

Г. Ш. ВАСАДЗЕ, С. М. ЧИЛАЯ, В. А. ДОЛИДЗЕ, Р. И. КОЛЕЛИШВИЛИ,
 И. Н. ЛАНДАУ

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДНОГО СПОСОБА ПРИЖИЗНЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ИОННОГО И ГАЗОВОГО СОСТАВА МИОКАРДА

Для прижизненного исследования ионного и газового состава различных органов и тканей в последнее время все больше используются селективные электроды [1—3, 5, 6].

В настоящей работе рассматриваются методы прижизненного исследования ионного и газового состава миокарда: активность ионов водорода (рН), натрия (рNa), окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) и напряжения кислорода (рO₂) на поверхности сердца, некоторые характеристики электродных систем и регистрирующей аппаратуры, а также способы, позволяющие максимально элиминировать влияние температуры на показания электродов.

Использовались миниатюрные ион-и газоселективные электроды, разработанные и изготовленные в СКБ АП и НИИЭКХ (Тбилиси).

Чувствительность рН- и рNa-электродов составляла 58,1 мв на 1 рН (рNa), при температуре 20°; чувствительность ОВП-электрода такая же при десятикратном изменении соотношения окисленной и восстановленной формы реагентов, обуславливающих потенциал на платине. Инерционность электродов составляла 1—3 мин. и не искажала достоверности измеряемых величин, поскольку измеряемые параметры органа изменялись гораздо медленнее.

Калибровка электродов для измерения рН и рNa производилась по стандартным буферным растворам с определенными значениями рН и рNa (6,86 и 9,18 рН; 1,1 и 1,5 рNa) при комнатной температуре. При имплантации электродов в миокард возникал температурный градиент, увеличивающий погрешность измерения, что усугублялось и тем, что в экспериментальной и клинической практике весьма часто ионометрические исследования проводятся при постоянном изменении температуры исследуемого объекта (гипотермия при искусственном кровообращении, консервация сердца и т. д.). Погрешность измерения в таких случаях при работе с обычными электродами составляет примерно 1 рН при снижении температуры на 10°.

С целью устранения влияния температурного градиента на показания рН-электродов, индикаторная мембрана электродов была изготовлена в виде сферы диаметром 4—5 мм из электродного стекла № 20, отличающегося низким омическим сопротивлением.

Обладая хорошей механической прочностью, мембрана имела при 0° максимальное сопротивление порядка 5·10⁸ ом, что вполне допустимо для современных рН-метров.

Максимальное элиминирование влияния температуры на ЭДС электродной системы было достигнуто за счет расположения изопотенциальной точки в середине измеряемого диапазона рН (в изопотенциальной точке пересекаются все прямые зависимости ЭДС от изменения рН, получаемые при различных температурах). Оптимальное значение рН изопотенциальной точки составляло 7 рН при интервале рабочего диапазона 6—8 рН, подобранного экспериментальным путем. Электродная система со значением 7 рН в изопотенциальной точке была получена путем подбора специального внутреннего полуэлемента стеклянного электрода [4]. При использовании таких

электродов максимально возможная температурная погрешность измерения в крайних значениях измеряемых температур (0—40°) составила $\pm 0,08$ pH.

Аналогично измерению pH, контроль значений pNa проводился с помощью стеклянного хлор-серебряного электрода, имеющего изопотенциальную точку 1,3 pNa. Так как значения pNa, установленные экспериментально, не выходили за рамки диапазона 0,7—1,6, максимально возможная погрешность измерения при 0° составила $\pm 0,06$ pNa.

Измерение ОВП проводилось с помощью платинового электрода, впаянного в стеклянную трубку, имплантируемая часть которой была выполнена в виде сферы диаметром 2—3 мм.

В качестве электрода сравнения использовался общий для pH, pNa и ОВП хлор-серебряный электрод выносного типа со стеклянным электролитическим ключом, заполненным насыщенным раствором KCl. Имплантируемая в миокард сферическая рабочая поверхность ключа была заполнена агар-агаром, предотвращающим вытекание жидкости. Для сведения к минимуму ошибок измерения ионометрических параметров вспомогательный и индикаторные электроды имплантировались в миокард на максимально близком расстоянии друг от друга.

Значения pH, pNa и ОВП регистрировались отечественными pH-метрами ЛПУ-01, шкала которых была приспособлена для этих измерений.

PO_2 на поверхности сердца измерялось индикаторным платиновым электродом закрытого типа с газопроницаемой мембраной из силиконового каучука. Диаметр рабо-

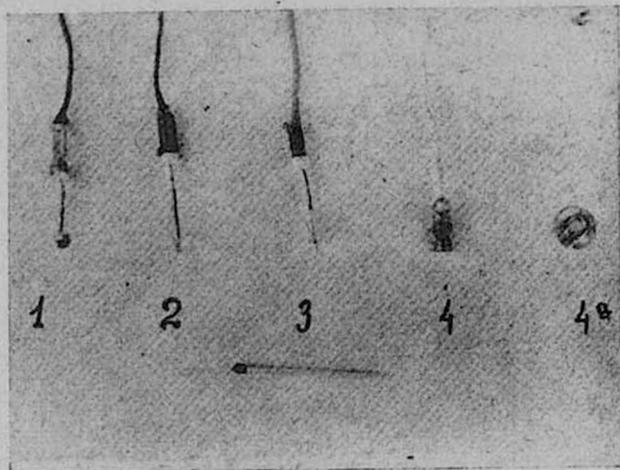


Рис. 1. Электроды для прижизненного исследования ионного и газового состава миокарда (1—pH-электрод, 2—pNa-электрод, 3—ОВП-электрод, 4— pO_2 -электрод, 4a—фиксирующая фишка для pO_2 -электрода).

чей части электрода составлял 2 мм, общий вес 2 г, чувствительность— $2,0 \cdot 10^{-9}$ /мм рт. ст. O_2 . Температурный градиент в интервале температур от 0 до 40° составлял 1,5% градуса при сохранении линейности. Уровень сигнала устанавливался с учетом связи pO_2 воздуха и градуировочного раствора.

Измерение ионометрических показателей производилось в 37 экспериментах на беспородных собаках-самцах. Вводный наркоз осуществлялся тиопенталом натрия, основной—эфирно-кислородной смесью. Релаксация поддерживалась введением листенона. Гепарин вводился из расчета 3 мг/кг веса. После срединной стернотомии вскрывался перикард и в области верхушки левого желудочка накладывались 4 эпикардиальных кисетных шва. В центре каждого шва надсекался эпикард, тупо раздвигался миокард и в образовавшиеся лунки вводились рабочие сферические поверхности электродов

pH, pNa, ОВП и электрода сравнения, фиксируемые кисетными швами; pO_2 -электрод ввинчивался в алюминиевую фишку, которая с помощью лигатур крепилась к эпикарду передней поверхности левого желудочка.

Если показания pH, pNa и ОВП можно было регистрировать сразу же после имплантации электродов в миокард, то для регистрации напряжения кислорода важно было не оказывать значительного давления электродом на поверхность сердца, так как это приводило к ухудшению кровоснабжения в области контакта и искажало показания датчика. Для того, чтобы датчик чувствовал изменения напряжения кислорода, электрод медленно ввинчивали в алюминиевую фишку. Правильность закрепления электрода проверялась по показаниям полярографа ЛП-61. Если вскоре после резкого скачка показаний электрода в момент соприкосновения мембраны с тканью сердца уровень показаний стабилизировался, электрод был установлен правильно. Продолжающееся снижение показаний свидетельствовало о неправильной фиксации электрода.

Проведенная температурная стабилизация электродов, тщательная калибровка по стандартным буферным растворам и высокая воспроизводимость показателей позволили получить абсолютные значения измеряемых величин. Результаты измерений значений pH, pNa, ОВП и pO_2 , принимаемых за норму, представлены в табл. 1.

Таблица 1

pH	pNa	ОВП	pO_2
$M=7,33$	$M=1,41$		$M=21,11$
$m=\pm 0,018$	$m=\pm 0,015$	$+80 - 40$	$m=\pm 1,37$
$\sigma=0,06$	$\sigma=0,17$		$\sigma=4,1$

Полученные результаты позволяют не только достоверно судить о сдвигах в ионном и газовом балансе миокарда при различных патологических процессах, при проведении искусственного кровообращения, консервации органов и т. д., но и выявить наиболее информативные ионометрические показатели, определяющие тяжесть патологического процесса, адекватность проводимой перфузии или жизнеспособность консервируемого органа.

Ин-т эксперимент. и клинич. хирургии
МЗ ГССР.

Самостоятельное конструкторское бюро
аналитического приборостроения,
г. Тбилиси

Поступило 5/III 1972 г.

Գ. Շ. ՎԱՍԱԶԵ, Ս. Մ. ԶԻԱՅԱ, Վ. Ս. ԴՈՒԶԵ, Բ. Ի. ԿՈՆԵՐՇՎԻԼԻ, Ի. Ն. ԼԱՆԿԱՆԻ

ԷԼԵԿՏՐՈԴԱՅԻՆ ՄԻՋՈՑԱՌՄԱՆ ԿԻՐԱՌՄԱՆ ԱՌԱՆՁԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՄԱՍԻՆ ՕՐԳԱՆԻԶՄԻ ԿՆԵՂԱՆՈՒԹՅԱՆ ՕՐՈՔ ՍՐՏԱՄԿԱՆԻ ԻՈՆԱՅԻՆ ԵՎ
ԳԱԶԱՅԻՆ ԲԱՂԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ փ ն փ ու մ

Օրգանիզմի կենդանության օրոք սրտի մետաբոլիզմի հետազոտման համար օգտագործվել են սելեկտիվ նորր էլեկտրոդներ, որոնք տեղադրվում էին սրտամկանում:

G. Sh. VASADZE, S. M. CHILAYA, V. A. DOLIDZE, R. J. KOLELISHVILI,
R. H. LANDAU

ON PECULIARITIES OF ELECTRODE METHOD APPLICATION
FOR INTRAVITAL ANALYSIS OF IONIC AND GAS CONSTITUTION
OF MYOCARD

S u m m a r y

With the aim of intravital studies of heart metabolism the selective fine electrodes were used to define pH, pNa, V and PO₂ being implanted in myocard. The absolute significance of measured quantities was obtained.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дolidze И. Г. Вестник АН ГССР, 1971, 3, 737.
2. Онищенко с соавт. Биофизика, 1967, 3, 470.
3. Хуцишвили А. И. с соавт. Доклады Первой Республиканской научно-технической конференции по метрологии. Тбилиси, 1970.
4. Райскина М. Е. с соавт. В кн.: Методы прижизненного исследования метаболизма сердца. М., 1970.
5. Hagle S. et. al. Klin. Wschr. 41:1020, 1963.
6. Moyer J. et. al. Arch Neurol., 7:560, 1962.