
диастолическое	70±6	12±2	70±6	80±5	40±5	15±6	63±5	215±6	95±5	—	—
							105±6*	110±4	50±4	21±3	22±2

* Показатели при альтерации сердечных сокращений.

дено трансторакальное воздействие с использованием стандартных накожных электродов к дефибрилятору.

Оценивали время «обратимой фибрилляции», для чего ДФС производили через 1, 3, 5 мин фибрилляции. При неэффективной дефибриляции ЭИ повторяли с большими энергиями: 15, 25, 50 Дж. При отсутствии эффекта эксперименты продолжали еще 15 мин для изучения гемодинамики во время фибрилляции сердца.

Регистрировали ЭКГ, центральное венозное давление (ЦВД), конечное диастолическое давление в левом желудочке (КДДЛЖ), левопредсердное (ЛПД) и аортальное давление (АД) на полиграфе «Салют».

Результаты исследования

Фибрилляция сопровождалась снижением давления в аорте до 12 мм рт. ст. и повышением ЦВД до 32 мм рт. ст. 15-минутная ФЖС приводила к постепенному увеличению АД до 22 мм рт. ст. и снижению ЦВД до 25 мм рт. ст. После 3-минутной фибрилляции восстановление сердечной деятельности сопровождалось повышением АД до 215 мм рт. ст. с альтерацией сокращений и наличием экстрасистол до 12—15 в минуту, которые в первые 3—5 мин после ДФС исчезали. ЛПД повышалось до 45 мм рт. ст., КДДЛЖ — до 42 мм рт. ст. В последующие 15 мин величины систолического давления снижались до сопоставимых с исходными, но КДДЛЖ оставалось равным 41 мм рт. ст., ЛПД — 42 мм рт. ст. (см. таблицу).

При проведении ДФС с расположением одного электрода в ВПВ, другого — в виде грудного электрода-пояса сердечная деятельность восстанавливалась после однократного воздействия энергией 10—15 Дж. Расположение электродов в ВПВ и нисходящем отделе грудной аорты при такой же энергии воздействия вызывало лишь выраженную мышечную реакцию. Но восстановить сердечную деятельность удавалось только при максимальных воздействиях, когда «пороговая энергия дефибриляции» достигала 400 Дж. «Пороговая энергия дефибриляции» при трансторакальном воздействии (контрольные воздействия ЭИ) была равна 100—150 Дж.

Оценка времени «обратимой фибрилляции» и «пороговой энергии дефибриляции» при восстановлении сердечной деятельности через 1, 3 и 5 мин, проведенная с использованием внутрисосудистого электрода и электрода-пояса,

показала, что: а) «пороговая энергия дефибриляции» через 1 мин была равна 15—20 Дж при использовании одного воздействия ЭИ; б) через 3 мин фибрилляции понадобились один—три воздействия ЭИ от 15 до 50 Дж. В 3 экспериментах ДФС достигалась однократным воздействием энергией 15 Дж, в 2 экспериментах после повторения ЭИ (25 Дж), в 4 — после третьего ЭИ (50 Дж). В 3 экспериментах восстановить сердечную деятельность не удалось. Следует отметить, что время «обратимой фибрилляции» при повторных воздействиях ЭИ было больше 3 мин, так как требовалось некоторое время для набора аппаратом необходимой энергии; в) через 5 мин фибрилляции восстановить сердечную деятельность не удалось. При ВК через 30 мин фибрилляции восстановление было достигнуто в 3 из 5 экспериментов при энергии 75—100 Дж.

Поэтапное определение «пороговой энергии дефибриляции» после восстановления гемодинамических показателей увеличивает повреждающее влияние воздействия ЭИ на миокард. В одном эксперименте с нанесением 20 импульсов энергией, возраставшей от 15 до 400 Дж, проведено гистологическое исследование стенки ВПВ в месте нахождения электрода и стенки правого предсердия. В области расположения электрода в ВПВ имелся эритроцитарно-лейкоцитарный тромб, плотно связанный с интимой. Повреждения миокарда предсердий не было.

Обсуждение

Процесс фибрилляции сердца до определенного времени обратим. Электрическая ДФС должна оказывать минимальное повреждение на органы и ткани, что достижимо при меньших энергиях воздействия. При расположении обоих электродов внутри сосудов имеет место обходное распространение силовых линий электрического поля, не оказывающее влияния на миокард. При расположении одного электрода вне сосуда «пороговая энергия дефибриляции» резко снижалась — она была равна 15—20 Дж. Мы располагали второй электрод в виде грудного пояса над областью сердца. При значительной площади электрода-пояса межэлектродное сопротивление снижалось.

Промежуток «обратимой фибрилляции» в наших экспериментах был равен в среднем 3 мин и соответствовал крупноволновой форме фибрилляции на ЭКГ. Выявлено увеличение «пороговой энергии дефибрилляции» с увеличением продолжительности ФЖС. ВК даже в режиме одножелудочкового обхода оказывается вполне эффективным и значительно увеличивает время «обратимой фибрилляции». Фибрилляция сердца в течение 5 мин без вспомогательных мероприятий не позволила провести эффективную ДФС. Мы наблюдали, что положительная реакция на ДФС зависит от исходного состояния миокарда: уже через 3—4 мин фибрилляции на ЭКГ отмечалось снижение амплитуды, исчезновение веретенообразности осцилляций. Важную роль, по нашему мнению, здесь играют развивающаяся при фибрилляции гиперкатехоламинемия [5], а также изменение электролитного баланса.

При острой остановке кровообращения вследствие ФЖС происходило перераспределение крови в системе артериальных и венозных сосудов. Восстановление сердечной деятельности сопровождалось усилением сердечных сокращений — конечное систолическое давление в левом желудочке (КСДЛЖ) и АД повышались почти в 2 раза. Наблюдались признаки сердечной недостаточности по гемодинамическим показателям — повышение ЛПД и КДДЛЖ. Учитывая довольно быст-

рое (через 15 мин) снижение систолического давления до исходных величин, можно считать его следствием гиперкатехоламинемии. Наше предположение согласуется с данными В. С. Паукова и соавт. [5], обнаруживших увеличение выделения адреналина и норадреналина в первые секунды фибрилляции.

Н. Л. Гурвич и соавт. [2] оценивали повреждающее влияние на миокард дефибриллирующих импульсов по количеству экстрасистол, появляющихся в ответ на воздействие. В наших экспериментах экстрасистолы, появлявшиеся после ДФС, быстро исчезали, при этом сердечная деятельность восстанавливалась. По нашим представлениям, они в большей степени зависят от длительности фибрилляции и являются результатом ишемических изменений.

Внутрисосудистое расположение одного электрода от дефибриллятора и внесосудистое — другого представляется собой оптимальный вариант воздействия на миокард при минимальных величинах «пороговой энергии дефибрилляции». Для снижения повреждающего влияния необходимо ограничивать энергию воздействия при внутрисосудистом расположении электрода, это возможно сделать с учетом времени «обратимой фибрилляции», поскольку «пороговая энергия дефибрилляции» через 0,5—1 мин ФЖС равна лишь 15—20 Дж.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амосов Г. Г., Гасанов Э. К., Золицев Г. Е. // Трансплантация и искусственные органы. — М., 1984. — С. 89—92.
2. Гурвич Н. Л., Табак М. С., Богумевич М. С. // Вестн. АМН СССР. — 1974. — № 10. — С. 17—22.
3. Гурвич Н. Л. Основные принципы дефибрилляции сердца. — М., 1975.
4. Мазур Н. А. // Кардиология — 1985. — Т. 25, № 4. — С. 5—11.
5. Пауков В. С., Фролов В. А. Элементы теории патологии сердца. — М., 1982.
6. Mirowski M., Mower M. M., Bahagavan B. S. et al. // Management of Ventricular Tachikardia — Role of Mexiletine. — Copenhagen, 1978. — P. 655—656.
7. Mirowski M., Reid P. R., Mower M. M., Watkins L. et al. // Pace. — 1984. — Vol. 7. — P. 534—540.
8. Schuder J. C., Stoockle H., Gold J. H. et al. // Amer. Soc. Artif. Organs. — 1970. — Vol. 16. — P. 207—212.
9. Schuder J. C., Gold J. H., Stoockle H. et al. // Trans. Biomed. Eng. — 1983. — Vol. 30. — P. 415—422.

Поступила 04.03.86

POSSIBILITIES OF HEART DEFIBRILLATION USING INTRAVASCULAR ELECTRODES

G. G. Amosov, V. E. Tolpekin, E. K. Gasanov, D. I. Fomichev

Summary. The efficiency of electric defibrillation of the heart was assessed in 17 experiments where the position of action electrodes varied. It is suggested that intravascular

application of one electrode plus extravascular application of the other gives the optimum effect. The duration of unassisted reversible fibrillation averaged 3 minutes.