

По данным *Bishop* и *Erlanger*, анэлектротон сокращает рефрактерную фазу, а катэлектротон удлинняет ее. *Ebbecke* в сокращении рефрактерной стадии при анэлектротоне и видит причину восстанавливающего действия анода, а в удлинении ее при катоде усматривает причину депрессивного действия катода.<sup>57</sup> Экспериментальная часть нашей работы в основном подтвердила правильность теоретических предположений. Столь, однако, закономерное, как на нервном стволе, различие в действии кат- и анэлектротона при восстановлении сердечной деятельности нами не всегда наблюдалось. При действии восходящего или нисходящего тока на еще не остановившееся сердце получались иногда противоположные изменения, идущие в одном направлении и часто отличающиеся только количественно. Особенно трудно получить качественную разницу после нескольких извращений тока (может быть за счет появления вторичных полюсов). Наблюдались случаи, правда не часто, когда восстановление лучше происходило не под влиянием анэлектротона, а под влиянием катэлектротона (после предварительного действия анэлектротона).

Конечно мы и не могли ожидать, что центральная нервная система— этот анатомически и физиологически сложный субстрат — давала бы такие же закономерные изменения, какие дает нервный ствол. В центральной нервной системе, благодаря сложности ее функций, каждое ожидаемое изменение может быть так завуалировано другими смежно протекающими процессами, что мы не всегда можем его констатировать.

В результате работы можно прийти к следующим выводам.

1. Постоянный ток нисходящего направления (анод на голове или на обнаженном мозгу, катод на конце позвоночника) силой от 1 до 3 мА на наркотизированных лягушек, восстанавливает сердечную деятельность как в случае остановки сердца сильным индукционным током так и в случае остановки под влиянием наркоза.

2. Анэлектротоническое восстановление сердечной деятельности достигается и при условии расположения обоих электродов на голове (дифферентный электрод на обнаженном продолговатом мозгу, индифферентный у начала морды) при силе тока от 0,1 до 1 мА.

---

## ЭЛЕКТРОТОНИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОТРАВЛЕННОГО СЕРДЕЧНЫМИ ЯДАМИ СЕРДЦА ХОЛОДНОКРОВНОГО

*Б. А. Зубер*

Уже давно нас интересует вопрос о рациональном применении электрического тока для восстановления деятельности жизненно важных органов (*Васильев*, *Петров*, *Лапицкий* <sup>24</sup>).

В частности *Васильев* удалось получить электротоническое восстановление деятельности сердца лягушки, отравленного сердечными ядами—ареколином и строфантинном. В его опытах сердце лягушки, остановившееся в диастоле под влиянием ареколина, восстанавливало свою деятельность под влиянием катода постоянного тока. Анод, напротив, ухудшал функциональное состояние сердца. Систолическая остановка сердца,

вызванная альтерацией строфантинном, в опытах Васильева устранялась анодом постоянного тока. Катод в тех же условиях усиливал действие яда.

На основании полученных экспериментальных данных Васильев делает предположение о том, что в случаях алектротонического восстановления нервно-мышечный аппарат сердца находится в состоянии „парабиотической“ альтерации (Введенский И). В тех же случаях, когда наблюдается катэлектротоническое восстановление, нервно-мышечный аппарат сердца находится в состоянии „антипарабиотической“ альтерации (бинарная теория Васильева<sup>5</sup>).

Продолжением цитируемой работы является настоящее исследование, порученное мне для разработки проф. Л. Л. Васильевым. Задачей данной работы было изучение электротонического восстановления деятельности сердца, отравленного камфорой или кофеином. Эти яды являются одними из наиболее распространенных препаратов в медицине. Однако нельзя считать вопрос о характере действия кофеина и камфоры на сердечную деятельность окончательно решенным, хотя и существует, казалось бы, общепринятый взгляд клиницистов по этому вопросу (Мак И, Левин, Кравков, Winterberg, Seligmann, Лансберг<sup>69</sup>).

Такое положение тем более нежелательно, если вспомнить, что у постели умирающего врач зачастую эмпирически поочередно вводит больному то камфору, то кофеин. В результате организм имеет дело уже с комбинированным действием фармакологических веществ, быть может не совсем тождественных по своему действию. Вот почему наше исследование может иметь некоторый интерес и в отношении выяснения вопроса о природе действия камфоры и кофеина.

В настоящей работе мы исходим из точки зрения бинарной теории Васильева. По этой теории все физико-химические агенты по характеру их действия на нервный ствол могут быть подразделены на две группы: 1) катод постоянного тока и агенты подобные ему по действию и 2) анод постоянного тока и все физические и химические факторы, действующие более или менее аналогично аноду.

Исходя из этой теории, мы изучали действие анода и катода постоянного тока на изолированное отравленное сердечными ядами сердце холоднокровных.

В своих опытах мы воспользовались следующей методикой: у спинальной лягушки, укрепленной на пропарафинированной пробковой пластинке, вскрывалась грудная клетка. Освобожденное от сердечной сумки сердце верхушкой прикреплялось к кардиографу Энгельмана. Запись производилась на вращающемся барабане кимографа. Скорость вращения барабана в продолжение всего опыта оставлялась одной и той же. Через промежуток времени, достаточный для того, чтобы сердечная деятельность пришла в „норму“ после перенесенной операции, на сердце наносился изучаемый агент капельным способом.

Источником тока служила аккумуляторная батарея в 40 V. С помощью потенциометра к препарату отводился ток нужной силы. В ответвленную цепь включались ключ, милламперметр и двойной переключатель. Последний давал возможность в случае надобности извращать направление тока. Ток к сердцу подводился неполяризующимися кисточными электродами Дюбуа-Реймона. Один из них (активный) касался сердца

с правой стороны, приблизительно у границы между предсердием и желудочком. Второй (индифферентный) накладывался на брюшную стенку. Моменты включения и выключения тока отмечались электромагнитным отметчиком. Опыты ставились на лягушках (*Rana temporaria*).

В первой серии опытов мы изучали действие анода и катода постоянного тока на деятельность сердца, отравленного камфорой.

Для опытов применялся 10% раствор oleum camphor. При первых же опытах выявилось достаточно быстрое действие названного яда (рис. 1, миограмма А: К — момент нанесения яда; внизу отмечено время в минутах от начала альтерации).

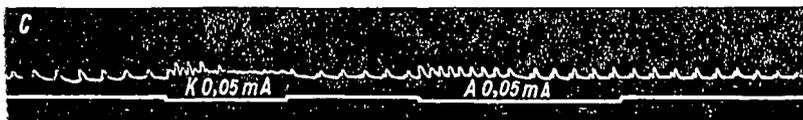
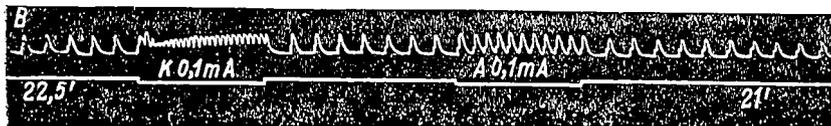
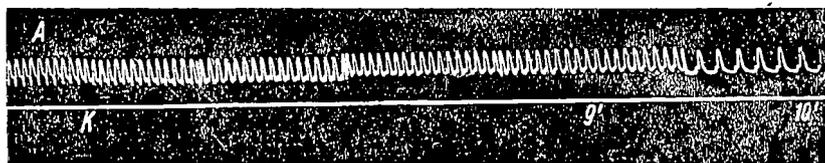


Рис. 1.

Как видно на миограмме А, уже на второй минуте заметно изменился характер сердечной деятельности. Эти изменения во времени все прогрессируют и к десятой минуте достигают значительных размеров. Они выражаются в замедлении ритма и в уменьшении величины систолы. Замеченные на миограмме А явления все нарастают на последующих приведенных миограммах, полученных в продолжение того же опыта (миограммы: В, С, D).

Наряду с указанными изменениями на этих миограммах отражен характер действия на сердечную деятельность анода и катода постоян-

ного тока по мере развития альтерации. Так, например, если в начале опыта благотворное влияние анода и отрицательное действие катода только намечаются (миограмма В), то уже на последующих стадиях альтерации эта разница заметно нарастает (миограмма С). Нижняя линия опусканием обозначает момент включения тока, подъем ее — момент выключения тока. А — анод; К — катод; мА — миллиамперы).

Как видно из миограммы В, катод постоянного тока суммируется в своем действии с камфорой — сердечная деятельность при его включении резко ухудшается. Анод при тех же условиях улучшает функциональное состояние сердца. Ритм и конфигурация сердечных сокращений под влиянием анода начинают приближаться к ритму и конфигурации их, наблюдавшимся в начале действия яда (ср. миограммы А, В, С).

Те же соотношения, но в более характерном виде, мы наблюдаем на миограммах С и D (обозначения те же).

На миограмме С видно, что катод постоянного тока почти прекращает сердечную деятельность; анод временно улучшает функциональное состояние сердца. И, наконец, миограмма D иллюстрирует действие анода и катода в тот момент, когда сердечная деятельность в данном опыте почти прекратилась.

Здесь анод постоянного тока заметно усиливает сердечную деятельность; катод же, наоборот, при своем включении прекращает ее.

Таким образом видно, что в продолжение всего опыта действие камфоры усугубляется катодом постоянного тока. Анод же при каждом включении как бы снимает изменения, вызванные ядом в сердце, и восстанавливает функциональную способность сердца даже тогда, когда она полностью прекращена действием яда.

Вторая серия опытов была посвящена электротоническому восстановлению сердца, отравленного кофеином. Для работы был использован химически чистый кофеин различной концентрации (от 0,02—1,0%). В основном мы пользовались 1% раствором кофеина, так как нас главным образом интересовала физиологическая природа действия применяемого яда. Отметим, что при указанной концентрации деятельность сердца в наших опытах обычно замедлялась. Амплитуда сердечных сокращений резко увеличивалась и удлинялась, при дальнейшем действии кофеина спускалась до минимума и прекращалась. Иногда удавалось наблюдать в течение опыта экстрасистолию. Экстрасистолия чаще выявлялась, когда в опыте применялся раствор более слабой концентрации. При более высоких концентрациях процесс развивался, повидимому, столь быстро, что эту фазу реже удавалось наблюдать.

По основному интересующему нас вопросу мы получили следующие результаты: кофеин в зависимости от стадии своего действия вызывал в сердце лягушки различные по своей природе физиологические изменения. Например, как это показано на миограмме А рис. 2 (обозначения те же), в первой стадии действия кофеина катод постоянного тока (К — активный электрод на сердце) улучшает работу сердца. Катод как бы снимает изменения, вызванные кофеином.

Из миограммы А видно, что включение катода на фоне резко измененной деятельности сердца (редкие и высокие сокращения) сопровождается улучшением сердечной деятельности. Характер сокращений по своей частоте и конфигурации приближается к более раннему периоду

действия кофеина. Включение анода в этих же условиях ухудшает работу сердца: сокращения беспорядочные, амплитуда резко колеблется.

С развитием альтерации наступает такая фаза, когда и катод и анод постоянного тока оказываются тождественными в своем проявлении на сердечную деятельность — угнетают ее.

Миограмма В того же рисунка иллюстрирует дальнейший ход развития отравленного сердца и характер действия на него анода и катода при одной и той же силе тока. При первом включении тока катод как будто улучшает сердечную деятельность (по характеру сокращений), но затем полностью ее затормаживает. При выключении катода работа

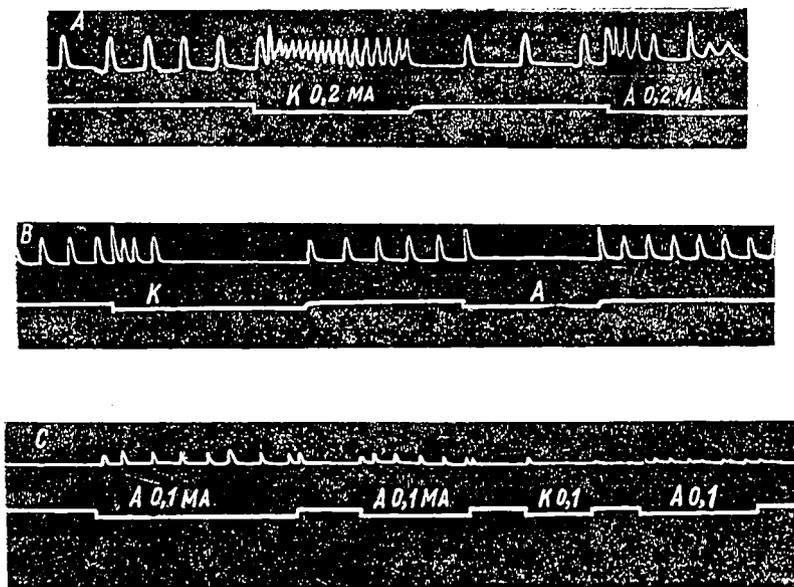


Рис. 2.

сердца восстанавливается, и сердце продолжает сокращаться так же, как оно сокращалось до включения тока. Анод сразу тормозит сердечную деятельность, но по выключении тока сокращения сердца возобновляются. Вторичное включение катода вызывает тотчас же остановку сердца. По выключении катода сердце снова начинает функционировать. Последующее включение анода не только прекращает деятельность органа на время прохождения тока, но и после его выключения. Это продолжается недолго. Вскоре начинает выявляться следующая картина: катод постоянного тока уже больше не улучшает работу сердца, как мы это видели в начальной фазе альтерации, а, наоборот, тормозит, тогда как анод при каждом включении как бы снимает изменения, вызванные ядом в сердце, и повышает его работоспособность. Благоприятное влияние анода сказывается и на сердце, доведенном до полного отравления. Уже полностью прекращенная под влиянием кофеина сердечная деятельность восстанавливается при каждом включении анода (рис. 2, миограмма С).

Катод постоянного тока на миограмме С останавливает работу сердца, отравленного 1% раствором кофеина. Выключение катода не приводит сердце в деятельное состояние, включение же анода на этом фоне сопровождается восстановлением сердечной деятельности. Торможение катодом и стимуляция анодом наблюдается еще долго до полного прекращения сердечной деятельности.

На основании этого наш экспериментальный материал может быть истолкован следующим образом. Кофеин в первой стадии своего действия на сердце вызывает в нем изменения, аналогичные изменениям, создающимся при включении анода постоянного тока. С точки зрения биарной теории Васильева кофеин в этой фазе выступает как агент антипарабиотической природы. Это позволяет понять и то, почему судороги, наступающие у животных при отравлениях кофеином, протекают по типу судорог, наблюдаемых при отравлении нервных центров стрихнином. Стрихнин, согласно данным Петрова, в первую фазу своего действия на спинной мозг лягушки также оказывается агентом антипарабиотического характера.

Во второй стадии своего действия на сердце кофеин в наших опытах проявляет себя уже как парабиотический агент, так как в данном случае выявляется его синергизм с катодом.

Однако нам кажется, что клиницистов должна особенно интересовать первая из описанных фаз (антипарабиотическая, так как, применяя кофеин, они рассчитывают на быстрый, ближайший эффект).

Для выяснения природы действия кофеина мы попытались проследить изменение электрического потенциала, развивающееся в участке нерва, подвергнутого альтерации кофеином.

В немногочисленных, пока ориентировочных экспериментах удалось установить, что под влиянием кофеина в альтерируемом участке нерва сперва развивается электропозитивность. Этот результат подтверждает высказанное нами предположение по поводу антипарабиотической природы кофеина в первой фазе его действия.

Полученные экспериментальные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Деятельность сердца, альтерированного кофеином или камфорой, восстанавливается при соответствующем применении электрического тока.

2. Деятельность сердца, остановившегося под влиянием камфоры, в большинстве случаев восстанавливается анодом постоянного тока.

3. Кофеин следует отнести к разряду агентов, обладающих двуфазным действием. В первую фазу своего действия на нервно-мышечный аппарат сердца кофеин является синергистом анода, т. е. выступает как агент антипарабиотической природы; во второй фазе своего действия он проявляет себя уже как синергист катода, т. е. действует парабиотически.

4. На основании этих данных можно допустить, как далекую перспективу, возможность применения постоянного электрического тока в комбинации с сердечными ядами.