

# О способе действия токов высокого напряжения (статическое электричество и токи d'Arsonval'я<sup>1</sup>).

Прив.-доц. **Н. М. Рудницкого** (Ленинград-Самара).

## *1. Статическое электричество.*

С точки зрения электронной теории под статическим электричеством следует понимать известную массу электронов, сосредоточивающихся в определенном месте и оказывающих отсюда известное воздействие на окружающую среду; этим оно и отличается от гальванического и переменного электричества, где электроны постоянно находятся в движении<sup>2</sup>). Другое важное его отличие от этих токов—то, что оно обладает высоким напряжением.

В противоположность другим видам электричества статическое электричество, как лечебное средство, издавна вызывало к себе скептическое отношение. Так, еще основоположник научной электротерапии *Duchenne* высказывался против этого метода, и лишь авторитет *Charcot* восстановил во Франции его репутацию, особенно после того, как (*Vigoux*) сообщил о многочисленных успехах, полученных от его применения при истерии. В Германии *Roszbach* равным образом совершенно не признавал франклинизации, а в новейшем издании известного руководства *Kowarschik*'а последний высказывается в том смысле, что франклинизация „есть совершенно лишний метод лечения“. Между тем наши наблюдения над этим видом электротерапии по тем результатам, которые от него получаются, отнюдь не могут в наших глазах умалить значение этого метода, не говоря уже о том бесспорном его преимуществе, что больного можно пользоваться им без раздевания.

Чем же, однако, объяснить такое отрицательное отношение к этому методу со стороны других, и притом весьма авторитетных, авторов? По-видимому, главной причиной этого является то обстоятельство, что авторам, как формулируется тем же *Kowarschik*'ом, было непонятно, „каким физическим или химическим путем происходит от него улучшение“. Для нас это обстоятельство не имеет значения, ибо из того, что мы не знаем, как действует или как может действовать тот или иной лечебный агент, вовсе не следует, чтобы мы перестали его употреблять, раз мы с очевидностью наблюдаем от него известный терапевтический эффект. Не будем, конечно, отрицать для этого метода известного влияния внушения (боль-

<sup>1</sup>) Избранные места из подготовляемого к печати „Руководства по физиотерапии“.

<sup>2</sup>) Переход, существующий между статическими и гальваническим электричеством, можно усмотреть в том, что, если соединить оба проводника машины, то получится непрерывное течение электричества от положительного к отрицательному полюсу.

шой, сложный аппарат, таинственный треск, световые пучки по кондукторам, искры, поднятие волос и чувствительные раздражения кожи; однако сводить здесь весь лечебный эффект на внушение, как то делают некоторые электротерапевты,—никоим образом нельзя. Более того,—пелый ряд соображений решительно говорит не только против исключительного, но даже и против особо-существенного действия здесь внушения. Чтобы доказать это, попытаемся набросать очерк того, каким образом можно себе представить причину лечебного действия франклинизации.

Прежде всего укажем, что известное действие статического электричества на животный организм является несомненным, не говоря уже о старых опытах Sch wand'a и др., из недавних опытов Цветков ой и особенно Уграмова. В опытах первой статическая ванна у кроликов давала увеличение числа лимфоцитов, причем от применения катода реакция крови от процедуры получалась сильнее, чем от применения анода. Наблюдения же Уграмова над действием тока высокого напряжения говорят за благоприятное влияние статических ванн на развитие головастиков и о повышении  $t^0$  тела после ванны на 2—3<sup>0</sup>.

Конечно, от этих данных до объяснения терапевтического действия—дистанция огромного размера, и поэтому мы будем базироваться на других соображениях. Ища объяснения для данного действия, мы прежде всего должны остановиться на том феномене, который имеет место при наиболее распространенной франклинновской процедуре—статической двуполярной ванне, и который особенно бросается здесь в глаза,—мы имеем в виду дуновение или ветер, который исходит от машины к телу (обычно к голове пациента). Здесь невольно приходит на мысль следующее соображение: когда нас обвеивает легкий (теплый) ветерок, мы обычно испытываем весьма приятное состояние (эйфория). Есть ли это просто субъективное ощущение, или оно является результатом адекватных объективных изменений в определенных органах и тканях нашего организма? За второе предположение говорит целый ряд данных, которые приведены нами в другом месте <sup>1)</sup>, и из которых мы здесь напомним лишь про опыты Могеля, воспитывавшего морских свинок на ветру и без него, причем оказалось, что первые развивались гораздо лучше. Слабая интенсивность ветерка при франклинизации не только не должна нас смущать но, наоборот, является важным моментом, если мы вспомним про опыты Grützigera и Heidenhaina, которые на или, что минимальные кожные раздражения („обдувание“) могут вызывать значительное повышение кровяного давления, тогда как часто сильные кожные раздражения не дают этого эффекта и даже понижают кровяное давление. Что способ действия здесь—рефлекторный, это, конечно, вряд ли подлежит сомнению. Во всяком случае Bordier было доказано, что данный электрический ветер обладает режимом сосудодвигательным действием.—большим, кстати сказать, от отрицательного ветра.

Однако одним этим моментом действие статического электричества не исчерпывается, ибо приведенное толкование могло бы объяснить нам эффект статического душа, но не той униполярной ванны, где ветерка нет, и где тело больного непосредственно заряжается электричеством через проводник. Сущность этого другого, оказывающего здесь действие,

<sup>1)</sup> Вода, воздух и климат и т. д. Ленинград. 1926.

момента, — повидимому, более важного, чем выше рассмотренный, — остается для нас совершенно гадательной; можно только в числе прочих предположений сделать здесь и следующее, основывающееся на том факте, что статическое электричество распространяется обычно по поверхности тела: статический ток, сосредоточиваясь в верхних слоях крови, раздражает здесь, в числе прочих тканей, и кожные сосуды. Если же вспомнить, что действие гальванического и фарадического токов можно свести на раздражение кожных сосудов, то стремление к аналогии или вообще к принятию монистического принципа явилось-бы шансом в пользу принятия предположения, что и действие статического электричества заключается в том же; разница лишь та, что способ проникновения тока к этим сосудам здесь иной, и что раздражение сосудов здесь будет несравненно нежнее. Последним, кстати сказать, и объясняется возможность воздействия этого тока на поверхность всего тела, что для гальванического и фарадического тока является немыслимым и возможным лишь через посредство еще другой среды, напр. в ванне. Дальнейшее действие тока на сосуды, — или, точнее, на оплетающие их стенки нервные сплетения, — сводится здесь, как и там, на рефлекторные влияния, в чем-бы последние не заключались. Напомним по этому поводу, что за рефлекторную природу действия франклинизации уже высказывались некоторые авторы, как, напр., Добротворский.

Что касается действия местных франклиновских процедур, то рефлекторная природа получающегося здесь терапевтического действия еще менее вызывает сомнение. — безразлично, идет ли при этом речь о дуновении из остря, дающем самую легкую степень раздражения крови, или о резком искровом разряде.

В частности, относительно действия франклиновских искр мы имеем следующие данные: во-первых, Bordier было доказано повышение  $t^{\circ}$  на месте, подверженном действию искры, а равным образом сосудодвигательное действие (сначала бледность, потом краснота, а если раздражение продолжается в одном месте несколько минут, то даже и экссудативные явления); во-вторых, франклиновская искра вызывает сокращение мышц, которое может быть или посредственное — когда электрод, соединенный с одним из кондукторов, непосредственно приложен к коже, причем искра, значит, будет между шарами кондукторов, или непосредственное — когда искра извлекается из кожи больного; непосредственное возбуждение менее энергично, но зато и менее болезненно.

## II. Токи *d'Arsonval's*.

Прежде, чем обратиться к рассмотрению способа их действия, уместно будет в нескольких строках коснуться их свойств.

С точки зрения физики токи большой частоты представляют от обыкновенных переменных токов следующие три отличия:

1) Они вызывают крайне интенсивные явления индукции, а именно: электродвижущая сила индукционного тока в проводнике, находящемся вблизи индуктирующей системы, равняется произведению из интенсивности тока на частоту. Так, допустим, что число периодов данного тока — 500 тыс. в секунду, и что средняя сила тока — 1 ампер: тогда электродвижущая сила индукции в одном обороте будет такая же, как в том случае, если-бы ток в 100 ампер, частота которого — 500, циркулировал в 10 оборотах спирали.

2) Токи большой частоты дают явления резонанса (на чем и основано Оудин'овское приспособление).

3) Эти токи одинаково хорошо циркулируют в замкнутой и разомкнутой цепи, на чем и основано однополюсное местное их применение; объясняется это свойство,—подобно тому, как это имеет место в статическом электричестве,—высоким напряжением данных токов.

В отношении физиологического действия об этих токах можно до известной степени сказать то же, что и о предыдущем виде электричества высокого напряжения, т. е. остатическом электричестве: в то время, как для гальванического и фарадического токов авторы все время ищут физиологическое основание их терапевтического действия, токам высокого напряжения стараются все-цело или частично отказать в каком-бы то ни было физиологическом действии на организм. Так, по поводу общих процедур токов d'Arsonval'я (клетка, конденсаторная кровать) Frankenhäuser высказывает сомнение, „оказывают-ли эти способы какое-либо действие, кроме внушения“. Равным образом Kowarschik склонен считать, что „с введением диатермии роль названных общих процедур можно считать законченной“. Что же касается непосредственного применения этих токов в виде искр, получаемых от конденсаторного электрода, за которым и Frankenhäuser признает физиологическое действие, то последнее рисуется им следующим образом: „эти искры действуют подобно всякому другому электрическому сотрясенню, как раздражение протоплазмы; с другой стороны, они производят чисто-механическое раздражение, и действие их ощущается, как удар кнута“. Но если они действуют „подобно всякому электрическому сотрясенню“, то тогда, значит, их можно заменить, скажем, фарадическим током, а между тем опыт с несомненною показывает, что последний часто (напр., при невралгиях) остается бесполезным там, где местная д'арсонвализация дает хороший эффект. Что же касается второй стороны их действия, как она представляется Frankenhäuser'у, т. е. „чисто-механического раздражения, как удар кнута“, то и это толкование не может быть принято, ибо в таком случае действие данной процедуры можно было бы заменить механической процедурой, напр., вибрацией, чего, однако, опыт также не позволяет сделать. Правильнее будет искру считать за раздражение не механическое, а sui generis, и действие, производимое ею, отождествить с действием искры от статической машины, равно как и тот „эффлувий“, который можно получать при применении известных электродов (см. ниже), отождествить с истечением из франклиновского острия.

Таким образом на действии местной д'арсонвализации вряд-ли нужно долго останавливаться.—это действие сводится к местному раздражению и аналогично в данном отношении, не говоря о только что упомянутой местной франклинизации, действию других раздражающих процедур, напр., горчичников, мушек и пр., с той особенно-тью, что действие это гораздо более нежное (для „эффлувия“, для мелких искр), почему и может быть применяемо там, где другие, более грубые приемы раздражения противопоказаны.

Что токи d'Arsonval'я действительно оказывают местное раздражающее влияние на кожу, это показывают опыты Breinert'a и Weil'я, где после сеанса местной д'арсонвализации (45 сек. при искре

в 3—5 мил.) у кролика на биопсии сосуды кожи как периферические, так и глубокие оказались переполненными кровью.

Тем большее внимание нужно уделить общим процедурам применения токов d'Arsonval'я. Главной причиной скептического отношения авторов к ним служат следующие фактические данные:

1) Переменный ток высокой частоты не дает никаких раздражений ни двигательных, ни чувствительных нервов. Объясняется это след. образом: по данным Neersta's раздражение от электрического тока равно  $\frac{i}{\sqrt{n}}$ , где  $i$ —сила тока, а  $n$ —частота; ясно, что, если  $n$  велико, т. е. равно сотням тысяч, то раздражение будет минимально, и ergo сокращения не получится.

2) В то время, как токи d'Arsonval'я в медицине особенно были рекомендованы в случаях повышения кровяного давления, опыты Vergonié, Broca и Ferrier, произведенные в высшей степени тщательно и с полной гарантией их точности, показали следующее: из 39 измерений кровяного давления после сеансов д'арсонвализации 4 раза было обнаружено понижение кровяного давления, 10 раз—повышение и 21—раз никакого изменения; влияние же их на температуру тела и обмен веществ выражало-ь лишь в повышенной отдаче тепла.

3) Вопреки утверждению d'Arsonval'я, Bordier, Lecomte'a об изменении обмена веществ в клетке, опыты их не встретили подтверждения.

Пусть, однако, токи d'Arsonval'я не действуют на двигательные и чувствительные нервы, равно как и на состояние кровяного давления и обмен веществ. Значит-ли это, что они не могут обнаружить терапевтического действия в определенных случаях? Что эти токи во всяком случае имеют физиологическое действие,—это вряд ли теперь можно отрицать, как-бы противоречивы ни были прежние сообщения. Так, за последнее время в Севастопольском Сеченовском Институте опытами на животных было доказано, что данные токи вызывают эмиграцию лейкоцитов из сосудов, длящуюся втечение часа (Цветкова), что они временно понижают гальваническую возбудимость, а равно вызывают повышение содержания крови (Щербак), наконец, что приложение этих токов к области печени и селезенки дает повышение лейкоцитоза и изменение лейкоцитарной формулы (Сургучев).

Конечно, мы приводим эти данные вовсе не для того, чтобы базировать на них, как это склонны делать некоторые, терапевтическое действие. В самом деле, если видеть причину терапевтического действия в увеличении числа лейкоцитов, которое считается некоторыми доказательством подъема защитных сил организма, то в том же Сеченовском Институте Пригоровский и Глинка обнаружили „значительное нарастание числа белых шариков“ и от световых ванн. Понятно, что если-бы терапевтическое действие токов d'Arsonval'я, напр., при некоторых болезнях сердца, зависело от повышенного лейкоцитоза, то при тех же болезнях должны были-бы помочь и световые ванны, или же кварцевое освещение, результатом которого также является увеличение числа лейкоцитов (Ашкевич и Стояновская). Однако этих процедур мы не будем применять при данных болезнях.

Итак, если токи d'Arsonval'я могут оказывать известное физиологическое действие, то уже a priori нельзя отрицать за ними возможности и те-

рапевтического действия. Как представлять себе это действие? Если иметь в виду два главных показания, выработанных опытом для клетки d'Arsouval'a—повышение кровяного давления и невращению, если принять также в соображение и тот мыслимый субстрат невращения, который был нами в свое время предложен (изменение кровообращения в тех или иных центрах головного и спинного мозга, то наиболее вероятным предположением является,—что действие их происходит через влияние на сосуды. Если это принять, то тогда можно усмотреть явную аналогию или даже тождество их действия с действием общих франклиновских процедур, как оно выше представлено, причем кстати будет указать на близость токов статических и д'арсонвалевых в их сущности. Другой вопрос, конечно,—действуют ли эти токи непосредственно на стенки патологических сосудов, на их *vasa vasorum* или на центры последних. Решить это—дело будущих исследований. В такой концепции нас не должно смущать то обстоятельство, что опытными данными, как это выше уже было указано, нельзя было доказать определенного влияния данных токов на сосуды ибо опыты эти производились в физиологических условиях, между тем как сейчас речь идет о терапевтическом действии; а нам известно, что патологическая ткань отвечает на такое минимальное раздражение, которое на здоровую ткань никакого влияния не обнаруживает. Насколько условия терапевтического действия отличаются от физиологического влияния и вообще являются темными, видно из примеров, взятых из других отраслей данной дисциплины: известно, напр., что кварцевое освещение при ортогликемии, вызывающее понижение количества сахара в крови, при гипогликемии вызывает повышение его. Вообще за последнее время все более и более накапливаются наблюдения, что терапевтические воздействия влияют не в том грубо-физиологическом смысле, что они повышают то, что понижено, но в том также, что они понижают то, что повышено, т. е. действуют регулирующим образом. В этом смысле мы и должны понимать выражение старых авторов „альтервирующее влияние“ и пока нам еще неясно интимное действие токов d'Arsouval'a в общем их применении, мы можем ограничиться именно представлением об их „альтервирующем“ действии на кровообращение, предоставляя дальнейшим работам выяснять детали такого действия.

Я не могу, конечно, не сознавать, что обоснованность данного представления чрезвычайно невелика, но в вопросах подобного рода более, чем где-бы то ни было, применима житейская поговорка: „лучше что-нибудь, чем ничто“. Это нужно понимать след. образом: необходимым условием для научного прогресса в той или иной области является—иметь т. наз. рабочую гипотезу, без которой дальнейшие исследования или невозможны, или обычно бесплодны; пусть эта гипотеза в дальнейшем не оправдается, но, пока она есть, она служит могучим импульсом к исследованию вопроса и оправданным пунктом для него. Принимать же за рабочую гипотезу надо то мнение, которое имеет за себя больше всего данных и против себя—меньше всего возражений. С нашей точки зрения предложенное здесь понимание именно и является таковым, а именно, хотя само по себе, как то можно видеть, оно имеет очень слабую базу, но все же меньшую, чем другие методы; зато с другой стороны оно имеет пред последними то преимущество, что не встречает против себя возражений. Вот почему мы и считаем уместным предложить наше понимание, хотя-бы затем оказалось, что оно должно быть отброшено или дополнено.