

О ВЛИЯНИИ НА СЕРДЦЕ ЛЯГУШКИ СИЛЬНОГО ОДИНОЧНОГО  
ИНДУКЦИОННОГО РАЗДРАЖЕНИЯ

Г. С. Юньев и А. Г. Мерщиков

Из Института физиологии Наркомпроса (дир.—проф. Л. С. Штерн), Москва

(Поступила в редакцию 23.III.1938 г.)

В предыдущих работах<sup>1</sup> нами были описаны влияния, обнаруживаемые на сердце лягушки при непосредственном воздействии сильного синусоидального тока низкой частоты (50 Hz, напряжение 10—20 V); резко выраженный отрицательный инотропный эффект на желудочке и менее длительный на предсердиях и отрицательный дромотропный эффект, проявляющийся в наступлении продолжительных блоков — частичного или полного.

В этих же условиях изменяется ритм сердца (хронотропный эффект, протекающий двуфазно или трехфазно). Электрограмма обнаруживает расширение зубцов P и R, указывая на уменьшение скорости собственной мышечной проводимости желудочка и предсердий. Весьма часто наблюдается также контрактура.

Все описанные явления могут протекать вполне обратимо: даже после повторных воздействий тока обычно возвращается нормальная деятельность сердца.

Было обнаружено, однако, что при видимом восстановлении деятельности сердце в течение некоторого времени («следовая фаза») сохраняет предрасположение к рецидивам блока, которые возникают в ответ на одиночное индукционное раздражение околопороговой — иногда даже подпороговой — интенсивности («вторичный блок»).

Реже наблюдается в тех же условиях появление отрицательного хронотропного эффекта, иногда даже остановка синуса. В единичных же случаях одиночное индукционное раздражение умеренной интенсивности может вызвать отрицательный инотропный эффект.

Оказалось, таким образом, что одиночное индукционное раздражение слабой и умеренной интенсивности, приложенное к сердцу в течение «следовой фазы», после предшествующего воздействия сильного синусоидального тока может вызвать тормозящие эффекты, весьма сходные с теми, которые наступают под влиянием сильного синусоидального тока. Этот факт побудил нас заняться детальным изучением явлений, наблюдаемых при раздражении сердца весьма сильным одиночным индукционным ударом.

Методика

Проведено 62 опыта на обнаженном сердце лягушки. Несколько контрольных опытов поставлено на изолированном сердце. Раздражающие электроды — пластинки, выложенные с внутренней, вогнутой, поверхности влажной ватой и охватывающие сердце с двух сторон у предсердно-желудочковой границы. Во вторичной спирали индукци-

<sup>1</sup> Бюлл. эксп. биол. и мед., III, 360, 364, 1937.

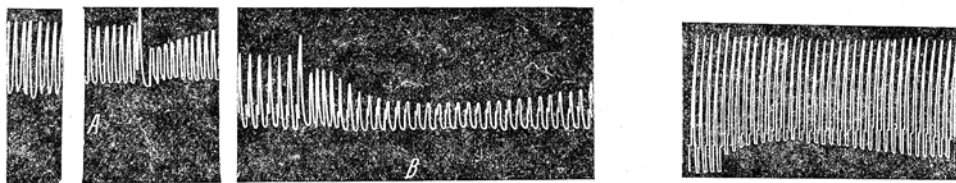
онного аппарата — 10 000 витков. Питание первичной спирали (с сердечником) — от 4-вольтового аккумулятора.

### Результаты

Наиболее часто наблюдаемое явление при сильном одиночном индукционном раздражении сердца — отрицательный инотропный эффект и на желудочке, и на предсердиях, продолжающийся в течение нескольких циклов (рис. 1, *A*).

Инотропный эффект достигает своего максимума в большинстве случаев уже по отношению к ближайшей систоле, в некоторых же других случаях этот эффект в течение ряда циклов (10—13) продолжает нарастать («динамическая фаза отрицательного инотропного эффекта») (рис. 1, *B*).

В описанных условиях опыта часто наступает контрактура сердца (рис. 2). Но вызвать блок одиночным индукционным ударом даже весьма значительной интенсивности (при вполне сдвинутых спиралях) удается лишь в единичных опытах. Этот факт составляет контраст с постоянно наблюдаемым свойством сильного синусоидального тока



14 см

6 см

Рис. 1

Рис. 2

Рис. 1. *A*—отрицательный инотропный эффект, вызванный одиночным индукционным ударом при расстоянии спиралей 6 см. Порог—14 см. *B*—отрицательный инотропный эффект, вызванный одиночным индукционным ударом (расстояние спиралей—0 см), достигает своего максимума не на ближайшей, а на последующих систолах. Порог 16 см

Рис. 2. Контрактура, вызванная одиночным индукционным ударом при расстоянии спиралей 5 см. Порог—17 см (в данном опыте электродами служат серфины, располагаемые на верхушке желудочка)

низкой частоты затормаживать предсердно-желудочковую проводимость и со свойством индукционного одиночного раздражения околопороговой силы пробуждать во время описанной ранее следовой фазы состояние вторичного блока<sup>1</sup> (см. сноску на стр. 485).

Представляет существенный интерес вопрос о природе отрицательного эффекта, наступающего при одиночном индукционном раздражении: играет ли роль возбуждение интракардиального аппарата блуждающего нерва под влиянием электрического раздражения? Ранее нами было установлено, что угнетение сердечной деятельности наблюдается при воздействии сильного синусоидального тока также и на атропинизированном сердце (этот результат недавно был подтвержден в нашей лаборатории опытами Воскобойниковой и Оселедец.) Следовательно, электрическое раздражение может оказывать непосредственное тормозящее влияние на миокард (отрицательный инотропный эффект), на предсердно-желудочковую проводящую систему (блок) и на очаг автоматизма (отрицательный хронотропный эффект, иногда кратковременные остановки синуса).

Само собой разумеется, что в нормальном сердце с сохраненной иннервацией этот первичный эффект сильного электрического раздражения суммируется с эффектом вторичным, зависящим от сопут-

ствующего возбуждения интракардиального аппарата блуждающего нерва.

Этот вторичный эффект по отношению к ритму уже давно был обнаружен при фарадизации синуса (Ludwig и Hoffa). В условиях же воздействия синусоидального тока низкой частоты на сердце возбуждение интракардиального аппарата блуждающего нерва было доказано в недавнее время в нашей лаборатории Гурвичем; при некоторых дозировках тока ему удалось наблюдать замедление ритма сердца и снижение сократимости предсердий и желудочка, исчезающие после отравления сердца атропином. Оказалось, что раздражающее действие тока локализовано в постганглионарном звене блуждающего нерва, так как эффект сохраняется после никотинизации сердца.

Надо отметить, что в некоторых случаях Гурвич наблюдал при воздействии синусоидального тока на сердце возбуждение интракардиального аппарата симпатического нерва, активирующее деятельность сердца в отношении ритма и сократимости, исчезающее после введения эрготамина.

Предположение о возбуждении интракардиального аппарата блуждающего нерва при одиночном раздражении сердца одиночным индукционным ударом представлялось вероятным на основании опытов, доказывающих возможность раздражения экстракардиальных волокон блуждающего нерва одиночными индукционными ударами значительной интенсивности (Donders, Rehfisch, Fredericq, Юньев и Поляков).

При экспериментальной проверке этого предположения оказалось, что после атропинизации сердца, полностью выключившей тормозящий эффект раздражения смешанного ствола блуждающего нерва, сильное одиночное индукционное раздражение сердца продолжало вызывать отрицательный инотропный эффект и на желудочке, и на предсердиях (неопубликованные наблюдения Юньева и Зилотиной) в результате непосредственного влияния на миокард. В этих же опытах было показано, что при меньшей интенсивности индукционного одиночного удара отрицательный инотропный эффект после атропинизации часто значительно ослабевает и даже исчезает вовсе, доказывая возможность возбуждения внутрисердечных волокон блуждающего нерва при одиночном электрическом раздражении.

Уменьшение сократимости сердца, наступающее в результате непосредственного влияния одиночного индукционного удара на миокард, может быть понято как выражение своеобразного электрона, вызываемого этим ударом, и как аналогия анодического расслабления, давно обнаруженного Бидерманом под влиянием постоянного тока. Но в наших опытах не удалось заметить дифференцированной роли полюсов: отрицательный инотропный эффект наблюдался и при поперечном прохождении индукционного тока через пластинчатые электроды, и при ветвлении тока от пары серфинов, фиксированных в контрольной серии на верхушке желудочка.

Возможность электротонических явлений в нерве под влиянием сильного индукционного раздражения давно допускалась при интерпретации явления «пробелов Фика». В недавнее время эта возможность была доказана электрофизиологическими исследованиями Эрлангера и Гассера и Д. С. Воронцова. Предположение об электротоническом влиянии одиночного индукционного удара на сердце беспозвоночных было давно высказано Карлсоном (Carlson, 1906).

Значительный интерес представляет проблема интерпретации длительных явлений угнетения, вызываемых одиночным индукционным ударом и синусоидальным током, с точки зрения ионной теории раздражения. Эта проблема требует дальнейших исследований.