

Д.А. Швец\*

ОГУЗ Орловская областная клиническая больница, отделение неотложной кардиологии № 1 (главный врач В.Ф. Мурадян)

УДК 612.17(045)

# ЧРЕСПИЩЕВОДНАЯ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИЯ В ОЦЕНКЕ ПРЕДСЕРДНО-УЗЛОВОГО ПРОВЕДЕНИЯ

## Резюме

Чреспищеводная электростимуляция (ЧПЭС) — метод неинвазивного электрофизиологического исследования сердца. Целью исследования является оценка возможности ЧПЭС в изучении предсердно-узлового проведения. Научная новизна — в неинвазивном анализе неоднородности рефрактерного периода предсердно-узлового соединения. Исследовано 249 пациентов. По характеру кривой предсердно-желудочкового (АВ) проведения пациенты распределены на 2 группы. 1-ю группу (109 чел.) составили пациенты с выявленной точкой перехода (ТП). 2-я группа включала 140 человек, у которых зависимость V1-V2 от A1-A2 приближалась к линейной — без ТП. Установлено, что различия в предсердно-узловом проведении определяются величиной эффективного рефрактерного периода атриовентрикулярного соединения (ЭРПАВс). При низком значении эффективного рефрактерного периода (ЭРП) предсердно-узловое проведение более физиологично, что сопровождается отсутствием прироста частоты сердечных сокращений (ЧСС) при дальнейшем увеличении частоты предсердной стимуляции. Данный вариант предсердно-узлового проведения сопровождается менее выгодными изменениями гемодинамики.

**Ключевые слова:** чреспищеводная электростимуляция, предсердно-узловое проведение, АВ-соединение, рефрактерный период.

## Abstract

Transesophageal electric stimulation (TES) is a method of non-invasive cardiac electrophysiology studies. The aim of the study is to evaluate the possibility of TES in the research into atrio-nodal conduction. The scientific innovation is in a non-invasive analysis of the heterogeneity of the refractory period of atrio-nodal connections. 249 patients were examined. By the nature of AV-conduction curve the patients were divided into 2 groups. The first group (109 persons) consisted of the patients with diagnosed transition point (TP). The second group included 140 people, whose V1-V2 dependence of A1-A2 was close to a line — without a TP. It was discovered that the differences in atrio-nodal conduction depend on the effective refractory period of atrioventricular connection. A low index of ERP atrio-nodal conduction is more physiological and accompanied (ERP) by the absence of the increase heart rate under the most further increase the frequency atrial stimulation. A high index of ERP can be caused by different reasons. This variant of atrio-nodal conduction is followed by less favorable changes in hemodynamics.

**Key words:** transesophageal electrostimulation, atrio-nodal conduction, AV-connection, refractory period.

В настоящее время электрофизиологическое исследование (ЭФИ) сердца широко используется во многих клиниках, оснащенных соответствующей лабораторией. Основой аритмологического исследования наряду с холтеровским мониторингом электрокардиограммы (ХМ-ЭКГ) является ЧПЭС. Полувековая история этого метода позволяет выявить очевидные его преимущества: неинвазивность, малотравматичность, низкий риск осложнений, возможность неоднократного повторения исследования, дешевизна [7]. Показатели ЧПЭС сопоставимы с результатами эндокардиального ЭФИ [10]. Метод ЧПЭС будет иметь право на жизнь даже после повсеместного внедрения эндокардиального ЭФИ. Поэтому есть необходимость в стандартизации общепринятых показателей и в поиске новых возможностей метода.

Фундаментальными параметрами, отражающими функционирование АВ-соединения, являются время проведения и рефрактерный период. Замедление

проведения импульса в АВ-соединении необходимо для осуществления полноценной диастолы. Рефрактерность предохраняет миокард желудочков от слишком быстрого повторного возбуждения.

После желудочкового ответа начинается период абсолютной рефрактерности, когда невозможно вызвать очередной желудочковый ответ (схема 1). Известно, что рефрактерность связана с инактивацией начального входящего тока натрия, наступающего при длительной деполяризации [5]. Продолжительность рефрактерного периода тесно связана с длительностью потенциала действия. ЭРП АВ-соединения укорачивается при увеличении ЧСС [3, 8, 9].

После периода абсолютной рефрактерности следует отрезок времени, в течение которого следующий импульс может быть проведен на желудочки, но замедленно (относительный рефрактерный пери-

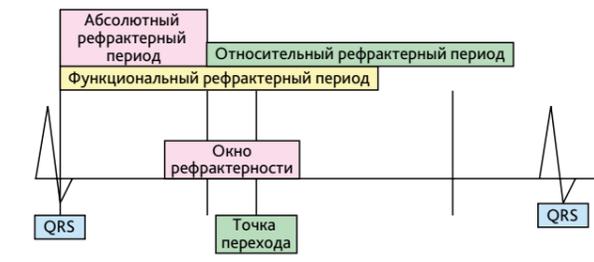


Схема 1. Неоднородность рефрактерного периода АВ-соединения

од — ОРП). По времени ОРП соответствует средней и поздней диастолы, когда происходит активное наполнение левого желудочка.

Важна не абсолютная длительность ОРП, а его неоднородность. Можно выделить интервалы с умеренным и выраженным замедлением проведения импульса («окно рефрактерности» — ОР).

Целью исследования было изучение возможности ЧПЭС в оценке рефрактерного периода предсердно-узлового соединения. Задачи исследования:

1. Определить основные электрофизиологические показатели с помощью ЧПЭС.
2. Объяснить существующие различия предсердно-узлового проведения (ПУП) у разных пациентов.
3. Определить физиологическую роль неоднородности рефрактерного периода предсердно-узлового соединения (ПУС).

## Материалы и методы

Исследование проводилось в кабинете ЭФИ Орловской областной клинической больницы (ООКБ), оснащенной чреспищеводным электростимулятором («Корделекро-4», Литва), а также набором необходимых препаратов и инструментов для оказания реанимационной помощи.

В исследование включили 249 пациентов, которые обследовались в кардиологическом отделении ООКБ (2006–2010 гг.) согласно стандартам по соответствующей нозологии (хроническая ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертония).

Алгоритм ЧПЭС подробно изложен в специальной литературе [1–4, 6]. Проводилась возрастающая, ступенчатая и программируемая стимуляция (одним и двумя стимулами). Оценивали длительность минимального интервала проведения по АВ-узлу ( $St-R_{min}$ ) при минимальной частоте стимуляции, максимальный интервал проведения по АВ-узлу ( $St-R_{max}$ ) в программированном режиме стимуляции. Величина разности  $St-R_{max} - St-R_{min}$  свидетельствует о возможности АВ-соединения увеличивать время проведения (пластичность АВ-соединения — AVpl). Показатель AVpl к исходному интервалу P-R,

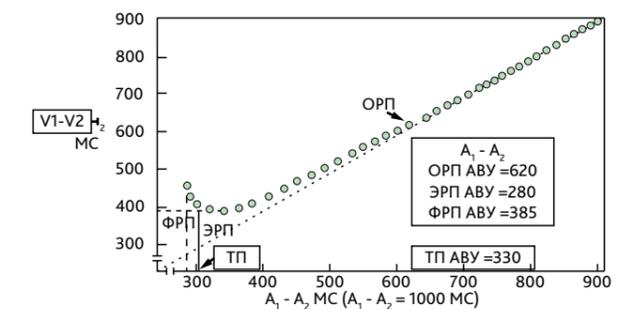


Схема 2. Зависимость V1-V2 от A1-A2 при проведении программированной ЧПЭС

выраженному в процентах (AVpl%), характеризует степень возможного удлинения АВ-проведения. Длительностью проведения импульса по нижним отделам предсердий можно пренебречь.

При ЧПЭС определение ЭРП и функционального рефрактерного периода АВ-соединения (ФРПАВс) может оказаться недостоверным, т.к. стимулируются нижние отделы левого предсердия или межпредсердная перегородка. В данном случае можно лишь оценить общую предсердно-узловую рефрактерность [4]. Анализ зависимости V1-V2 от A1-A2 при ЧПЭС позволяет выявить различные формы кривой непрерывного ПУП. Для изучения физиологической роли неоднородности рефрактерного периода ПУС все пациенты разделены на 2 группы. 1-ю группу (109 чел.) составили больные, у которых выявляется ТП (схема 2). 2-ю группу (140 пациентов) составили больные без ТП на кривой зависимости V1-V2 от A1-A2. Анализировалась встречаемость основных нозологий (ИБС, АГ) в обеих группах пациентов. Учитывали факт применения и дозировки лекарственных средств, замедляющих АВ-проведение (чаще использовали метопролол и бисопролол, дозы указаны в табл. 2).

Общеизвестные показатели (определение которых возможно с помощью ЧПЭС), характеризующие проводимость возбуждения через АВ-соединение: точка Венкебаха, ЭРПАВс и ФРПАВс. Для определения основных показателей — ЭРП, ОРП и функционального рефрактерного периода (ФРП) — проводили программированную стимуляцию предсердий по схеме S1-A1-V1---S2-A2-V2, где S1 — базовый стимул в режиме программированной стимуляции (интервал сцепления 10 мс), S2 — эктопический стимул с постепенным уменьшением интервала сцепления (-10-20 мс), А — предсердный ответ, V — желудочковый ответ (схема 2). При ЧПЭС определение верхней границы ОРП затруднено, т.к. принято начинать программированную стимуляцию предсердий с интервалом сцепления 400–500 мс при базовом ритме 90–100 в мин.

По мере приближения A2 к ЭРПАВс увеличивается время проведения в АВ-соединении ( $St-R$ ) (схема 3). На верхней части схемы 3 ЭРП меньше (пациенты 1-й группы), в связи с чем предсердный стимул спо-

\* Контакты. E-mail: denpost-card@mail.ru. Телефон: (4862) 45-44-37

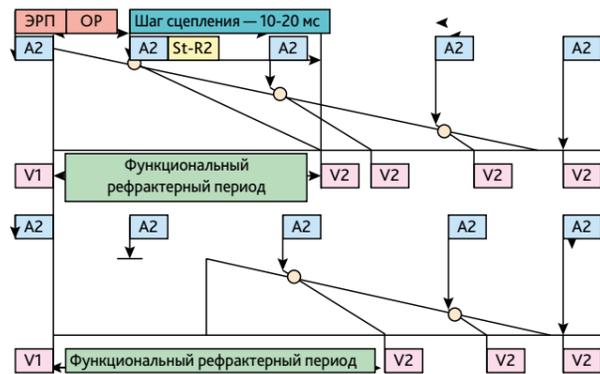


Схема 3. АВ-проводимость у пациентов с разными значениями ЭРП

собен проводится на желудочки с интервалом St-R, превышающим шаг стимуляции (-10-20 мс). Интервал V1-V2 после этого стимула будет минимальным интервалом, с которым два стимула способны проводиться по АВ-соединению (т.е. ФРПАВс). Таким образом, достигается ТП, которая обозначена на схеме 2. Значение ТП соответствует минимальному интервалу сцепления A1-A2, при котором достигается ФРПАВс. Интервал A1-A2 от ТП до ЭРПАВс мы обозначили как ОР. Данная терминальная часть ОРП характеризуется значительным замедлением проведения в АВ-соединении.

На второй части схемы 3 значение ЭРПАВс высокое (пациенты 2-й группы), в связи с чем последний St-A2 блокируется, нет выраженного замедления проведения в АВ-соединении, ТП не определяется.

Полученные результаты обработаны при помощи пакета программ «STATISTICA 6.0» (StatSoft, Inc., США). Определялись средние величины (M), ошибки средней (m). Результаты представлены в виде M ± m. Для выявления связи между различными показателями использовали корреляционный анализ: линейный коэффициент корреляции Пирсона (r). Для определения различий между двумя группами использовался t-критерий Стьюдента. В качестве критерия достоверности различий принималась величина p < 0,05.

Параметры	Выявлена ТП (1)	Не выявлена ТП (2)	p
Число лиц	109	140	
Возраст, лет	50,2 ± 1,3	47,3 ± 1,4	p > 0,05
P, мс	103,9 ± 2,6	105,7 ± 3	p > 0,05
P-Q, мс	160,3 ± 2,9	167,1 ± 3	p > 0,05
R-Rcp, мс	854,1 ± 15,3	883,2 ± 15,4	p < 0,05
AVpl, мс	152,8 ± 5,9	117,6 ± 6,3	p < 0,001
КВВФСУ, мс	406 ± 43,9	380,3 ± 17,1	p > 0,05
ВСАП, мс	213,2 ± 6,2	238,7 ± 7,8	p < 0,05
Точка Венкебаха, уд/мин	169,9 ± 3,5	140 ± 3,6	p < 0,001
ЭРПАВс, мс	285,3 ± 3,7	335,4 ± 7,3	p < 0,0001
ФРПАВс, мс	406,7 ± 4,2	442,1 ± 5,9	p < 0,001

Примечание. ВСАП — время синоатриального проведения.

Таблица 1. Сравнение показателей ЧПЭС у пациентов 1-й и 2-й групп (M ± m)



График 1. Зависимость V1-V2 от A1-A2 при проведении программированной ЧПЭС у пациентов с выявленной ТП



График 2. Зависимость V1-V2 от A1-A2 при проведении программированной ЧПЭС у пациентов без ТП

### Результаты и обсуждение

Обе группы оказались сопоставимы по медикаментозному лечению (табл. 2). Не выявлено существенных различий в двух группах по нозологиям (табл. 3). Средние значения: AVpl = 133,9 мс, AVpl% = 112,4%, точка Венкебаха = 155,3 ударов в минуту, ЭРПАВс = 318,4 мс, ФРПАВс = 422,6 мс. Установлено, что только у 44% лиц (1-я группа) можно выявить отчетливую ТП (график 1). Чаще (56%) кривая зависимости имеет вид, близкий к линейному, где нельзя выделить точку минимума (график 2).

Нами проведено сравнение двух групп пациентов (табл. 1). В группе больных, где не выявлена ТП, показатели проведения в АВ-соединении существенно снижены.

Таким образом, замедление АВ-проведения с более ранним достижением ЭРПАВс является причиной, не позволяющей выявить ТП. Различий в возрасте в группах не выявлено. Среднее значение интервала R-R достоверно выше во второй группе, что может быть следствием гиперпарасимпатикотонии. У пациентов 2-й группы установлено повышение ВСАП (не превышающее нормы) при одинаковых значениях скорректированного времени восстановления функции синусового узла (КВВФСУ).

Возможными причинами высокого значения ЭРП во 2-й группе пациентов являются:

1. Гиперпарасимпатикотония, о чем свидетельствует повышение среднего значения R-R во 2-й группе.

Группы	Метопролол, мг	Бисопролол, мг	Без лечения, %
1	58,3 ± 2,3	3,4 ± 0,9	37,1
2	61 ± 2,5	4,6 ± 1	39,7
p	> 0,05 (н/д)	> 0,05 (н/д)	(н/д)

Таблица 2. Средняя доза принимаемых препаратов у пациентов с наличием и отсутствием ТП (M ± m)

2. Превышение ЭРП предсердий над ЭРП АВ-соединения. В таком случае определить ЭРПАВс при ЧПЭС невозможно.

ТП у пациентов 1-й группы составила в среднем 355 мс. Как видно из табл. 1, ЭРПАВс во 2-й группе составил 335 мс. Увеличение V1-V2 начинается за 20 мс до ЭРПАВс. Т.е., отсутствие ТП не вариант нормы, не особенность проведения в АВ-соединении, а отражение изменений, вследствие которых нарушается проводимость в АВ-соединении. После введения атропина (средняя доза 1,16 мг) улучшается проводимость в АВ-соединении и увеличивается вероятность выявления ТП с 44 до 50%.

Замедление проводимости в АВ-соединении зависит от величины ЭРПАВс. Подтверждение этому — существенная корреляция ЭРПАВс и «пластичности проведения импульса» (AVpl) = -0,38, и более значимая зависимость ЭРПАВс и AVpl% = -0,46 (p < 0,001). Корреляция AVpl и ОР с ФРПАВс достоверна в 1-й группе лиц (r = 0,42 и 0,32 соответственно, p < 0,01 и p < 0,05). Таким образом, при нарушении предсердно-узловой проведения снижается пластичность проведения импульса, что уменьшает величину ФРПАВс (увеличивается прирост ЧСС).

Сравнивая две группы пациентов, мы попытались выявить физиологический смысл ОР и ФРПАВс. Если ЭРПАВс защищает сердце от высоких частот сокращения (160–200 в мин), то значение ОР в максимуме долгом удержании ЧСС на низких цифрах при увеличении степени преждевременности (или тахикардии с частотой 120–160 в мин).

Проанализирована динамика частоты сердечных сокращений (рассчитанная по изменению интервала V1-V2) в двух группах пациентов (график 3). При про-



График 3. Изменение частоты сердечных сокращений при уменьшении интервала A1-A2 в группах лиц с наличием (1-я группа) и отсутствием (2-я группа) ТП

Группы	ИБС	АГ	Без органической патологии
1	38 (42,7%)	20 (22,5%)	31 (34,9%)
2	48 (42,5%)	18 (15,9%)	47 (41,6%)

Таблица 3. Распределение по нозологиям пациентов с наличием и отсутствием ТП (M ± m)

последующих экстрасимулах (при возрастающей частоте импульсации) выявленная закономерность сохранится.

Таким образом, у пациентов с ТП выявлена двухфазная физиологическая реакция в виде первоначального прироста и последующего периода стабилизации ЧСС (фаза «плато»), в то время как у пациентов без ТП ЧСС имеет линейную зависимость от интервала преждевременности.

### Выводы

1. ЧПЭС позволяет определить длительность, пластичность и рефрактерные периоды ПУП.
2. Результаты исследования свидетельствуют о наличии двух вариантов ПУП — с ТП и без нее.
3. Отсутствие ТП, ФРП и ОР является следствием высокого значения ЭРП ПУС.
4. Наличие ТП свидетельствует о сохранении физиологического АВ-проведения, что сопровождается отсутствием прироста ЧСС при дальнейшем увеличении частоты предсердной стимуляции.

### Список литературы

1. Аронов Д.М., Лупанов В.П. Функциональные пробы в кардиологии. М., 2002. 295 с.
2. Киркутис А.А., Римша Э.Д., Наваряускас Ю.В. Методика применения чреспищеводной электростимуляции сердца. Каунас, 1990. 82 с.
3. Толстов А.Н. Основы клинической чреспищеводной электрической стимуляции сердца. М., 2001. 96 с.
4. Чирейкин Л.В., Шубик Ю.В., Медведев М.М., Татарский Б.А. Чреспищеводная электрокардиография и электрокардиостимуляция. СПб., 1999. 150 с.
5. Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. В 3 т. М., 1996. 880 с.
6. Шубик Ю.В. Неинвазивное электрофизиологическое исследование при аномалиях проводящей системы сердца (атлас). СПб., 1999. 85 с.
7. Blomstrom-Lundqvist C., Edvardson N. Transesophageal versus intracardiac atrial stimulation in assessing electrophysiologic parameters of the sinus and AV nodes and of the atrial myocardium // Pacing Clin. Electrophysiol. 1987. Vol. 10. № 5. P. 1081–1095.
8. Mazgalev T.N., Tchou P. Atrioventricular Nodal Conduction Gap and Dual Pathway Electrophysiology // Circulation. 1995. № 92. P. 2805–2714.
9. Mazgalev T.N., Ho S.Y., Anderson R.H. Anatomic-Electrophysiological Correlations Concerning the Pathways for Atrioventricular Conduction // Circulation. 2001. Vol. 103. № 22. P. 2660–2667.
10. McEneaney D.J. et al. A gastroesophageal electrophysiological studies // Pacing Clin. Electrophysiol. 1999. Vol. 22. № 3. P. 487–499.