

ОСОБЕННОСТИ ПОВТОРНОЙ ЗАПИСИ ЧРЕСПИЩЕВОДНОЙ ЭЛЕКТРОГРАММЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЧРЕСПИЩЕВОДНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ СЕРДЦА

*Московская медицинская Академия им. И.М. Сеченова, **Московский инженерно-физический институт

Исследовано время появления записи чреспищеводной электрограммы после окончания стимулирующих импульсов в ходе электрофизиологического исследования для электродов ПЭ-2 и ПЭДСП-2, показано, что различия обусловлены скоростью деполяризации контактов электродов.

Ключевые слова: чреспищеводная электростимуляция сердца, чреспищеводная электрограмма, пищеводный электрод, деполяризация контактов, перегрузка электрокардиографа.

The time of appearance of the transesophageal electrogram recording after cessation of pacing impulses during the electrophysiological study was studied for the electrodes PE-2 and PEDSP-2; it was shown that the differences were due to different velocities of electrode depolarization.

Key words: transesophageal cardiac pacing, transesophageal electrogram, esophageal electrode, depolarization of contacts, overload of electrocardiograph.

При проведении диагностической чреспищеводной электростимуляции сердца (ЧПЭС) нередко возникает необходимость в повторной записи чреспищеводной электрограммы (ЧП ЭГ) с целью коррекции положения пищеводного электрода (высокий порог стимуляции, смещение электрода) [4] или оценки результата стимуляции [3]. Однако даже при кратковременной, в течение нескольких секунд стимуляции контакты пищеводного электрода сильно поляризуются. Поэтому при повторной записи ЧП ЭГ с этих же контактов напряжение вызывает перегрузку канала кардиографа (или монитора), длительность которой зависит от модели пищеводного электрода. Повторная запись ЧП ЭГ с контакта электрода МИФИ затруднений не вызывала [4]. При использовании самого распространенного в России электрода ПЭДСП-2 повторная запись ЧП ЭГ оказывалась возможной лишь через несколько минут после окончания стимулирующих импульсов [3]. Столь длительное ожидание ставит под сомнение целесообразность самой попытки повторной записи.

Цель исследования - определить амплитудные и временные параметры напряжения деполяризации контактов пищеводных электродов, влияющих на длительность перегрузки кардиографа при повторной записи ЧП ЭГ.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование осуществляли в процессе рутинной диагностической ЧПЭС с минимальным изменением протокола стимуляции. Именно, после локализации пищеводного электрода по форме монополярной ЧП ЭГ (с проксимального контакта электрода) определяли порог стимуляции. Независимо от измеренного значения порога пищеводный электрод отключали от стимулятора и проксимальный штекер электрода соединяли с электродом С1 кардиографа. Время переключения $T_{пер.}$ измеряли по секундомеру. Лентопротяжный механизм кардиографа включали сразу после переключения электродов. Запись осуществляли непрерывно на скорости $V=25$ мм/с до появления на ленте не менее трех кардиоциклов ЧП ЭГ подряд. Длительность этого интервала ожидания рассчитывали по длине записи. Если интервал ожидания

превышал 90 с, запись прерывали и начинали выполнять диагностическую ЧПЭС. Значение 90 с является, разумеется, условным и выбрано с запасом, исходя из того, что даже минутное ожидание уже утомительно и для пациента и для врача.

Все исследования выполнены одним врачом по единой методике установки пищеводного электрода [4]. Диагностическую ЧПЭС осуществляли стимулятором ЭЗОТЕСТ («ДМС Передовые технологии», Россия). Сравнивали двухполюсный электрод ПЭДСП-2 (СКБ МЭТ, Украина) и двухполюсный электрод ПЭ-2 («ДМС Передовые технологии», Россия), у которого конструкция и материал контактов идентичны электроду МИФИ [2]. Для записи использовали кардиограф CARDIOVIT AT-10 (Schiller, Швейцария).

РЕЗУЛЬТАТЫ

С электродом ПЭ-2 выполнено 10 измерений. На рис. 1 представлен фрагмент записи ЭКГ и ЧП ЭГ, поясняющий измеряемые временные параметры. Два кардиоцикла в начале записи с артефактами стимулирующих импульсов в отведении aVF отмечают конец пробной стимуляции для определения порога стимуляции. Калибровочные импульсы фиксируют остановку записи на время переключения $T_{пер.}$ пищеводного электрода от стимулятора к кардиографу; значение $T_{пер.}$ указано на врезке. На следующей части фрагмента через символ разрыва || показано появление хотя бы одного комплекса ЧП ЭГ, по которому опытный врач может уверенно оценить произошло или нет смещение проксимального контакта электрода. Время первого появления хотя бы одного комплекса ЧП ЭГ обозначено через T_1 , отсчитано от калибровочного импульса и указано на врезке. На последней части фрагмента через символ разрыва || показано появление не менее трех кардиоциклов ЧП ЭГ подряд, по которым опытный врач может уверенно оценить результаты воздействия на сердце того или иного диагностического теста. Время первого появления не менее трех кардиоциклов подряд обозначено через T_3 , отсчитано от калибровочного импульса и указано на врезке. Причины появления на записи в отведении V1 нулевой

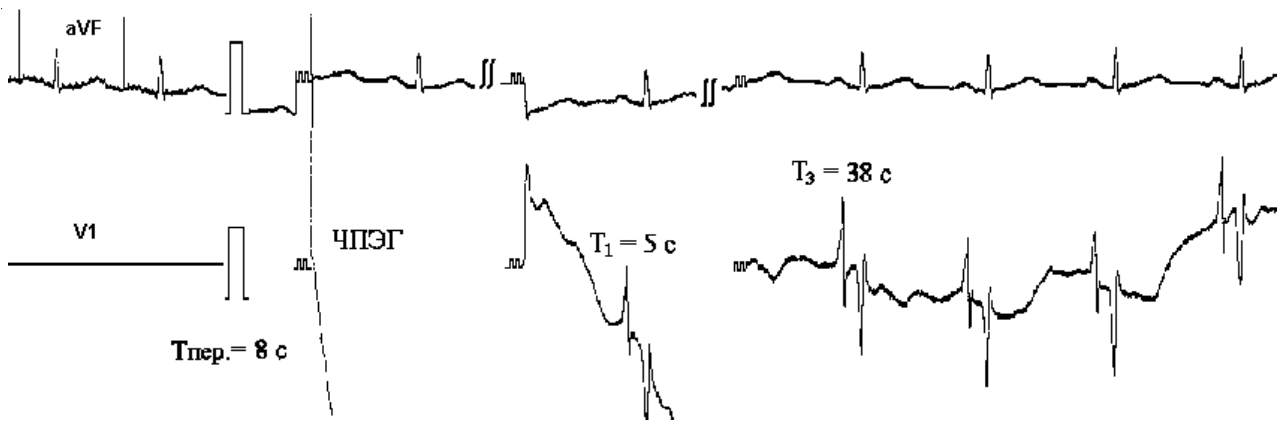


Рис. 1. Процесс появления сигналов с контакта пищеводного электрода при повторной записи ЧП ЭГ. Пояснения в тексте.

изолинии до калибровочного импульса и периодического обрыва записи ЧП ЭГ после калибровочного импульса объясняются ниже. Задержки дыхания для исключения дыхательной модуляции ЧП ЭГ при этих измерениях от пациентов не требовали.

Результаты 10-ти измерений представлены в табл. 1. По смыслу измерений и их числу необходимость в методах описательной статистики в данном случае отсутствует. Поэтому в табл. 1 указаны лишь средние значения и диапазон измеренных параметров.

Таблица 1.

Порог стимуляции U_n и временные параметры деполяризации электрода ПЭ-2.

Значение параметра	U_n , В	$T_{пер}$, с	T_1 , с	T_3 , с
Среднее	17	10	5	24
Наименьшее	12	7	0	0
Наибольшее	24	12	14	38

Примечание: корреляция между порогом U_n и интервалами T_1 , T_3 не просматривается.

С электродами ПЭДСП-2 выполнено всего три измерения, т.к. ни у одного из пациентов в течение времени ожидания 90 с не появился хотя бы один кардиокомплекс ЧП ЭГ, а ровная изолиния в отведении V1 свидетельствовала о постоянной перегрузке соответствующего канала кардиографа.

Для выяснения причин столь значительного различия временных характеристик электродов ПЭ-2 и ПЭДСП-2 при повторной записи ЧП ЭГ выполнено физическое моделирование процессов деполяризации электродов. Для моделирования использовали ванну 13х13х3 см с разведенным в воде (200 мл.) раствором натрия хлорида изотонического 0,9% (15 мл). Степень разведения подбирали экспериментально по импульсному межэлектродному сопротивлению 1 кОм, равного усредненному значению этого сопротивления у пациентов [1]. Исследуемые контакты электродов погружали в ванну на расстоянии 4 см. Монополярный способ съема сигнала V-отведением по Вильсону имитировали с помощью индифферентного электрода, который размещали на расстоянии 8 см от отрицательного контакта. На контакты электродов подавали импульсы от стимулятора ЭЗОТЕСТ длительностью 10 мс и частотой следования 100 имп/мин. Амплитуду

импульсов устанавливали так, чтобы импульсы тока через контакты составляли 10 мА. Осциллографом С1-68 измеряли напряжение деполяризации электродов U_d после окончания стимулирующих импульсов (рис. 2). Усредненные по пяти измерениям результаты показаны на диаграммах рис. 3.

ОБСУЖДЕНИЕ

Как видно из диаграмм, контакты электродов весьма существенно различаются по скорости изменения напряжения деполяризации U_d , и эти различия объясняют особенности записи повторных ЧП ЭГ. Дело в том, что когда на кардиографическом электроде С1 (или между двумя любыми электродами) возникает постоянное напряжение, которое превышает допустимое значение $U_{доп.}$, соответствующий канал кардиографа блокируется,

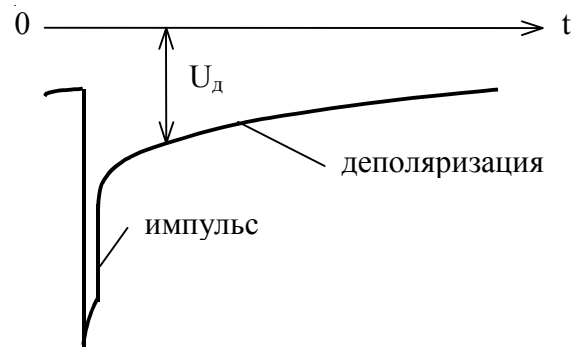


Рис. 2. Форма напряжения деполяризации U_d на отрицательном контакте электрода относительно индифферентного.

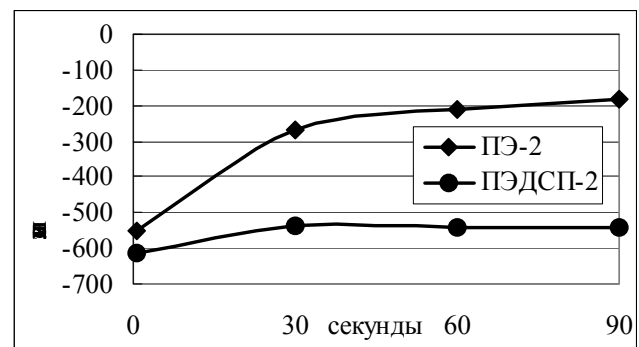


Рис. 3. Изменение напряжения деполяризации U_d на отрицательных контактах электродов после окончания стимулирующих импульсов.

а в отведении V1 записывается изолиния. Для большинства моделей кардиографов, в том числе и для CARDIOVIT AT-10, значение $U_{доп.} = \pm 300$ мВ. Поэтому, пока по абсолютному значению $SU_{д} > U_{доп.}$ оба электрода вызывают блокировку канала кардиографа. Но, как видно из диаграмм на рис. 3, при моделировании у электрода ПЭ-2 напряжение $U_{д}$ уменьшается до уровня $U_{доп.}$ примерно через 20 с после окончания стимулирующих импульсов, тогда как у электрода ПЭДСП-2 напряжение $U_{д}$ превышает $U_{доп.}$ в течение всего интервала ожидания 90 с.

Диаграммы на рис. 3 объясняют еще одну особенность записей ЧП ЭГ на рис. 1. Когда на проксимальном контакте электрода ПЭ-2 напряжение деполяризации уже $SU_{д} < U_{доп.}$, но еще близко к $U_{доп.}$ диапазон воспроизведения сигнала на канале отведения V1 оказывается суженным. Поэтому дыхательная модуляция ЧП ЭГ в начале записи на рис. 1 вызывает обрывы в записи, которые по мере снижения напряжения поляризации $U_{д}$ (рис. 3) становятся все реже и, наконец, к моменту T_3 исчезают.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дубровский И.А., Сулимов В.А., Кузьменков Д.В. Пороговые напряжение, ток, межэлектродное сопротивление и дискомфорт при чреспищеводной стимуляции сердца // Кардиология. – 2001. – № 3. – С. 47-48.
2. Дубровский И.А., Федорин О.С. Поляризационная перегрузка кардиографа при ЧПЭС // Тезисы докладов «Кардиостим-2002». СПб., 2002. – С. 140.
3. Чирейкин Л.В., Шубик Ю.В., Медведев М.М., Татарский Б.А. Чреспищеводная электрокардиография и электрокардиостимуляция. – СПб.: ИНКАРТ, 1999. – 150 с.
4. Чреспищеводная электрическая стимуляция сердца в диагностике и лечении сердечно - сосудистых заболеваний / Под ред. В. А. Сулимова, В. И. Маколкина. – М.: Медицина, 2001. – 208 с.

ОСОБЕННОСТИ ПОВТОРНОЙ ЗАПИСИ ЧРЕСПИЩЕВОДНОЙ ЭЛЕКТРОГРАММЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ЧРЕСПИЩЕВОДНОЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ СЕРДЦА

В.А. Сулимов, К.А. Скиба, И.А. Дубровский

При проведении чреспищеводной (ЧП) электрокардиостимуляции (ЭКС) возникает поляризация электродов, препятствующая последующей регистрации ЧП ЭКГ. Для определения амплитудных и временных параметров напряжения поляризации контактов пищеводных электродов, влияющих на длительность перегрузки кардиографа проведено 10 измерений. Сравнивали двухполюсный электрод ПЭДСП-2 (СКБ МЭТ, Украина) и двухполюсный электрод ПЭ-2 («ДМС Передовые технологии», Россия).

Оценивали время появления хотя бы одного комплекса ЧП ЭКГ и появления не менее трех кардиоциклов ЧП ЭКГ подряд, по которым опытный врач может уверенно оценить результаты воздействия на сердце того или иного диагностического теста. Выполнено физическое моделирование процессов деполяризации электродов в растворе хлористого натрия. Показано, что время ожидания записи ЧП ЭКГ после окончания стимулирующих импульсов составляет 5 - 25 с для электрода ПЭ-2, превышает 90 с для электрода ПЭДСП-2 и объясняется различной скоростью деполяризации контактов электродов.

PECULIARITIES OF REPETITIVE RECORDING OF TRANSESOPHAGEAL ELECTROGRAM DURING DIAGNOSTICAL TRANSESOPHAGEAL CARDIAC PACING

V.A. Sulimov, K.A. Skiba, I.A. Dubrovskii

During the transesophageal pacing, the electrode polarization appears which interferes with a subsequent recording of transesophageal ECG. To determine the amplitude and temporal parameters of the esophageal electrode contact potential affecting the duration of the electrocardiograph overload, 10 measurements were performed. The bipolar electrode PEDSP-2 (СКБ МЭТ, Ukraine) and the bipolar electrode PE-2 ("DMS Peredovye tekhnologii", Russia) were compared.

Assessed was the time of appearance of at least one complex of transesophageal ECG and of no less than three successive transesophageal ECG complexes, basing on which, an experienced physician could assess with confidence the cardiac effect of one or another diagnostic test. The physical modelling of the electrode depolarization processes in a solution of sodium chloride was made. The waiting time of the transesophageal ECG recording after cessation of pacing impulses was shown to be 5-25 sec for the electrode PE-2 and more that 90 sec for the electrode PEDSP-2 that could be due to different velocities of repolarization of the electrode contacts.

В целом результаты моделирования вполне удовлетворительно соотносятся с суммой интервалов $T_{пер.} + T_1$ из табл. 1. А границы значений T_1 и T_3 , в частности случай $T_1 = T_3 = 0$ у одного пациента из табл. 1, объясняются, по-видимому, различиями кислотно-щелочного состава слизистой пищевода разных пациентов. Добавим, что применительно к диагностической ЧПЭС важным параметром кардиографа (или монитора) оказывается допустимое напряжение $U_{доп.}$. Поэтому при выборе кардиографа при прочих равных условиях предпочтительнее модели, у которых значение $U_{доп.} > 300$ мВ. К сожалению, в проспектах этот параметр указывается далеко не всегда, что следует учитывать при покупке кардиографа.

ВЫВОДЫ

Время ожидания повторной записи ЧП ЭГ после окончания стимулирующих импульсов составляет 5 - 25 с для электрода ПЭ-2, превышает 90 с для электрода ПЭДСП-2 и объясняется различной скоростью деполяризации контактов электродов.