

УДК 616.125.4-008.64

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИСТЕРЕЗИСА СИНУСОВОГО УЗЛА

В.А. Снежицкий, к.м.н., доцент

УО «Гродненский государственный медицинский университет»

Гродненский областной кардиологический диспансер

Цель настоящего исследования состояла в разработке метода определения гистерезиса синусового узла (СУ) и повышении информативности методики чреспищеводной электрической стимуляции предсердий (ЧПЭС).

Предлагается способ определения гистерезиса синусового узла путем проведения чреспищеводной электрической стимуляции предсердий в урежающем режиме. Гистерезис синусового узла определяют по формуле $Hyst = (St-St_last) - (P-P_{мин.})$, где $St-St_last$ - интервал между двумя последовательными последними «успешно» проведенными артефактами стимулирующего импульса до появления первого спонтанного зубца P синусового происхождения, $P-P_{мин.}$ - минимальный интервал P-P на электрокардиограмме до электрической стимуляции предсердий. Приводятся данные обследования 63 больных, сравниваются группы больных с вегетативной и органической дисфункцией синусового узла.

Ключевые слова: синусовый узел, гистерезис синусового узла, чреспищеводная электрокардиостимуляция, дисфункция синусового узла.

The aim of this study was to determine the method for evaluation of the sinus node hysteresis (SNH).

The decremental mode of pacing was added to the standard protocol of the electrophysiological study. The value of SNH was detected as a difference between the last successful stimuli artifacts ($St-St_last$) before wave P sinoatrial origin and minimal baseline interval P-P ($P-P_{min}$). To calculate hysteresis we have used the following formula: $Hyst = (St-St_last) - (P-P_{min})$. The results of investigation of 63 patients are shown, the groups with vegetative and organic sinus node disease are compared.

Key words: sinus node, hysteresis of sinus node, transesophageal pacing; sinus node dysfunction.

Термин гистерезис в переводе с греческого языка означает запаздывание, отставание по времени кого-либо эффекта или явления. В медицине он может быть использован либо для описания физиологических процессов, либо для программирования функций приборов [1]. В частности, в кардиологии гистерезис применяется при использовании электрокардиостимуляторов типа demand [5]. При запрограммированном эффекте гистерезиса стимуляция сердца осуществляется таким образом, что интервал выскальзывания собственного центра автоматизма сердца больше, чем автоматический интервал электрокардиостимулятора. К примеру, если стимуляция желудочков проводится с частотой 70 импульсов в минуту, то появление спонтанного ритма сердца с частотой от 60 до 70 ударов в минуту не вызовет включение электрокардиостимулятора, если запрограммирована соответствующая величина гистерезиса.

Наиболее близким к предлагаемому нами способу является метод определения времени синоатриального проведения (ВСАП) по O.S. Narula и соавт. [14]. Данная методика состоит в следующем: проводят стимуляцию предсердий 8-10 импульсами с частотой на 6-8 импульсов в минуту превышающей спонтанный ритм. Сеанс повторяют 3 раза. После этого измеряют продолжительность

постстимуляционной паузы и рассчитывают ее среднее значение. ВСАП вычисляют как половину разницы между средней продолжительностью постстимуляционной паузы и средней продолжительностью интервала P-P до стимуляции.

Данный метод предназначен, в отличие от предлагаемого, для определения функции не автоматизма, а проведения импульса в перинодальных зонах. Кроме того, показатель ВСАП, определенный по методу O.S. Narula et al., слабо коррелирует с результатами прямого (инвазивного) измерения данного показателя.

Наиболее близким к предлагаемому способу является метод определения интервала выскальзывания синусового узла [8]. Способ осуществляют путем проведения чреспищеводной электрической стимуляции предсердий, при этом чреспищеводную электрическую стимуляцию предсердий проводят в урежающем режиме, а интервал выскальзывания синусового узла определяют по электрокардиограмме как продолжительность интервала St-P, где St - артефакт последнего успешно проведенного стимулирующего импульса, а P - первый спонтанный зубец синусового генеза.

Однако определяемый показатель интервала выскальзывания синусового узла никак не характеризует функцию гистерезиса синусового узла.

Цель настоящего исследования состояла в разработке метода определения гистерезиса синусового узла и повышении информативности чреспищеводной электрической стимуляции предсердий в оценке функции автоматизма синусового узла.

Материал и методы

Способ осуществляется [6] путем проведения урежающей чреспищеводной электрической стимуляции предсердий (ЧПЭС), отличающийся тем, что показатель **гистерезис синусового узла** (Hyst) определяют по формуле $Hyst = (St-St_last) - (P-P_{мин.})$ как разницу между интервалом St-St_last и минимальным интервалом P-P до стимуляции. Интервал St-St_last определяют по электрокардиограмме как продолжительность интервала между двумя последовательными последними «успешно» проведенными артефактами стимулирующего импульса до появления первого спонтанного зубца P синусового происхождения (рис. 1.)

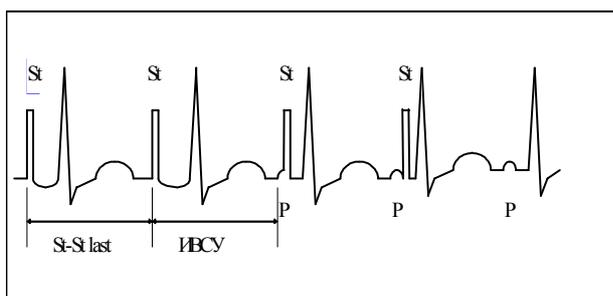


Рис. 1. Урежающая чреспищеводная стимуляция предсердий: определение интервала выскальзывания сино-атриального узла

Сокращения: St - артефакт стимула; St-St_last - интервал между двумя последними проведенными импульсами; ИВСУ - интервал выскальзывания сино-атриального узла

Методика выполнения урежающей чреспищеводной стимуляции предсердий опубликована нами ранее [5, 7, 15]. Чреспищеводную электрическую стимуляцию предсердий (ЧПЭС) начинают с частотой, на 10 % превышающей частоту спонтанного ритма. Далее частоту стимуляции плавно урежают с инкрементом цикла стимуляции (St-St) 20 мс/цикл. Уменьшение частоты стимуляции производят до появления первого спонтанного зубца P синусового происхождения, определяемого по поверхностным электрокардиографическим (ЭКГ) - отведениям. Определяют St-St_last - интервал между двумя последовательными последними «успешно» проведенными артефактами стимулирующего импульса до появления первого спонтанного зубца P синусового происхождения (рис. 1). Далее гистерезис синусового узла определяют по форму-

ле: $Hyst = (St-St_last - P-P_{мин.})$.

Нами обследовано 63 больных, среди них выделено три клинических группы. 1-ая группа – 10 больных кардиологического профиля без признаков ДСУ, т.е. с нормальными электрофизиологическими показателями и результатами холтеровского мониторирования ЭКГ (ХМ ЭКГ), средний возраст $38,75 \pm 5,77$ лет, мужчин – 5, женщин – 5. 2-ая группа – 38 больных с вегетативной ДСУ (ВДСУ), средний возраст $40,87 \pm 3,0$ лет, мужчин – 25, женщин – 13. 3-я группа – 15 больных с органической ДСУ (СССУ), средний возраст $60,87 \pm 8,2$ лет, мужчин – 6, женщин – 8. Все больные прошли полное физикальное и лабораторное обследование, после чего проводился комплекс специальных диагностических исследований.

В программу исследования входили: Холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ ЭКГ), ЧПЭС, велоэргометрия, эхокардиография. ЧПЭС проводилась в утреннее время, натощак, без применения седативных препаратов и не менее чем через 48 часов после отмены антиаритмических лекарственных средств. У всех больных получено письменное информированное согласие на проведение ЧПЭС. Электрокардиостимуляция проводилась с использованием универсального электрокардиостимулятора «Кордэлектро-4» фирмы «Cordelectro ltd.» (Литва). Использовались биполярные электроды ПЭДСП-2 (Украина). Исследование выполнялось натощак в первой половине дня по стандартному протоколу [2], все антиаритмические препараты отменялись как минимум за 48 часов до исследования. Определялись показатели: время восстановления функции синусового узла (ВВФСУ) [12, 13], скорректированное время восстановления синусового узла (КВВФСУ), полное ВВФСУ, время сино-атриального проведения (ВСАП) [14], эффективный рефрактерный период атриовентрикулярного проведения (ЭРПав), точка Венкебаха (ТВ). Исследование проводилось до и после медикаментозных проб (медикаментозная денервация сердца или атропин) [9, 10, 11]. Стандартный протокол ЭФИ дополнен методом чреспищеводной урежающей стимуляции предсердий (ЧУСП) [5, 15]. ЧУСП проводилась в ручном режиме, путем плавного уменьшения частоты стимуляции с инкрементом цикла стимуляции около 20 мс от точки, на 10% превышающей частоту спонтанного синусового ритма, до появления на ЭКГ зубца P сино-атриального генеза. Определялись следующие показатели (рис. 1): St-St_last –

длительность последнего интервала St-St между двумя последовательными успешно проведенными импульсами электрокардиостимулятора; интервал выскальзывания синусового узла (ИВСУ) – интервал между последним успешно проведенным импульсом электрокардиостимулятора и первым спонтанным зубцом Р сино-атриального генеза, появившимся несколько ранее (т.е. с опережением) очередного артефакта стимула; гистерезис синусового узла (Hyst) – разница интервалов St-St_{last} и P-P минимальный.

Статистический анализ проводился с использованием критерия t Стьюдента. Данные отображены как среднее значение величины ± ошибка средней.

Результаты

Анализ полученных результатов выявил статистически значимое преобладание мужчин во второй группе и более старший возраст больных в 3-ей группе (p<0,001). Все больные 3-ей группы имели органическое поражение сердца (ИБС), соответственно 14 из 40 больных 2-ой группы и 5 из 11 из 1-ой группы.

Данные ЧПЭС у больных обследуемых групп представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты чреспищеводной электрокардиостимуляции у больных ДСУ в сравнении с контрольной группой

	ВСАП мс	ВВФСУ мс	КВВФСУ мс	ВВФСУ полное мс	ТВ имп/мин	ЭРПав мс
Группа 1 n = 10	128,67 ±12,87	1182,22 ±31,5	362,78 ±13,95	2921,67 ±490	155,22 ±9,05	310,0 ±26,98
Группа 2 n = 38	149,71 ±12,03	1812,56 ±68,43	631,0 ±61,34	4781,97 ±441,17	120,74 ±5,84	395,83 ±20,07
Группа 3 n = 15	283,08 ±72,8	2680,00 ±309	1370,60 ±267,38	6110,0 ±984	113,77 ±10,07	441,67 ±44,07
p 1-2	>0,05	<0,001	<0,001	<0,05	<0,01	<0,05
p 1-3	<0,05	<0,001	<0,01	<0,05	<0,01	<0,05
p 2-3	>0,05	<0,01	<0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Условные сокращения: ДСУ – дисфункция синусового узла, ВСАП – время сино-атриального проведения, ВВФСУ – время восстановления синусового узла, КВВФСУ – скорректированное время восстановления синусового узла, ТВ – точка Венкебаха, ЭРПав – эффективный рефрактерный период атриоventрикулярного соединения.

Средняя продолжительность интервалов ВВФСУ, КВВФСУ, полного ВВФСУ у больных 2-ой и 3-ей групп, в сравнении с контрольной группой, была достоверно большей. Больные 3-ей группы отличались от 1-ой статистически большим ВСАП. У больных 2-ой и 3-ей групп выявлено снижение ТВ и удлинение ЭРПав по сравнению с 1-ой группой. Увеличение ВВФСУ более 1600 мс получено у 21 из 38 больных 2-ой группы (55%) и у 14 из 15 больных 3-ей группы (93%), соответственно увеличение КВВФСУ у 17 (46%) и 13 (86%) больных. У всех 11 больных 1-ой группы ВВФСУ и КВВФСУ не превышали указанных для этих показателей границ.

Таблица 2. Значения исходных интервалов P-P и показателей автоматизма синусового узла, полученных при урежающей ЧПЭС

	P-Pcp. мс	P-Pmin мс	P-Pmax мс	St-St _{last} ??	ИВСУ мс	Hyst мс
Группа 1 n = 10	808,89± 19,15	775,56± 13,75	894,44± 28,31	888,89± 30,21	816,11± 29,51	102,22± 15,26
Группа 2 n = 38	1166,54± 22,97	1110,38± 22,03	1222,44± 25,93	1262,82± 21,80	1185,51 ±25,4	163,47± 16,57
Группа 3 n = 15	1214,40± 43,32	1133,0± 39,46	1300,33± 55,86	1360,00± 37,06	1258,00 ±42,29	243,92± 33,59
p 1-2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05
p 1-3	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
p 2-3	>0,05	>0,05	>0,05	<0,05	>0,05	<0,05

Условные сокращения: P-Pcp. – среднее значение интервала P-P, P-Pmin. – минимальный интервал P-P, P-Pmax. – максимальный интервал P-P, St-St_{last} – длительность последнего интервала St-St между двумя последовательными успешно проведенными импульсами электрокардиостимулятора, ИВСУ – интервал выскальзывания синусового узла, Hyst – гистерезис синусового узла.

В таблице 2 представлены результаты урежающей ЧПЭС.

Продолжительность интервалов P-P (среднего, минимального и максимального) у больных 2-ой и 3-ей групп была достоверно большей по сравнению с первой группой. Показатель ИВСУ у больных 2-ой и 3-ей групп так же высоко достоверно больше, чем в контрольной группе, и значительно превышает величину физиологического интервала выскальзывания синусового узла. Средняя величина ИВСУ во всех группах превышает интервал P-Pcp. Соотношение средних величин интервала St-St_{last} и P-Pcp. – аналогичное, данный показатель у больных с вегетативной и органической ДСУ достоверно больше, чем в контрольной группе. Причем, у больных 3-ей группы его продолжительность значительно превышала значение исходного интервала P-Pcp. (p<0,01). Таким образом, у больных 3-ей группы отмечалось наиболее выраженное удлинение интервалов P-P, St-St_{last}, и ИВСУ. Диапазон нормальных значений ИВСУ, St-St_{last}, и Hyst определялся из значений M±2STD, и составил соответственно 992 мс, 1060 мс, 192 мс. Превышение указанных границ по показателю ИВСУ отмечено у 35 (92%) больных 2-ой группы и у 14 (93%) больных 3-ей группы, по St-St_{last} – у 1 больного 1-ой группы (10%), у 36 (95%) – 2-ой группы, у 15 (100%) – 3-ей группы, по Hyst – у 15 (39%) больных 2-ой группы, у 13 (86%) – 3-ей группы. Группы статистически достоверно различались между собой по величине гистерезиса СУ.

Обсуждение

В настоящее время при проведении неинвазивного ЭФИ методом ЧПЭС общепринято определять для оценки функции автоматизма синусового узла показатели ВВФСУ, КВВФСУ [1, 3, 4, 9, 13]. Определение этих показателей основано на воздействии частой стимуляции предсердий и ретроградной деполяризации клеток СУ. Вследствие этого воздействия достигается эффект так называемого

сверхчастого подавления СУ (overdrive suppression), что проявляется после прекращения стимуляции предсердий временным угнетением автоматизма СУ [1]. Поэтому постстимуляционная пауза (ВВФСУ) всегда длиннее исходных интервалов P-P. Особенно выраженное угнетение функции СУ после частой стимуляции предсердий наблюдается у больных СССУ [9]. Однако чувствительность этих показателей в диагностике нарушений функции автоматизма синусового узла оказалась невысокой [4]. Объясняется это рядом причин, например, удлиненным эффективным периодом синусового узла, ретроградной блокадой сино-атриального проведения и др. Чувствительность и специфичность ВВФСУ и КВВФСУ возрастает после проведения медикаментозной денервации сердца [4, 9].

Приводим примеры, подтверждающие возможность использования предлагаемого способа определения ИВСАУ:

Пример 1. Больная С., 21 год, поступила в отделение нарушений ритма сердца в связи с жалобами на эпизоды учащенного сердцебиения, возникающие чаще после эмоциональных нагрузок. Болеет около 6 месяцев. Объективный статус без особенностей. Ультразвуковое исследование сердца (УЗИ) – нарушений сократимости миокарда, клапанной патологии не выявлено. ЭКГ: ритм синусовый, вертикальное положение электрической оси сердца (ЭОС), синдром ранней реполяризации желудочков. Электрофизиологическое исследование сердца (ЭФИ): ВВФСУ – 1240 мс, скорректированное ВВФСУ (КВВФСУ) – 307 мс, полное ВВФСУ – 3440 мс, ИВСАУ – 780 мс, St-St_last – 820 мс, P-Pмин. – 705 мс, Hyst – 115 мс. Атриовентрикулярное проведение не нарушено. По результатам обследования больная отнесена к первой группе (с нормальной функцией синусового узла).

Пример 2. Больная Д., 62 лет, поступила в кардиологическое отделение с жалобами на предобморочные состояния, выраженную общую слабость, головокружение и одышку при ходьбе. В течение 10 лет у больной регистрировалась выраженная брадикардия (35-45 уд/мин). Имеет место умеренно выраженная систолическая артериальная гипертензия. Объективный статус – приглушенность тонов сердца, небольшое расширение влево его границ. ЭКГ – синусовая брадикардия, частота сердечных сокращений (ЧСС) – 51 в 1 минуту, частая желудочковая экстрасистолия, нормальное положение ЭОС, небольшая депрессия сегмента ST (1 мм) в отведениях V5-V6. УЗИ сердца – ате-

росклероз аорты, гипертрофия межжелудочковой перегородки. ЭФИ (ЧПЭС): ВВФСУ – 2040 мс, КВВФСУ – 912 мс, полное ВВФСУ – 7350 мс, ИВСАУ – 1440 мс, St-St_last – 1520 мс, P-Pмин. – 1210 мс, Hyst – 310 мс. После пробы с атропином – ЧСС – 77 в 1 минуту. С учетом полученных данных больная отнесена ко 2-ой группе (синдром слабости синусового узла – СССУ).

Приведенные примеры иллюстрируют четкое увеличение ИВСАУ и Hyst у больной с СССУ.

Результаты, представленные в данном исследовании, касающиеся применения методики урежающей стимуляции предсердий, позволяющей определить интервал выскальзывания синусового узла, дают основание считать этот метод важным дополнением к протоколу ЭФИ. Показатель ИВСУ отражает внутреннее свойство СУ высвобождаться от внешнего угнетения.

Разница между величиной St-St_last и P-Pмин характеризует, на наш взгляд, максимальную степень урежения ритма стимуляции, при которой проявляется эффект высвобождения СУ. Этот показатель может быть назван гистерезисом СУ, так как физиологически очень близок к аналогичной функции имплантируемых постоянных электрокардиостимуляторов, применяющейся для максимально длительного сохранения спонтанного синусового ритма при работе электрокардиостимулятора в режиме «по требованию». Хотелось бы подчеркнуть, что эта величина значительно больше у больных с органической ДСУ, что может иметь и большое практическое значение. В таком случае, у данной категории больных метод определения ИВСУ и гистерезиса СУ может применяться перед имплантацией ЭКС.

Отличительными моментами предлагаемого способа диагностики, использованными для решения поставленной задачи и ранее с этой целью не применявшимися, являются:

а) определение интервала максимального урежения (St-St_last);

б) определение показателя гистерезиса синусового узла (Hyst).

По сравнению с прототипом предлагаемый способ диагностики обладает следующими преимуществами:

1. Повышается информативность исследования
2. Переносимость его ввиду кратковременности и невысокой частоты стимуляции предсердий хорошая.

3. Ввиду невысокой частоты стимуляции вероятность возникновения ретроградной блокады

сино-атриального проведения значительно меньше даже при удлинении эффективного рефрактерного периода синусового узла.

4. Кроме того, важно подчеркнуть, что данный метод основан на принципиально противоположном механизме - не сверхчастого подавления, а конкурирования с внешним источником импульсов, при таком виде стимуляции угнетение СУ минимально.

Способ несложен в исполнении и может использоваться в отделениях функциональной диагностики и кардиологических отделениях.

Выводы

Применение методики урежающей стимуляции предсердий с целью определения показателя гистерезиса синусового узла эффективно в диагностическом плане, повышает информативность ЧПЭС и является важным дополнением к стандартному протоколу исследования.

Литература

1. Йордан Дж. Л., Мандел В. Дж. Нарушения функции синусового узла // Аритмии сердца: пер. с англ. - М: Медицина; 1996. - Т1. - С. 267-333.
2. Киркутис А.А., Римша Э.Д., Нявяраскас Ю.В. Методика применения чреспищеводной электростимуляции сердца. - Каунас, 1990. - 82 с.
3. Кушаковский М.С. Аритмии сердца. - СПб., 1999. - С.410-443.
4. Медведев М.М., Бузова Н.Н. Значение чреспищеводной электрокардиостимуляции для оценки функции синусового узла. // Вестник аритмологии. - 2001. - № 21. - С. 5-13.
5. Снежицкий В. А. Новые возможности чреспищеводной электрокардиостимуляции в оценке функции синусового узла // Медицинские новости. - 2003. - №4. - С. 71-74.
6. Снежицкий В.А. Способ определения гистерезиса синусового узла // Официальный бюллетень государственного патентного комитета Республики Беларусь. Описание заявки на изобретение а 20020993. - 2004. - №2. - С. 21.
7. Снежицкий В.А., Барановский П.А. Способ диагностики дисфункции сино-атриального узла // Официальный бюллетень государственного патентного комитета Республики Беларусь. Описание изобретения к патенту №3660. - 2000. - № 12 - С. 105.
8. Снежицкий В.А., Барановский П.А. Способ определения интервала выскальзывания сино-атриального узла // Официальный бюллетень государственного патентного комитета Республики Беларусь. Описание изобретения к патенту №5055. - 2003. - №1. - С. 87-91.
9. Шульман В.А., Егоров Д.Ф., Матюшин Г.В., Выговский А.Б. Синдром слабости синусового узла. - СПб., 1995. - С. 63-107, 133-141.
10. Jouse A. Effect of combined sympathetic and parasympathetic blockade on heart rate and cardiac function in man. Am. J. Cardiol. // 1966. - Vol.18. - p.476-478.
11. Jouse A.D., Collison D. The normal range and determinants of the intrinsic heart rate in man // Cardiovasc. Res. - 1970. - Vol.12. - p. 218-251.
12. Mandel W., Hayakawa H., Allen H. et al. Assessment of sinus node function in patients with sick sinus syndrome // Circulation. - 1972. - Vol. 46. - P. 761-769.
13. Mandel W., Hayakawa H., Danzig R., Markus H.S. Evaluation of sinoatrial node function in man by overdrive suppression // Circulation. - 1971. - Vol. 44. - P. 59-65.
14. Narula O.S., Shanta N., Vasquez M., et al. A new method for measurement of sino-atrial conduction time // Circulation. - 1978. - Vol. 58. - P. 706-714.
15. V.A. Snezhitskiy, P.A. Baranovsky, M.A. Gordienko "Decremental mode of transesophageal atrial pacing: new approach in evaluation of sinus node dysfunction" // European Journal of Cardiac Pacing and Electrophysiology. - 1996. - Vol. 6, N 1. - P. 251 (Abstracts of 10th International Congress "CARDIOSTIM-96", Nice, 1996).

Resume

THE METHOD OF SINUS NODE HYSTERESIS EVALUATION

V.A. Snezhitskiy

Grodno State Medical University, Regional
Cardiological Dispansary, Belarus

The aim of this study was to determine the usefulness of decremental mode of transesophageal atrial pacing in assessing sinus node (SN) hysteresis (Hyst).

The decremental mode of pacing (DMP) was added to the standard protocol of the electrophysiological study. The DMP was performed in manual regimen with 20 ms decrement per second, starting from point of 10% over spontaneous sinus rhythm rate to the appearance of SN escape rhythm. The DMP was performed in 10 patients (pts) with normal SN function (group 1), in 38 pts with autonomic SN dysfunction (group 2), and in 15 pts with sick sinus syndrome (group 3). The value of SNH was detected as a difference between the last successful stimuli artifacts (St-St_{last}) before wave P sinoatrial origin and minimal baseline interval P-P (P-P_{min}). To calculate hysteresis we have used the following formula: Hyst = (St-St_{last}) - (P-P_{min}).

We have shown the results of investigation of 63 patients, have compared the groups with the vegetative and organic sinus node disease.

Conclusions: The method of decremental mode transesophageal pacing for evaluation of sinus node hysteresis is useful and effective for diagnostic test. It is an important addition to the standard protocol of transesophageal pacing.