

## ИСТОРИЯ

© Л. А. БОКЕРИЯ, 2008

УДК 616.12-008.311-089:61(091)

## К Сорокалетию первой успешной операции по устранению жизнеугрожающей тахикардии

Л. А. Бокерия

Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А. Н. Бакулева (дир. – академик РАМН Л. А. Бокерия) РАМН, Москва

2 мая 1968 г. была выполнена первая успешная операция по устранению жизнеугрожающей аритмии. Этому успеху предшествовал достаточно продолжительный период работы, проводившейся в странах Европы и США. Так, еще в 1964 г. R. S. Cartwright и соавт. описали случай коррекции аномалии Эбштейна путем замены трикуспидального клапана, когда хирург, случайно повредив при этом пучок Кента, освободил пациента от приступов тахикардии при синдроме Вольфа–Паркинсона–Уайта (WPW), которые до операции его нередко беспокоили. Однако, поскольку операция от 2 мая 1968 г. стала «рубежом отсчета» в электрофизиологической хирургии, мы и начнем с этого случая, рассмотрим другие примеры и проанализируем причины предшествующих неудач.

Итак, в марте 1968 г. рыбак Норман Салтер, 32 лет, проживавший в штате Северная Каролина, поступил в университетскую клинику Дьюкского университета в городе Дурем для лечения непрекращающейся (непрерывно-рецидивирующей) тахикардии. Приступы тахикардии появились у него с 4 лет, и ко времени поступления в клинику больной страдал тяжелой сердечной недостаточностью, а само сердце имело огромные размеры. Частота сердечных сокращений колебалась от 150 до 180 уд/мин, а при прекращении приступа на ЭКГ появлялись типичные признаки синдрома WPW.

В практике к этому времени имелся очень небольшой опыт неудачных попыток устранения аритмий. И тем не менее проблема была настолько очевидной, а ожидаемый эффект настолько предсказуемым, что очень уважаемое научное общество АНА (Американская ассоциация сердца) специально включило этот вопрос в качестве одного из главных в программу ежегодной сессии в 1967 г.

W. Sealy, который должен был оперировать пациента, первоначально планировал для прекращения у больного тахикардии создать полную поперечную блокаду сердца.

Will Sealy на протяжении нескольких лет интересовался проблемами аритмии совсем по другим причинам, которых мы коснемся позже. Ориентируясь на работу F. Wood, который еще в 1943 г.

опубликовал фундаментальное исследование, в котором провел анатомический анализ мышечных мостиков у умершего от тахикардии WPW (пучок Кента) пациента, Sealy решил найти на операции этот мышечный мостик и прервать функцию аномального дополнительного пути проведения возбуждения. Для этого надо было провести картирование сердца. Вся необходимая аппаратура для картирования к этому времени в операционной Дьюкского университетского госпиталя уже имелась. Доктор John Boineau в течение двух недель до этой операции осваивал процедуру картирования сердца в условиях эксперимента.

W. Sealy на операции помогал его старший резидент Hattler. Последний произвел срединную стернотомию и подшил электроды к правому желудочку. J. Boineau и A. Wallace с помощью инженеров B. Clark и J. Kasel выполнили картирование сердца. Jack Kasel создал основную часть электрофизиологического оборудования в Дьюкском университете. К слову сказать, автору этих строк довелось встречаться с инженером J. Kasel в 1979 г. во время стажировки в Дьюкском университете и изучения некоторых разделов зарождавшейся электрофизиологической хирургии.\* J. Kasel так объяснял свое появление в университете. Ранее он был сотрудником NASA (Национальная ассоциация астронавтики), которая после осуществления полетов человека на Луну закрыла эту программу, и многие инженеры ушли в гражданские отрасли. А J. Kasel перешел на работу в Дьюкский университет. Это был очень скромный, вежливый и интеллигентный человек, который и реализовал техническое обеспечение первой успешной операции при синдроме WPW. J. Kasel имеет большое число важнейших публикаций в соавторстве с J. Gallagher.

\* Каждый раз, вспоминая прошедшее, ловишь себя на мысли о том, что хорошо было бы иметь фотографию человека или его приборов. Но ведь кажется естественным и совершенно обычным и дружеское расположение выдающегося инженера, и его прибор, ничем внешне не примечательный. Проходит время, ты хочешь проиллюстрировать исторический факт, а он не зафиксирован. Имейте при себе фотоаппарат и шелкайте почаще!



Рис. 1. Уилл Кемп Сили (Will Camp Sealy) (1912–2001).



Рис. 2. Такаши Ива (Takashi Iwa).

До подключения аппарата искусственного кровообращения было проведено картирование 60 точек эпикардиальной поверхности левого и правого желудочков. Специалистам не удалось выявить разницу во времени на самописце, и В. Clark измерил интервалы вручную на скорости записи 500 мм/с, после чего была выявлена наиболее ранняя точка активации (100–110 мс), располагавшаяся примерно на 1 см от острого края правого желудочка в атриовентрикулярной борозде.

Затем был подключен аппарат искусственного кровообращения и выполнена правая атриотомия прямо над атриовентрикулярной бороздой.

Правая коронарная артерия была освобождена от эпикардиального жира и отведена книзу. Как рекомендовал D. McGoon, после своей неудачной операции W. Sealy выполнил более агрессивный доступ к пучку Кента. Он сделал 5 разрезов от основания ушка правого предсердия вправо до границы правого предсердия, а также разрезал миокард правого желудочка на уровне предвозбуждения желудочков. Это привело к исчезновению дельта-волны и восстановлению нормального интервала *P–R* и комплекса *QRS* на фоне синусового ритма. Пациент поправился без каких бы то ни было проблем, а W. Sealy доказал, что синдром WPW является результатом наличия добавочного аномального пути проведения возбуждения через пучок Кента. Случай описан в журнале «Circulation» в декабре 1968 г., и первым автором в статье был F. Cobb, который поставил диагноз синдрома WPW этому пациенту. Позже (в 1969 г.) появились публикации, где W. Sealy закономерно стоял первым автором (рис. 1).

Итак, первая операция состоялась, и на этом можно было бы поставить точку. Но не меньший интерес в историческом плане представляет вторая успешная операция, выполненная известным японским хирургом Takashi Iwa (рис. 2). Автор этих строк был гостем проведенного им Международного конгресса в ноябре 1987 г. в г. Каназава, а сам

T. Iwa посещал наш Центр в связи с проведением нами международной конференции «Хирургическое лечение тахикардий у взрослых и у детей». Итак, в 1968 г. T. Iwa для прекращения приступов тахикардии использовал радиочастотный электрокардиостимулятор (ЭКС), которым манипулировали сами пациенты для лечения пароксизмов наджелудочковой тахикардии. Таких больных у T. Iwa в одной из поликлиник Саппоро было много. Одной из пациенток была 19-летняя девушка с синдромом WPW и множественными ежедневными эпизодами тахикардии, рефрактерными к медикаментозной терапии. Приступы легко снимались с помощью ЭКС, но у пациентки развилась депрессия и она перестала вставать вообще. Поэтому и больная, и ее родители дали согласие на вторую в мире новую операцию. При этом операция должна была быть выполнена в условиях поликлиники. Хорошо подготовленных электрофизиологов, по мнению T. Iwa, в Японии в то время не было. В отличие от W. Sealy японские хирурги при операции ограничились разрезами со стороны эндокарда в зоне предвозбуждения. Был достигнут полный эффект и приступы тахикардии прекратились.

Возвращаясь к первой успешной операции W. Sealy, следует, разумеется, иметь в виду, что ей предшествовала крайне напряженная работа в течение длительного времени в нескольких ведущих клиниках мира. Поэтому успех W. Sealy открыл очень многих, поскольку если бы операция закончилась неудачно, то начало хирургической аритмологии было бы существенно отложено. Тем более, что вторая больная у W. Sealy умерла. И хотя последующие 18 операций тоже были успешными, именно успех первой операции определил начало очень интенсивного развития электрофизиологической хирургии в мире вообще. В подготовке этой первой операции, выполненной в «колыбели» многих направлений современной сердечно-сосудистой хирургии — клинике Дьюкского университета, которой долгие годы руководил большой



Рис. 3. Дэвид Колстон Сабистон мл. (David Colston Sabiston, Jr).

друг нашей страны и нашего Центра D. Sabiston (рис. 3) (Дурем, шт. Сев. Каролина), вместе с W. Sealy принимали активнейшее участие J. Boineau и A. Wallace.

A. Wallace заинтересовался проводящей системой сердца, будучи еще резидентом. Позже, работая в Национальном институте сердца, легких и крови (NHLBI) в Бетезде (под Вашингтоном), он разработал эпикардиальные электроды для исследования процесса распространения возбуждения по миокарду. Стимулируя шейно-грудной (звездчатый) ганглий и блуждающий нерв, он получил интересные данные о повторном входе возбуждения в атриовентрикулярном узле. Когда в 1962 г. A. Wallace вернулся в Дьюкский университет, то W. Sealy пригласил его для совместной работы в свою лабораторию грудной хирургии. Интерес самого W. Sealy к проблеме аритмий начался во время его работы по сочетанному использованию искусственного кровообращения и гипотермии для получения малых объемов перфузии и удлинения таким образом безопасных сроков экстракорпоральной циркуляции. Продолжая работы по глубокой гипотермии, W. Sealy столкнулся с проблемой фибрилляции желудочков при снижении температуры тела ниже 28 °C и заинтересовался влиянием гипотермии на аритмогенез проводящей системы сердца.

Для освоения методов картирования A. Wallace со своей группой выполнял интраоперационное картирование сердца у больных, которым W. Sealy выполнял операцию по поводу дефекта межпредсердной перегородки, тетрады Фалло, обструктивной гипертрофической кардиомиопатии. Исследователи записывали электрограмму пучка Гиса у пациентов, включая больных, подвергавшихся абляции пучка Гиса при наджелудочковых тахикардиях.

J. Boineau присоединился к группе Sealy–Wallace, приехав из Джорджтаунского университета. Вместе они использовали электроды и наконецники для картирования у пациентов, подвергавшихся

операциям на сердце по поводу врожденных пороков. В 1963 г. Boineau поехал в Амстердам для изучения картирования сердца у больных при инфаркте миокарда у профессора D. Durrer, который считался пионером клинической электрофизиологии, поскольку он впервые идентифицировал добавочный аномальный путь проведения у женщины 21 года с синдромом WPW типа В. Этой пациентке предстояла операция закрытия ДМПП. D. Durrer понял, что тип эпикардиального возбуждения у этой пациентки принципиально отличается от того, который он наблюдал у больных с нормальной проводимостью. Durrer и Ross удалось локализовать добавочное аномальное проведение, которое распространялось от нижней латеральной части правого предсердия к месту соединения с правым желудочком. Этот тракт был идентичен найденным при анатомических исследованиях пациентов, умерших от синдрома WPW, у которых был обнаружен мышечный мостик. Далее Durrer и Ross обследовали еще четырех пациентов с этим синдромом и использовали внутрисердечные электроды, которые помещались в правое предсердие и желудочек. Эти исследования показали, что «пучок Кента» может функционировать как в антеградном, так и в ретроградном направлении (желудочково-предсердное направление), и что экстрасистол (искусственно вызванная экстрасистола) может изменять рефрактерность пучка Гиса. Мы еще вернемся к истории электрофизиологического исследования в клинике, а пока отметим, что J. Boineau, приехав в Дьюкский университет, активно включился в работу по картированию сердца у различных больных кардиохирургического профиля, а также участвовал во многих экспериментах по электрофизиологии.

Тем временем в августе 1966 г. в клинике имени братьев Мейо появился пациент, у которого имелось сочетанное заболевание: дефект межпредсердной перегородки (ДМПП), который пациента не беспокоил, и мучившая его аритмия сердца. Нарушения ритма сердца были обусловлены синдромом WPW. Пациента наблюдали доктора H. Burghell и D. McGoon, которые были знакомы с работами Durrer и Ross. На операции планировалось закрыть ДМПП и одновременно, используя эпикардиальный доступ, найти и убрать дополнительный аномальный путь проведения возбуждения (пучок Кента). Во время операции было проведено эпикардиальное картирование правого желудочка (ПЖ) параллельно атриовентрикулярной борозде и был обнаружен участок наиболее раннего возбуждения. Он располагался на месте острого края ПЖ, тотчас каудально к правому предсердию. D. McGoon ввел в это место прокаин для абляции импульса, а затем сделал параллельный разрез на протяжении 1 см внутри правого предсердия для прекращения проведения. Пучок Кента перестал функционировать. Был закрыт ДМПП на открытом сердце. Однако вскоре после окончания операции на ЭКГ появились признаки предвздо-



Рис. 4. Джон Галлагер (John Gallagher).



Рис. 5. Джеймс Л. Какс (James L. Cox).

буждения желудочков. Дальнейших действий для устранения пучка Кента D. McGoon не предпринял. Несмотря на это, стало очевидным, что абляция пучка Кента хирургическим путем возможна. Сам же великий Dwight Charles McGoon, у которого автору этих строк довелось стажироваться в течение 6 недель в 1976 г., впервые высказал идею о том, что операция может быть успешной лишь при полном разделении атриовентрикулярного сочленения в области пучка Кента. Идеи и их решение в Клинике братьев Мейо, располагающейся в маленьком городе Рочестере, штат Миннесота, где климат примерно такой же, как в Москве, всегда были эталоном для подражания, иногда и в неверном исполнении. Так, L. Dreifus в университете Джорджии вскоре после операции D. McGoon перевязал пучок Гиса у пациента с симптоматическим синдромом WPW вместо того, чтобы устранить дополнительные аномальные пути проведения возбуждения.

Дальнейшее развитие хирургической аритмологии в Дьюкском университете в значительной степени связано с именами Джона Галлагера (J. Gallagher) и Джеймса Какса (J. Cox) (рис. 4, 5). J. Gallagher — крупнейший в мире специалист по аритмологии, достиг колоссальных успехов в электрофизиологии и в 1970–1980 гг. безоговорочно признавался лидером этого новейшего направления в клинической медицине. Затем, внезапно перейдя в практическую кардиологию, он перестал публиковаться и нынешнему поколению врачей мало известен. Он научился идентифицировать и локализовывать добавочные аномальные пути проведения в лаборатории электрофизиологии, которую сам создал. Он привнес много нового в электрофизиологию, в частности, выделив целую серию других аритмий по типу преждевременного возбуждения желудочков. J. Gallagher принадлежат пионерские работы по выявлению, дооперационной и интраоперационной диагностике волокон Магейма (1981), располагающихся тотчас ниже атриовентрикулярного узла и соединяющихся напрямую с миокардом желудочков. Он впервые опи-

сал успешную клиническую диагностику волокон Джеймса, которые проходят прямо от предсердия к пучку Гиса, а также некоторые другие добавочные аномальные пути проведения, которые функционировали только в ретроградном направлении.

На раннем этапе хирургического лечения синдромов предвозбуждения наихудшие результаты были получены у больных, у которых дополнительный путь проведения локализовался в области «креста» сердца. С применением кардиоплегии, с 1978 г., началось хирургическое устранение этого типа аритмий. Операция была стандартизирована. Она начиналась с эпикардиального картирования для локализации пучка Кента и последующей внутрипредсердной диссекции предсердно-желудочковой зоны в области крестовины сердца. Из числа первых 20 пациентов с множественными добавочными путями у 13 был достигнут полный эффект.

В это же самое время в ряде клиник США, СССР, Японии, Франции появилось много новаций в хирургической технике этой операции.

Вскоре после начала хирургии предвозбуждения желудочков начинается этап лечения внутриузловой риентри тахикардии путем абляции атриовентрикулярного узла, используя хирургическую диссекцию. W. Sealy (1979) были начаты сочетанные операции по одновременному лечению синдрома WPW и устранению клапанной патологии у больных с аномалией Эбштейна.

**Желудочковая тахикардия.** В середине 70-х гг. стало очевидным, что техника электрофизиологического картирования может быть использована и у больных с желудочковыми тахикардиями. Во Франции G. Guiraudon (хирург) и G. Fontaine (кардиолог и электрофизиолог) применили ЭФИ для доказательства того, что желудочковые тахикардии при аритмогенной дисплазии правого желудочка имеют механизм риентри. Используя эпикардиальное картирование, они определяли место ранней локализации и, делая в этом месте вентрикулотомию, добивались прекращения приступа. Однако особое внимание привлекли работы





Рис. 6. Жерар Марсель Гирадон (Gerard Marsel Guiraudon).



Рис. 7. Ги Фонтен (Gui Fontaine).

по устранению желудочковых тахикардий постинфарктного генеза. На первом этапе предполагалось, что устранение аневризмы и аортокоронарное шунтирование сами по себе приведут к прекращению приступов желудочковой тахикардии. Но в подавляющем большинстве случаев такое «попадание» на очаг аритмии было случайным, и летальность была высокой. Так возникла идея картирования очага аритмии на сокращающемся сердце у больных с постинфарктной аневризмой сердца. Выяснилось, что очаг аритмии локализуется в зоне между рубцом и здоровым миокардом, то есть там, где имело место смещение живых и погибших кардиомиоцитов (замедление проведения возбуждения способствует формированию риентри).

Исходя из предположения, что очаг риентри находится внутри зоны эндокардиального фиброза, G. Guiraudon и G. Fontaine (рис. 6, 7) предложили операцию круговой эндокардиальной вентрикулотомии для изоляции субстрата аритмии от нормального миокарда. Идея была заманчивой, поскольку вмешательство можно было делать без интраоперационного картирования. Позже G. Guiraudon модифицировал свою технику и стал вместо хирургического разреза в месте очага выполнять криоабляцию. Существенным продвижением в этом вопросе стали работы Марка Джозефсона (M. Josephson), который использовал экстенсивное интраоперационное картирование и вызывал желудочковую тахикардию для идентификации очага аритмии. Последний, таким образом, устранялся под контролем зрения. Результат, полученный M. Josephson и соавт., был ошеломляющим: 11 из 12 больных были спасены от желудочковой тахикардии. Более того, желудочковая тахикардия не индуцировалась и электрофизиологическими методами после операций.

Через 20 лет после начала хирургии аритмий в мире насчитывалось несколько тысяч операций, выполненных в Дьюкском университете (США), клинике Питье-Сальпетриер, НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН, Техасском институте сердца, в Меди-

цинском институте г. Каназава (Япония), в хирургической клинике г. Каунаса и некоторых других.

*Хирургия предсердных тахикардий.* В этом разделе учения об аритмиях очень большая роль принадлежит J. Сох, который в 1982 г. выполнил первую криоабляцию атриовентрикулярного узла при узловой риентри тахикардии, а в эксперименте — операцию электрической изоляции левого предсердия для лечения фибрилляции предсердий. Первая клиническая операция по изоляции левого предсердия была выполнена нами в НЦССХ им. А. Н. Бакулева. Позже J. Сох разработал операцию «лабиринт», которая является «золотым стандартом» при лечении больных с любой формой фибрилляции предсердий. Операция «лабиринт» по времени достаточно продолжительна и требует хорошей хирургической подготовки для ее выполнения. Чем-то промежуточным между операцией изоляции левого предсердия и операцией «лабиринт» является так называемая операция «коридор», предложенная G. Guiraudon. При этой операции выполняется изоляция левого и правого предсердий, но при этом сохраняется «дорожка» миокарда от синусного узла до атриовентрикулярного узла. Таким образом, «коридор» сформирован с участием всей проводящей системы сердца. В действительности операция имела положительный эффект на самочувствие многих больных, но оставалась не решенной проблема либо фибриллирующих изолированных предсердий, либо «молчащих» предсердий (частота сокращений до 5 в минуту), что могло приводить к формированию тромбоза предсердий и становиться источником тромбозов.

*Имплантируемые кардиовертеры-дефибрилляторы.* Известно, что появление имплантируемых дефибрилляторов в значительной степени связано с трагическими обстоятельствами, имевшими место в жизни Мишеля Мировского. Мишель (Мечислав) Мировский (1924–1990) (рис. 8), гражданин Польши, спасаясь от фашистов, несовершеннолетним эмигрировал в Советский Союз, не имея

даже паспорта. Благополучно миновав границу, он четыре года проработал в разных ипостасях в нашей стране, а затем вернулся в Польшу и поступил в Гданьский университет. Позже эмигрировал в Израиль, оттуда отправился во Францию учиться. Став врачом, вновь вернулся в Израиль. В последующем он работал в Мексике и США. На глазах М. Мировского — молодого кардиолога — внезапно умер от желудочковой тахикардии его учитель Гарри Хеллер (Harry Heller). Тогда и задумался Мировский о том, как предотвратить внезапную смерть. Совместно с доктором Mower в течение 1968–1980 гг. они создали новое устройство — имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор. Как известно, впервые имплантируемый дефибриллятор в клинике был применен в 1980 г. Оказалось, что применение ИКД позволяет снизить смертность до 1% в год. Сегодня применение ИКВД имеет хорошо очерченные показания. Они применяются не только для лечения больных, перенесших внезапную смерть, и у пациентов с жизнеугрожающими желудочковыми тахикардиями различного генеза, но и при сердечной недостаточности, в том числе и как элемент в устройствах ресинхронизирующей терапии. Вышеизложенное было бы сторонним взглядом на важнейший раздел клинической медицины, если бы мы не коснулись истории развития инвазивной клинической электрофизиологии и транскатетерной хирургии аритмий.

Датой зарождения инвазивного электрофизиологического исследования (ЭФИ) считается 1967 год, когда стало возможным анализировать местоположение очага аритмии и ее механизм при изучении здорового сердца человека, используя программируемую электрическую стимуляцию сердца (ПЭСС) в сочетании с картированием внутрисердечной активации. Независимо друг от друга Dirk Durrer в Амстердаме у больных с синдромом WPW и Phillippe Coumel в Париже у больного с атрио-вентрикулярной тахикардией показали, что, подключая внутрисердечные электроды к многоцелевому стимулятору, можно вызвать и прекратить тахикардию, определить место ее возникновения, а при наличии у пациента тахикардии с механизмом повторного входа возбуждения можно установить локализацию добавочного аномального пути проведения. Вскоре после этого появилось множество работ, показавших, что ПЭСС позволяет устанавливать локализацию различных типов наджелудочковых тахикардий. Моментом реального внедрения ЭФИ в клинику считается 1971 год, когда была опубликована классическая работа Hein J. Wellens «Электрическая стимуляция сердца в диагностике и лечении тахикардий».

В конце 60-х годов В. G. Sherlag и соавт. сделали следующий важный шаг для раскрытия механизмов аритмии сердца, зарегистрировав электрограмму (ЭГ) пучка Гиса. Это позволило не только очень точно локализовать пучок Гиса, но избежать повреждения пучка во время операции. Кроме того, как продемонстрировали К. Rosen и соавт., это



Рис. 8. Мишель (Мечислав) Мировский (Michel Mirowski) (1924–1990).

позволило идентифицировать прохождение возбуждения через АВ-узел во время тахикардии.

Одновременное использование ПЭСС с регистрацией электрограммы (ЭГ) пучка Гиса существенно улучшило интерпретацию ЭКГ в 12 отведениях во время приступов аритмии. Ретроспективный анализ ЭКГ после внутрисердечного исследования с индукцией тахикардии позволил создать классификацию тахикардий (Wellens H. J. J., 1981). Считавшаяся очень опасной процедура воспроизведения и прекращения тахикардии с широким зубцом QRS с помощью ПЭСС позволила впервые исследовать желудочковые тахикардии в интактном сердце человека. Благодаря этому стало возможным подтвердить и расширить данные Sandler A. Marriott об особенностях ЭКГ при различных видах тахикардий с широким комплексом QRS.

Знания, давшие возможность определить локализацию очага тахикардии или начала аномального дополнительного пути проведения, а также раскрытие механизма формирования тахикардии стали огромным импульсом для развития новых методов лечения.

Первым радикальным методом излечения больного от тахикардии оказалась хирургия. Логично и то, что этим больным был пациент с синдромом WPW. Конкретная операция, выполненная W. Sealy, оказалась исключительно важной не только в аспекте излечения больного от аритмии, но и для понимания медицинским сообществом механизма тахикардий. Пришло и осознание того, что знание анатомии сердца является важнейшим элементом успеха для электрофизиолога. Невозможно преуменьшить роль анатомов Becker и Anderson, которые показали, что знание анатомии позволяет и вылечить больного от аритмии сердца, и, что не менее важно, избежать повреждения анатомических структур.

Колоссальную помощь в работе G. Guiraudon оказал электрофизиолог G. Fontaine, который уже в середине 70-х годов, используя компьютерный

анализ ЭКГ, начал выявлять зону «задержанной» активности в миокарде. Выявление последней имело значение для определения очага формирования тахикардии.

М. Е. Josephson, великий электрофизиолог и кардиолог, сформулировал основные варианты механизмов желудочковых тахикардий ишемического генеза (Josephson M. E. и соавт., 1978; 1979). Точная локализация места формирования аномального импульса под контролем ЭФИ (EP-guided) позволяла проводить последующую резекцию этой области, приводящую к полному излечиванию тахиаритмий.

В связи с очень широкой распространенностью и угрозой для жизни механизм мерцательной аритмии — фибрилляции предсердий (ФП) исследуется особенно скрупулезно и по сей день.

Особое внимание привлекают работы G. K. Мое, который предположил наличие нескольких независимых фронтов (волн) распространения возбуждения через миокард вокруг анатомических и функциональных препятствий. Эти волны могут делиться на дочерние волны или соединяться с другими волнами. Они могут усиливаться, ослабляться, прекращаться или продолжаться. Разница в региональной вязкости для возникновения таких волн высокая (от 15 см до более 1 м/с).

М. А. Allesie и соавт. предложили концепцию ведущего круга риентри (leading circle reentry). По этой концепции волна повторного входа возбуждает миокард, используя минимально возможные круги с передним краем волны, внедряющимся в относительно рефрактерный период в ткань, находящуюся перед ним. В этой концепции не уточняется ни длина волны, ни локализация, ни круг риентри. Нет также промежутка возбуждения. Частота волн риентри обратно пропорциональна рефрактерному периоду. Имеется критическая волна (фронт) возбуждения для индукции устойчивой ФП (Rensma P. L. и соавт., 1988).

Используя эти данные, J. Сох и соавт. показали, что излечение от фибрилляции предсердий может быть достигнуто путем изоляции всех возможных кругов риентри и превращения трех межузловых путей проведения возбуждения в один. При лечении пациентов в 100% случаев у этого автора имело место восстановление синусового ритма.

Таким же логическим стал вывод о возможности воспроизводства и прекращения тахикардий, то есть установления механизма аритмии, с помощью лекарственной терапии при использовании ПЭСС. В результате этого получена обширная информация для выбора оптимальных фармакологических препаратов для лечения аритмий сердца. Также было установлено, что предотвращение тахикардии с помощью ПЭСС очень эффективно при наличии у больного одного круга риентри. Но ПЭСС оказалась не настолько эффективной у больных со сложными аритмиями, как, например, при постинфарктных аритмиях. Объем поражения сердца и степень функциональной недоста-

точности имели обратную связь с возможностью предупреждения рецидива тахикардии. Как показали несколько рандомизированных исследований, у больных с поврежденным миокардом применение антиаритмических препаратов приводит к более существенному увеличению (а не снижению) летальности.

Следующим шагом в использовании ПЭСС было применение программируемого экстрасимула в имплантируемых ЭКС с непрерывной стимуляцией с частотой ниже ритма тахикардии до тех пор, пока экстрасимул не создаст рефрактерность в круге риентри — так называемая понижающая (underdrive) стимуляция. В результате были созданы устройства с алгоритмами для прекращения и предотвращения тахикардий.

Накопление клинического опыта и понимание того, что всего лишь изменение рефрактерности аномальных дополнительных путей проведения предотвращает возможность возникновения тахикардии, привели к формированию новых способов повреждения этих путей аблационными методами через внутрисердечные электроды. В самом начале для этого использовался высокоэнергетический разряд, направленный на пучок Гиса, так называемая фульгурация (термин G. Fontaine). Затем метод фульгурации применили и при других тахикардиях. Радиочастотное воздействие при аблациях добавочных аномальных атриовентрикулярных путей впервые использовал M. Borggze. Далее на базе картирования внутрисердечной активности и реакции на стимуляцию стало возможным весьма успешно использовать радиочастотную аблацию также у больных с ЖТ. В последующем РЧА стала универсальным методом устранения аритмий и в руках хирургов, и в руках интервенционных аритмологов.

За последнее десятилетие инвазивная электрофизиология дала ощутимые результаты в лечении таких жизнеугрожающих аритмий, как ЖТ, фибрилляция предсердий, а также обусловленной ими сердечной недостаточности.

Несмотря на интенсивные усилия врачей по выявлению лиц с угрозой смерти от аритмий в больнице, только 10% таких жертв могут быть распознаны до начала возможной трагедии. Идентификация возможна у больных, у которых уже имел место факт сердечной реанимации в связи с остановкой сердца, или у тех, кто страдает плохо поддающейся медикаментозной терапии желудочковой аритмией. Эти пациенты относятся к группе так называемой вторичной профилактики. Они хорошо переносят операцию и проживают достаточно долго с имплантируемыми кардиовертерами-дефибрилляторами.

Хотя в последние годы проведено очень много исследований, по-прежнему остается неясным уровень риска для тяжелых больных с резко нарушенной функцией ЛЖ, независимо от того, страдают они приступами ЖТ или нет; есть у больного ИБС или ее нет. Несмотря на то что в последние



годы опубликованы рекомендации по применению имплантируемых КВД для первичной профилактики внезапной сердечной смерти у больных ИБС или без нее, по-прежнему идет поиск глобальных рисков для обоснования финансовых затрат, а также защиты пациентов от произвольных разрядов ИКВД. Предположение о том, что несанкционированный разряд дефибриллятора может быть обусловлен прогрессированием болезни сердца, привело к тому, что врачи чаще стали использовать так называемую антитахикардическую стимуляцию для прекращения ЖТ.

Количество катетерных абляционных процедур в последние годы возросло весьма существенно. Показания для РЧА распространяются на больных с синдромом преждевременного возбуждения желудочков, узловой и предсердной тахикардией, трепетанием и фибрилляцией предсердий, ЖТ, а также лечение аритмий при сложных ВПС. В 1998 г. М. Naissaguerre и соавт. впервые обратили внимание на роль формирования импульса в самой легочной вене и вокруг нее в генезе пароксизмальной ФП. Это позволило разработать специальные катетеры и подходы под контролем соответствующей техники расположения катетера для абляции. Ближайшие результаты у больных с пароксизмальной формой ФП оказались удовлетворительными. Меньше удовлетворяют результаты при персистентной и перманентной формах ФП. Сложные изменения (структурные, функциональные, электрические, метаболические и нейрогуморальные) наблюдаются после начала ФП и зависят от продолжительности аритмии. Сегодня недостаточно информации касательно тяжести этих изменений и возможности их обратного течения у каждого конкретного больного. Между тем для правильного отбора пациентов с ФП и длительным положительным эффектом после процедуры абляции это очень важно.

Электрофизиологи установили также, что аритмии сердца могут возникать вне сердца и быть связаны мышечным мостиком с предсердием или желудочком. Эти места эктопического формирования импульса могут быть обнаружены не только в легочных венах, но также в верхней и нижней полых венах, вокруг коронарного синуса, вокруг связки Маршалла и в основании аорты или легочной артерии (данные S.-A. Shen, M. Hissaguerre, D. P. Zipes).

Распознавание эпикардального начала ЖТ по ЭКГ позволяет успешно устранять методом катетерной абляции добавочные пути со стороны эпикарда. Это особенно важно, потому что можно устранять такие аномальные пути, которые невозможно картировать, или такие, которые формируют неустойчивую желудочковую тахикардию, а также устранять триггер фибрилляции желудочков.

Несмотря на серьезные достижения, в предстоящие годы аритмии сердца по-прежнему будут массовыми заболеваниями. Можно ожидать развития новых методов диагностики и лечения, что должно улучшить их лечение. Расширяется арсе-

нал антиаритмических препаратов. Увеличивается количество используемых устройств. Есть мнение, что со временем можно будет улучшить показания и отбор, используя имплантируемые и реимплантируемые КВД. Войдут в практику новые антиаритмические препараты для снижения числа разрядов и для прекращения ЖТ с помощью стимуляции. К улучшению результатов и снижению осложнений у больных с ФП приведет совершенствование электродов, появление «гибридных» методов визуализации и использование других источников энергии, кроме РЧА.

С большим интересом ожидается использование клеточной трансплантации для замещения поврежденных или утративших свою функцию миокардиальных клеток. Это направление, несомненно, будет энергично развиваться. Известно, что терапия стволовыми клетками не вызывает аритмии сердца, но с учетом малочисленности сведений о способности трансплантируемых клеток аккумулировать электромеханическую активность между собой и с кардиомиоцитами сердца делать прогнозы в этой области знаний рано.

По-прежнему исключительно важным является вопрос о механизмах аритмий. Новая информация о механизмах аритмий дает толчок к развитию фармакологического сектора лечения, а возможно и к новым методам катетерного воздействия в области очага аритмии или проводящих путей тахикардии. Последнее более перспективно, чем просто фармакологическая терапия.

За последние 40 лет достигнут существенный прогресс в диагностике и лечении аритмий сердца. Несмотря на это, существующие методы лечения в основном эффективны у небольшого, ограниченного круга пациентов. Особенно это касается предотвращения внезапной аритмогенной смерти. Необходимы принципиально новые направления исследований, которые изменят ситуацию.

Итак, прошло 40 лет после выполнения первой успешной операции по устранению жизнеугрожающей аритмии, обусловленной наличием у пациента синдрома WPW. Последующее развитие этого направления клинической медицины связано с чисто хирургическими находками: это открытие электрофизиологических признаков синдромов предвозбуждения желудочков, открытие и обоснование механизмов наджелудочковых тахикардий, а также механизмов и методов излечения при неишемических и ишемических желудочковых тахикардиях. Оказалось, что у одного и того же больного может быть несколько видов аритмий. Было установлено, что имеется ряд заболеваний, при которых аритмии проявляются особенно часто. Это в первую очередь синдром пролапса митрального клапана, а также аномалия Эбштейна. В 1981 г. нами впервые было устранено четыре вида аритмий у больного с аномалией Эбштейна. Для устранения синдромов предвозбуждения использовались различные методики: эндокардиальное отделение предсердия от желудочков, криовоздействие



и предложенная нами электроимпульсная деструкция пучка Кента, предельно упрощавшая выполнение этой процедуры. Несомненным достижением клинической хирургии второй половины XX века являются методы, использовавшиеся для устранения наджелудочковой аритмии: это электрическая изоляция левого предсердия, предложенная J. Cox, операция «коридор», предложенная G. Guiraudon, ее модификация, разработанная в нашем Центре, наконец, классическая операция «лабиринт-3», предложенная J. Cox. В последующем эта операция получила дальнейшее развитие в виде так называемых модифицированных операций «лабиринт». Сегодня идет разговор об операции «лабиринт-4». Однако, так же как при лечении сердечной недостаточности, когда нет альтернативы пересадке сердца, так и при лечении фибрилляции предсердий нет альтернативы классической операции «лабиринт-3». Несмотря на то что в лечении желудочковой тахикардии были достигнуты феноменальные результаты с использованием прямого картирования ЖТ и воздействием в этом месте способами, устраняющими очаг аритмии, широкого развития этот доступ в последующем не получил. Альтернативой ему явился более паллиативный, но упрощенный и дающий более весомые отдаленные результаты метод автоматического дефибрилляции сердца (ИКВД).

Во всей истории развития хирургической аритмологии был один нюанс, который в середине 80-х годов был очень хорошо осознан. Нюанс этот состоит в том, что развитие большинства тахикардий, имеющих в своей основе механизм повторного входа, предполагает, что если изменяется рефрактерность очага аритмии или путей, вовлекаемых в формирование круга риентри, то тахикардия не будет индуцироваться при возникновении экстрасимула. Это привело к формированию реальной электрофизиологической хирургии, всплеск которой мы продолжаем наблюдать по сей день. Объективности ради надо отметить, что после внедрения катетерных методов устранения синдромов предвозбуждения желудочков результаты улучшились и стали выше, чем те, которые мы получали при операциях на открытом сердце. Также надо отметить, что включение имплантируемых кардиовертеров-дефибрилляторов в программу борьбы с внезапной смертью привело к переносу активности по использованию этих устройств в практику лечения больных с жизнеугрожающими желудочковыми аритмиями. Последующее современное развитие катетерных методов устранения аритмий обусловило разработку альтернативных мини-инвазивных доступов для лечения различных видов аритмий. Сегодня, безусловно, имеется перевес, и очень ощутимый, на стороне интервенционных методов устранения тахиаритмий. Хирургическое пособие из этой практики вышло, за исключением случаев, когда имеется сочетанное заболевание: митральный порок сердца и фибрилляция предсердия, аномалия Эбштейна

и другие врожденные пороки сердца с сопутствующими аритмиями и т. п. Миниинвазивные пособия, несмотря на то что они активно внедряются в клиническую практику, все еще остаются очень громоздкими, технически трудновыполнимыми и очень дорогостоящими. Нет сомнений в том, что в ближайшие десятилетия все точки над «i» будут расставлены и для каждого конкретного больного будет выбрана оптимальная методика лечения, которая предполагает индивидуальный подход к пациенту.

И тем не менее человечество всегда будет обязано и, не сомневаюсь, будет вспоминать с огромной благодарностью пионеров хирургической аритмологии, годом рождения которой стал 1968-й. Хотелось бы при этом еще отметить, что операция Сили на целый год «опоздала» по сравнению с операцией пересадки сердца (1967 г.) и на 10 лет — с операцией имплантации первого электрокардиостимулятора (1958 г.). Это говорит лишь о том, насколько сложно было понять механизмы, лежащие в основе аритмий, и как мало было способов ее лечения вплоть до конца 60-х годов прошлого столетия.

## БИОГРАФИИ

### Уилл Кемп Сили (Will Camp Sealy)

Уилл Кемп Сили родился в городе Роберта, штат Джорджия, в 1912 г., закончил университет Эмори в 1933 г. и затем продолжал обучение в резидентуре в Дьюкском университете с 1936 по 1942 г. По окончании обучения он был призван в армию и служил с 1942 по 1946 г., став участником Второй мировой войны. Он был послан в качестве лейтенанта на европейский фронт и дослужился до главного хирурга госпиталя общего назначения № 121, а позже эвакогоспиталя № 128. Местом его службы была Англия, где его основным назначением было лечение возвращающихся раненых пилотов. За свою службу в армии был удостоен бронзовой Звезды за беззаветное служение долгу в военное время. По окончании войны он вернулся в Дьюкский университет в качестве хирурга, где работал под руководством первых заведующих кафедрами доктора Харта и доктора Гарднера старшим резидентом. В 1950 г. У. Сили стал сотрудником отделения грудной и сердечно-сосудистой хирургии, где проработал до 1984 г. Его научные интересы включали раскрытие механизмов парадоксальной гипертензии, некротических артериитов после устранения коарктации аорты и применение гипотермии в сочетании с искусственным кровообращением на самых ранних этапах появления этого метода. Он обессмертил свое имя исследованиями о хирургическом лечении аритмий сердца. Международное признание получили его работы, в том числе и по определению значения использования гипотермической перфузии у взрослых и у детей. Он также был один из первых хирургов, использовавших кардиоплегический раствор для защиты

миокарда. Доктор Сили совместно с доктором Брауном разработали первый очень эффективный теплообменник. Однако, вероятно, самым большим его достижением были работы в области электрофизиологической хирургии, которые явились началом нового раздела клинической медицины. Первую операцию при синдроме WPW, как известно, он осуществил 2 мая 1968 г. Его называли «отцом хирургической аритмологии».

В 1969 г. У. Сили был избран президентом Общества грудных хирургов. С 1971 по 1977 г. он занимал очень престижный пост директора Американского совета грудных хирургов. В 1975–1977 гг. он был также председателем Комитета по отбору резидентов для грудной хирургии. После выхода на пенсию в 1984 г. он ушел из штата Дьюкского университета и вплоть до 2000 г. был директором программ медицинского факультета в университете Мерсера, а также сотрудником хирургического отделения.

Доктора У. Сили не стало 27 января 2001 г.

#### **Джеймс Л. Какс (James L. Cox)**

Джеймс Л. Какс — иностранный член Российской академии медицинских наук.

Родился в 1942 г. Закончил в 1967 г. медицинский факультет университета Теннесси, где за выдающиеся достижения в учебе был удостоен диплома «Альфа Омега Альфа — премия за особые успехи». Следующие 11 лет Какс провел в резидентуре под руководством выдающегося американского кардиохирурга Дэвида Сабистона в Дьюкском университете, за исключением двух лет, когда он, как и все хирурги, служил в армии. После армии он был направлен в Национальный институт здоровья по линии академической хирургии на все оставшееся время резидентуры. После завершения резидентуры в течение последующих лет он продолжал работать в Дьюкском университете, а затем был избран руководителем отделения кардиоторакальной хирургии в Вашингтонском медицинском институте в городе Сент-Луисе. В 1997 г. Д. Какс покинул Сент-Луис и был избран заведующим отделением кардиоторакальной хирургии в университете Джорджтауна в г. Вашингтоне. В связи с появившейся вскоре операцией по замене обоих колен он был вынужден завершить свою хирургическую практику, но продолжает активно работать. В настоящее время он является председателем и исполнительным директором Всемирного фонда сердца, членом совета директоров Сети кардиоторакальной хирургии в Интернете (CTSNet). Джеймс Какс был редактором ведущих журналов Американской ассоциации торакальной хирургии. Им подготовлено более 100 резидентов и хирургов, представлено более 150 специальных докладов. Он более 180 раз выступал с лекциями по приглашению и приезжал в качестве визитирующего профессора в 79 институтов у себя в стране и за рубежом, оперировал более чем в 40 институтах, не считая тех, в которых он работал. Доктор Какс

был директором Американского совета грудных хирургов, членом Совета по исследованиям и образованию в области торакальной хирургии, членом Секции по исследованиям хирургии в Национальном институте здравоохранения и председателем Комитета резидентуры для торакальной хирургии.

В 2001 г. он был избран президентом Американской ассоциации грудных хирургов.

Деймс Какс неоднократно посещал нашу страну и наш Центр.

Научная деятельность Джеймса Какса характеризуется исключительной плодотворностью, а результаты хирургической практики являются весьма впечатляющими, поскольку в очень многих разделах сердечно-сосудистой хирургии ему удалось получить результаты, каких не добивался никто другой. В частности, в 2000 г. Джеймс Какс во время конференции, посвященной пятидесятилетии сердечно-сосудистой хирургии, был назван одним из 30 пионеров кардиоторакальной хирургии. По всеобщему признанию доктор Джеймс Какс является одним из выдающихся специалистов мирового масштаба, сделавших неоценимый вклад в хирургию сердца.

#### **Жерар Марсель Гирадон (Gerard Marsel Guiraudon)**

Жерар Гирадон родился в 1931 г. в Париже. После окончания средней школы он поступил на интенсивный пятнадцатилетний программный курс медицинского образования и тренинга в госпитале Парижа. В 1965 г. был удостоен диплома доктора медицины от французского правительства после защиты докторской диссертации по трансплантации легких. Затем он продолжил свою карьеру на медицинском факультете в Париже, где он был членом факультета и хирургом в больнице Питье-Сальпетриер. В июне 1980 г. в рамках советско-американского сотрудничества я находился в этой клинике и имел возможность наблюдать высочайший уровень мастерства своего коллеги. В тот период он оперировал очень много пациентов с ишемической болезнью сердца, приобретенными пороками сердца, с сочетанием этих заболеваний, но приоритетной в его работе была хирургия аритмий. Следует также сказать, что Ж. Гирадон первым выполнил трансплантацию сердца в Европе, однако по другим сведениям он входил в группу хирургов, осуществивших эту операцию. По крайней мере, им выполнены первые успешные операции при аритмогенной дисплазии правого желудочка, операции эндокардиальной резекции при ишемической желудочковой тахикардии, операция «коридор» при фибрилляции предсердий и многие другие операции. Далее Гирадон переезжает в университет Западного Онтарио в Лондоне (Канада), где он продолжил свои исследования преимущественно в области аритмологии. Наконец, в возрасте 65 лет он переезжает в Буффало (штат Нью-Йорк) и занимает должность

руководителя кардиоторакальной хирургии в системе здравоохранения Милларда Филмора.

Ж. Гирадон имеет множество наград, из которых отметим медаль выдающегося ученого от Северо-американского общества стимуляции и электрофизиологии (NASPE).

Ж. Гирадон является большим другом нашей страны, он неоднократно посещал нашу страну и выступал с лекциями в нашем Центре. Как отмечают сотрудники организации, куда он переехал из Канады, Гирадон привез с собой свою любовь и восхищение своей работой. Они говорят, что Гирадон вкладывает все свое сердце в работу.

Безусловно, интересными являются жизненные позиции этого человека. С учетом того, что он приступил к новой работе в возрасте 65 лет, то есть в возрасте, когда американцы официально выходят на пенсию, он говорил: «Не думаю, что я готов сегодня стать пенсионером. По-прежнему я чувствую себя в хорошей интеллектуальной и физической форме и ничего не делаю плохо. Единственное, что я ненавижу слышать, это когда люди говорят, что они прекратили всякую деятельность, поскольку они достигли успеха. Интеллектуальный процесс состоит в том, что Вы каждый раз решаете проблему и двигаетесь вперед. Чем больше Вы реализуете, тем меньше вероятность того, что это когда-нибудь закончится. Чем больше Вы познаете предмет, тем больше Вам хочется это продолжать. Чем больше Вы делаете открытий, тем больше Вам остается пространства для открытий. Это состояние мышления». Комментируя факт очередной смены места жительства, Гирадон говорил: «Каждый раз, когда Вы переезжаете на новое место, а особенно в другую страну, Вы находите контрасты и удивительные отличия. Это дает Вам встряску мозга, и Вы начинаете смотреть на предметы по-другому». Автор этих строк навещал Ж. Гирадона незадолго до начала Олимпийских игр в Москве. Он тогда много рассуждал о том, что эти Игры, по замыслу их создателя, предназначались для всех желающих посостязаться. И в том году он, как обычно, участвовал в марафонском забеге, при этом он очень артистично показывал, насколько он выдыхается, но все же пытается добежать, прежде всего чтобы доказать себе, что он чего-то стоит.

Профессора Гирадона любят во всем мире. Он очень доступен, всегда готов участвовать в совместных исследованиях, показательных операциях и поделиться тем, что знает. Интересно, что он имеет также и звание профессора-патолога, объясняя это тем, что для хирурга крайне важно знать этот предмет. Дети Ж. Гирадона, их трое, все живут во Франции и имеют своих детей. Хобби этого выдающегося человека — катание на велосипеде, бег, горные лыжи и чтение запоем. «Я люблю читать, — говорит профессор. — Это позволяет мне расслабиться, а потому я читаю одновременно больше, чем одну книгу, что дает мне возможность испытывать различные ощущения». Поскольку работа за-

нимает у него целый день и ни на что другое не остается времени, он считает кардиохирургию также своим хобби. «Есть поговорка, что люди свое хобби выполняют лучше, чем основную работу, поэтому, по крайней мере, в этом моем хобби (в сердечной хирургии) я чувствую себя уверенно». Когда у него спросили, что ожидает кардиохирургию в будущем, он ответил, что он живет в будущем фактически, потому что никакого интереса к тому, что он сделал ранее, не испытывает. Касательно самого большого достижения в своей профессиональной карьере он сказал, что он очень горд тем, что был вовлечен в хирургию аритмий сердца. «Вначале это было невспаханное поле, но благодаря усилиям кардиологов, ученых, электрофизиологов и патологов мы смогли развить хирургические методы и использовать эту технику у пациентов. Сегодня же хирургия аритмий — исключительно высокоэффективный метод и широкое поле для спасения больных. Позитивное и продуктивное вовлечение в процесс является очень благожелательным опытом. Это то, что я хотел делать в течение всей своей жизни. Надо любить то, что Вы делаете».

Мне, автору этой статьи, очень приятно цитировать то, что говорил Гирадон. Это выдающийся пример служения любимой профессии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Allessie M. A., Bonke F. I. M., Schopman F. I. G.* // *Circul. Res.* — 1977. — Vol. 4. — P. 9.
2. *Burchell H. B., Frye, Anderson M. W., McGoan D. C.* // *Circulation.* — 1967. — Vol. 36. — P. 663–672.
3. *Cartwright R. S. et al.* // *J. Thorac. Cardiov. Surg.* — 1964. — Vol. 47. — P. 755–761.
4. *Chen S.-A., Haissaguerre M., Zipes D.* // *Thoracic Vein Arrhythmias.* — Futura, 2004.
5. *Cobb F. R., Blumenschein S. C., Sealy W. C., Boinean J. P., Wagner G. S., Wallace A. G.* Successful surgical interruption of the bundle of Kent in a patient with Wolff-Parkinson-White syndrome\* // *Circulation.* — 1968. — Vol. 38. — P. 1018–1029.
6. *Dreifus L. S. et al.* // *Circulation.* — 1968. — Vol. 38. — P. 1030.
7. *Durer D.* // *Cardiovasc. Res.* 1968. — Vol. 2. — P. 1–18.
8. *Gallagher J. J. et al.* // *Circulation.* — 1981. — Vol. 64. — P. 176.
9. *Gallagher J. J., Kasel J. H., Cox J. L.* // *J. Cardiol.* — 1982. — Vol. 49. — P. 221–240.
10. *Haissaguerre M. et al.* // *New Engl. J. Med.* — 1998. — Vol. 339. — P. 659–666.
11. *Iwa T. et al.* // *Kuobu Geka.* — 1970. — Vol. 23. — P. 513–518.
12. *Josephson M. E. et al.* // *Circulation.* — 1979. — Vol. 60. — P. 1430–1439.
13. *Moe G. K.* // *Arch. Int. Pharmacodyn. Ther.* — 1962. — Vol. 140. — P. 183.
14. *Rensma P. L., Allessie M. A., Lammers W. J. E. P. et al.* // *Circ. Res.* — 1988. — Vol. 62. — P. 395.
15. *Sealy W. C.* // *Ann. Thorac. Surg.* — 1979. — Vol. 27. — P. 526.
16. *Sealy W. C. et al.* // *Ibid.* — 1969. — Vol. 8. — P. 1–11.
17. *Wallace A. G. et al.* // *Amer. Hart. J.* — 1966. — Vol. 72. — P. 60.
18. *Wood F. C. et al.* // *Ibid.* — 1943. — Vol. 25. — P. 454–462.

\* Первое описание операции Sealy, указаны все авторы.