

ГЛАВА III.

16. Общій характеръ фізіологическаго дѣйствія волнотокъ, какъ раздражителя, въ существенныхъ чертахъ совершенно сходенъ съ таковымъ же дѣйствіемъ другихъ электрическихъ раздражителей. Въ томъ и другомъ случаѣ, эффектъ раздраженія двигательнаго нерва выражается въ сокращеніяхъ мускула, которыя, въ зависимости отъ условій раздраженія, протекаютъ или въ формѣ отдѣльныхъ сокращеній, изолированныхъ другъ отъ друга, или же въ формѣ слившихся суммированныхъ сокращеній.

Причина сходства въ общемъ характерѣ сокращеній кроется, по всей вѣроятности, въ нѣкоторомъ сходствѣ общихъ физическихъ свойствъ самыхъ раздражителей; въ самомъ дѣлѣ, съ нѣкоторой приближенностью, волнотокъ можно разсматривать какъ бы состоящимъ изъ цѣлаго ряда простыхъ замыканій и размыканій гальваническаго тока, или же, что вѣрнѣе, изъ постоянного тока определенной силы, съ которымъ черезъ равные интервалы алгебраически суммируется опредѣленная часть тока.

Если разсматривать волнотокъ состоящимъ изъ ряда замыканій и размыканій постоянного тока, какъ въ первомъ случаѣ, то „положительное колебаніе“ тока будетъ соотвѣтствовать замыканію гальваническаго тока, а „отрицательное колебаніе“ — размыканію его.

Этой характеристикой, опредѣляющей въ общихъ чертахъ положеніе волнотокъ въ ряду другихъ электрическихъ раздражите-

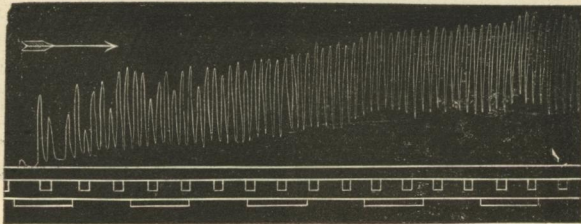
лей, исчерпываются тѣ основныя черты волнотокъ, которыя такъ или иначе присущи и другимъ электрическимъ раздражителямъ. Далѣе уже, волнотокъ представляетъ цѣлый рядъ своеобразныхъ особенностей, которыя отличаютъ его отъ другихъ электрическихъ раздражителей.

Въ предисловіи уже было замѣчено, что волнотокъ представляетъ очень сложныя условія для раздраженія. Сложность эта обуславливается суммарнымъ дѣйствіемъ нѣсколькихъ основныхъ факторовъ, входящихъ въ составъ волнотокъ, какъ-то: силы тока, формы, амплитуды и частоты колебаній его. Понятно, что съ измѣненіемъ величины какого-либо вышеуказаннаго фактора будетъ соотвѣтственно измѣняться и самый эффектъ раздраженія. Въ этомъ случаѣ, послѣдній можно разсматривать какъ функцію отъ всѣхъ вышеупомянутыхъ факторовъ.

Для изученія фізіологическаго дѣйствія каждаго изъ упомянутыхъ факторовъ въ отдѣльности, необходимо ставить опыты въ такія условія, когда остальные факторы остаются неизмѣнными во все время хода опыта. Такъ какъ каждый факторъ представляетъ независимую переменную величину, то, при условіяхъ только что упомянутыхъ, мы вправѣ ожидать, что измѣненія въ эффектахъ раздраженія будутъ находиться въ зависимости только отъ измѣненія изучаемаго фактора. Выводъ этотъ былъ бы вполнѣ правиленъ, если бы всѣ прочія условія опыта оставались неизмѣнными; но на самомъ дѣлѣ, въ нашихъ опытахъ этого не наблюдается.

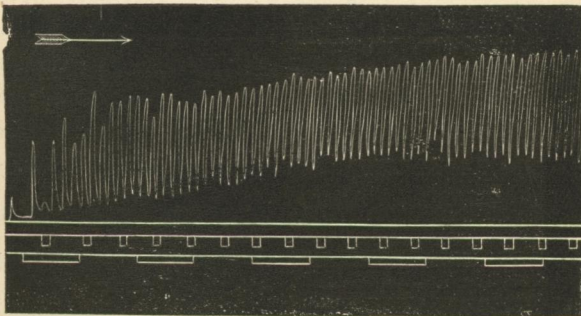
Мы имѣемъ дѣло съ нервно-мускульнымъ препаратомъ, какъ съ такимъ объектомъ, который не представляетъ постоянства въ своихъ свойствахъ во все время хода опыта. Причина этого явленія коренится въ измѣненіяхъ его фізіологическихъ свойствъ (утомленіе, пониженіе раздражительности и т. д.), измѣненіяхъ, хотя-бы въ незамѣтной степени сопровождающихъ каждое сокра-

иженіе. Такимъ образомъ, мы имѣемъ дѣло еще съ одной неизвѣстной величиной, которая такъ или иначе вліяетъ на эффектъ раздраженія волнотокомъ. Необходимо было опредѣлить, въ какой формѣ и въ какой мѣрѣ эти измѣненія вліяютъ на эффектъ. Рѣшеніе этого вопроса находится въ непосредственной связи съ вопросомъ о постоянствѣ (законномѣрности) отношеній между эффектомъ и со-



Кр. 1-я.

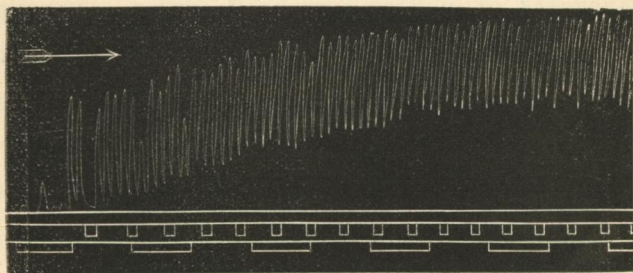
отвѣтствующимъ раздраженіемъ. Если черезъ равные промежутки времени раздражать двигательный нервъ нервно-мускульнаго препарата волнотокомъ, сохраняющимъ во все время хода опыта одинаковыя физическія свойства, то очевидно, что измѣненія въ эффектахъ раздраженія, буде таковыя окажутся, обуславливаются причинами, кроющимися въ физиологическихъ свойствахъ самого



Кр. 2-я.

препарата. Для рѣшенія этого вопроса былъ произведенъ рядъ контрольных опытовъ, заключающихся въ томъ, что двигательный нервъ лягушечьяго препарата черезъ равные промежутки времени раздражался волнотокомъ, сохраняющимъ опредѣленные,

постоянные свойства. Для образца нами приведены кривые (1. 2. 3), полученные одна вследъ за другой черезъ равныя промежутки времени (въ 5 мин.) отъ одного и того-же лягушечьяго препарата.



Кр. 3-я.

Опытъ 1-й. Лягушка большая, зимняя; въ цѣпи Кимореонома включены два элемента Бунзена; токъ, проходящій черезъ нервъ—„средній“ (по закону сокращеній мускула—Пфлюгера); нервъ раздражается въ нижней своей части на разстоянн $\frac{1}{2}$ стм. отъ мѣста вхожденія его въ мускулъ; длина поляризуемаго участка равняется 1 стм.; токъ, проходящій по нерву,—нисходящій; раздраженію волнотокомъ предшествуетъ прохожденіе постоянного тока въ продолженіе 2 сек.; амплитуда волнотока колеблется въ предѣлахъ отъ 5° до 8° (по Universal Rheometer'y Zenger'a). Волнотокъ проходитъ черезъ нервъ со скоростью 7 колебаній въ 1 сек.

Ниже кривой, которую пишетъ мускулъ, лежитъ абсцисса (соотвѣтствующая покойному положенію мускула); далѣе еще ниже, отмѣтки электромагнитнаго счетчика и наконецъ, линія секундъ, гдѣ каждая секунда равняется 8 mm.

Всѣ три кривыя представляютъ приблизительно тождественную картину не только въ общемъ характерѣ сокращеній, но даже въ деталяхъ. Изъ ряда подобныхъ опытовъ, приведшихъ къ одинаковымъ результатамъ, безъ большой погрѣшности можно вывести то заключеніе, что существуетъ строгая законномѣрность (постоянство) между эффектомъ раздраженія и раздражителемъ. Изъ опытовъ, однако, также выяснилось, что этотъ выводъ имѣетъ значеніе только для тѣхъ изъ нихъ, которые произведены

на свѣжемъ нервно-мускульномъ препаратѣ. При последнемъ условіи, измѣненія въ свойствахъ самаго препарата на столько незначительны (при небольшихъ паузахъ между опытами), что они или совершенно не вліяютъ на эффектъ раздраженія, или же, если и вліяютъ, то на столько слабо, что сокращенія вполне сохраняютъ свои характеристическія особенности.

Но если вслѣдъ за первыми кривыми производить дальнѣйшія раздраженія нерва при тѣхъ-же условіяхъ и съ соблюденіемъ тѣхъ-же паузъ между каждыми двумя сосѣдними кривыми, то замѣчаются уклоненія въ постоянствѣ (законномѣрности) эффекта, которыя при послѣдующихъ повторныхъ раздраженіяхъ выступаютъ все рѣзче и рѣзче. Эти уклоненія, въ свою очередь, также носятъ опредѣленный характеръ и выражаются главнымъ образомъ: 1) въ удлиненіи стадіи скрытаго періода раздраженія („*Latenzstadium*“); 2) въ болѣе раннемъ паденіи кривой къ абсциссѣ; 3) въ постепенномъ уменьшеніи средней высоты кривой мускульнаго сокращенія.

Не смотря однако на эти уклоненія, все же послѣдующія кривыя по своей формѣ вполне приближаются къ первымъ кривымъ, полученнымъ отъ свѣжаго нервно-мускульнаго препарата. Очевидно, что при постоянствѣ условій раздраженія, причина этихъ измѣненій въ эффектахъ раздраженія кроется въ измѣненіи фізіологическихъ свойствъ самого нервно-мускульнаго препарата. Въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ явленіями утомленія его, которыя выступаютъ съ послѣдующими раздраженіями все сильнѣе и сильнѣе.

Изъ всего сказаннаго можно вывести то заключеніе, что только первыя кривыя, полученные отъ свѣжаго препарата, могутъ служить матеріаломъ для сравнительнаго изученія измѣненій въ эффектахъ раздраженія въ зависимости отъ измѣненій физическихъ свойствъ самаго раздражителя; вліяніе-же утомленія препарата

обнаруживается здѣсь въ такой слабой степени, что мы свободно можемъ имъ пренебречь.

Говоря о способахъ постановки опытовъ (стр. 63), мы тамъ замѣтили, что волнотокъ пропускался черезъ нервъ двоякимъ образомъ: въ однихъ опытахъ предварительно замыкался батарейный токъ, который по прошествіи нѣсколькихъ секундъ превращался въ волнотокъ; въ другихъ-же опытахъ, волнотокъ проходилъ черезъ нервъ безъ предварительнаго замыканія батарейнаго тока, иначе говоря, моменты замыканія батарейнаго тока и ввѣдренія волнотока въ нервъ происходили одновременно. Въ первомъ случаѣ, устранялось вліяніе раздраженія отъ замыканія тока, и волнотокъ самъ выводилъ мускулъ изъ покойнаго состоянія; во второмъ же случаѣ, эту роль выполняло замыканіе тока, какъ сравнительно сильнѣйшій раздражитель, а волнотокъ только удерживалъ мускулъ на опредѣленной высотѣ отъ абсциссы.

17. Вышеприведенные контрольные опыты могутъ служить достаточнымъ основаніемъ для того, чтобы признать существованіе опредѣленнаго соотношенія между раздраженіемъ нерва волнотокъ и соотвѣтствующимъ эффектомъ.

Благодаря этому обстоятельству, возможно въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ съ достаточною точностью предсказать соотвѣтствующій эффектъ для любой формы волнотока или опредѣленной комбинаціи его факторовъ. Конечно, такое соотношеніе между раздраженіемъ и эффектомъ можетъ быть выведено только на основаніи цѣлаго ряда числовыхъ экспериментальныхъ данныхъ, гдѣ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ изученію подвергается вліяніе одного какого-либо фактора, какъ переменнѣйшей величины, при условіи неизмѣняемости прочихъ факторовъ.

Мы ограничили свою задачу болѣе узкими рамками и при возможно простѣйшихъ условіяхъ опыта изучали каждый факторъ въ отдѣльности или въ комбинаціи ихъ между собою. Въ настоя-

щемъ изслѣдованіи изучено было фізіологическое дѣйствіе слѣдующихъ факторовъ волнотокъ: дѣйствіе абсолютной высоты силы волнотокъ, какъ переменнѣй величины; далѣе, дѣйствіе интервала раздраженій и наконецъ, дѣйствіе амплитуды колебанія тока. Дѣйствіе перваго фактора—абсолютной высоты силы волнотокъ, изучалось въ формѣ „слабаго“ и „средняго“ тока, опредѣляемаго по „закону сокращеній мускула“—Пфлюгера (см. стр. 67). Въ этомъ случаѣ, волнотокъ изслѣдуется при болѣе простыхъ условіяхъ и, такимъ образомъ, устраняются тѣ побочныя осложненія, которыя имѣютъ мѣсто при дѣйствіи сильныхъ токовъ. Вліяніе втораго фактора—частоты колебаній тока или интервала его, изучалось при дѣйствіи послѣдняго въ предѣлахъ отъ одного раздраженія въ двѣ секунды до тридцати въ секунду. Наконецъ дѣйствіе третьяго фактора—амплитуды колебаній тока, изучалось при трехъ переменныхъ ея величины, по произволу установленныхъ (при 5, 10, 15 миллиметрахъ колебаній верхняго электрода Кимореонома).

Каждому изучаемому фактору соотвѣтствовала серія опытовъ, которая разбивалась на отдѣльныя группы. Во всѣхъ этихъ группахъ изучался одинъ какой-либо факторъ, какъ переменная величина, въ различныхъ комбинаціяхъ его съ другими факторами, которые въ каждой группѣ оставались неизмѣнными. Группировка опытовъ производилась по слѣдующей схемѣ: если J', J'', J''' будутъ изображать батаррейный токъ различной силы; $A_5 A_{10} A_{15}$ —различныя амплитуды колебаній тока и наконецъ— $v', v'', v''' \dots$ —различную частоту колебаній тока въ секунду—тогда каждую серію опытовъ схематически можно представить себѣ состоящею изъ слѣдующихъ группъ:

Первая серія опытовъ,

гдѣ переменнѣй величиной является интервалъ раздраженія ($v', v'', v''' \dots$).

1-я группа	соотвѣтствуетъ	типу	$J' A_5 v', v'', v''' \dots$
2-я	"	"	$J' A_{10} v', v'', v''' \dots$
3-я	"	"	$J' A_{15} v', v'', v''' \dots$
4-я	"	"	$J'' A_5 " " " "$
5-я	"	"	$J'' A_{10} " " " "$
6-я	"	"	$J'' A_{15} " " " "$

Въ этой серіи опытовъ частота колебаній тока, какъ переменная величина, изучается въ одной группѣ при одной амплитудѣ колебаній тока (A_5), въ другой группѣ—при другой амплитудѣ (A_{10}) и т. д. Точно такъ-же и по отношенію къ силѣ тока: одинъ разъ—при J' , другой разъ—при J'' .

То же самое можно сказать и относительно второй серіи опытовъ, гдѣ измѣненія искомага фактора изучаются въ комбинаціяхъ его съ другими факторами. Такъ напр., изслѣдуя фізіологическое дѣйствіе амплитуды колебаній тока, какъ переменной величины, мы можемъ соотвѣтствующую серію опытовъ разбить на группы по слѣдующей схемѣ:

Вторая серія опытовъ.

1-я группа	соотвѣтствуетъ	типу	$J', v', (A_5, A_{10}, A_{15})$
2-я	"	"	$J', v'', " " "$
3-я	"	"	$J', v''', " " "$
4-я	"	"	$J'', v', " " "$
5-я	"	"	$J'', v'', " " "$
6-я	"	"	$J'', v''', " " "$

и т. д.

Наконецъ, третья серія опытовъ, гдѣ переменной величиной служить сила тока (J', J''), можетъ быть разбита на слѣдующія группы:

Третья серія опытовъ.

1-я группа	соотвѣтствуетъ типу $A_5 v'$, (J' , J'')		
2-я	"	"	" $A_5 v''$, " "
3-я	"	"	" $A_5 v'''$, " "
4-я	"	"	" $A_{10} v'$, " "
5-я	"	"	" $A_{10} v''$, " "
6-я	"	"	" $A_{10} v'''$, " "

и т. д.

Каждая группа состоитъ изъ ряда отдѣльныхъ опытовъ, произведенныхъ на различныхъ лягушечьихъ препаратахъ. Каждый же опытъ въ свою очередь состоитъ изъ ряда кривыхъ мускульнаго сокращенія, полученныхъ одна вслѣдъ за другой черезъ равные промежутки времени отъ одного и того-же нервно-мускульнаго препарата.

Какъ было выше упомянуто, тотъ или другой выводъ дѣлается на основаніи сравненія только первыхъ кривыхъ, полученныхъ отъ одного и того же нервно-мускульнаго препарата. Оно и понятно, такъ какъ такимъ путемъ возможно устранить вліяніе тѣхъ, такъ сказать, „индивидуальныхъ“ особенностей, которыя въ различной степени присущи каждому нервно-мускульному препарату въ отдѣльности (различная длина и толщина мускула, различная степень раздражительности нерва и мускула и т. д.). Выводы, полученные отъ каждаго отдѣльнаго опыта сравниваются между собою и затѣмъ дѣлается общій выводъ для опредѣленной группы опытовъ.

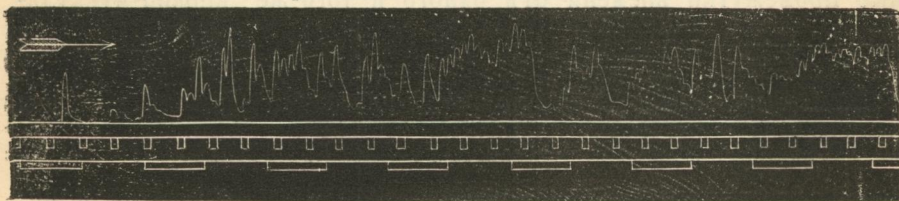
Для характеристики каждой группы опытовъ мы приведемъ только по нѣскольку кривыхъ, въ которыхъ особенно наглядно можно было бы видѣть вліяніе измѣненій того или другаго фактора волноточа. Приведеніе-же протоколовъ всѣхъ опытовъ было бы излишнимъ по своей сложности и однообразію матеріала.

Первая серия опытовъ.

1-я группа по типу $J', A_5, v', v'', v''' \dots$

18. Къ этой группѣ относятся опыты, предназначенные для изученія физиологическаго дѣйствія интервала раздраженія ($v', v'', v''' \dots$), какъ переменнѣй величины, при неизмѣнности прочихъ условій раздраженія. Дѣйствіе этого фактора изучается при слабомъ батарейномъ токъ (J') и при амплитудѣ колебаній верхняго электрода Кимореонома въ 5 mm. (A_5).

Для характеристики этой группы опытовъ приведены кривыя (4, 5, 6), полученные отъ одного и того-же свѣжаго нервно-мускульнаго препарата одна вслѣдъ за другой. Пауза отдыха между каждыми двумя сосѣдними кривыми равняется 3 — 4 мин.



Кр. 4-я.

Опытъ 2-й. Лягушка малая, зимняя; въ цѣль волнотока включены два элемента Даниэля; амплитуда колебаній тока, опредѣляемая по Universal Rheometer'y Zenger'a при двухъ крайнихъ положеніяхъ верхняго электрода Кимореонома (см. стр. 67) равняется 3° — 6° ; батарейный токъ, проходящій черезъ нервъ, обнаруживаетъ реакцію „слабѣго“ тока (по „закону сокращеній мускула“ Пфлюгера, см. выше); нервъ поляризуется въ нижней своей части на разстояніи приблизительно $\frac{1}{2}$ стм. отъ мѣста дѣленія его на двѣ вѣтви; длина интраполярнаго куска равняется одному стм.; токъ нисходящій; раздраженію волнотокомъ предшествуетъ прохожденіе черезъ нервъ постояннаго тока въ продолженіе 3 сек.

Кривая 4 получена при 8 колебаніяхъ гальваническаго тока въ одну сек. Кривая 5—при 13 колебаніяхъ въ сек. и 6—при 24—25 колебаніяхъ.

Подъ кривой, которую пишетъ мускулъ, проходитъ абсцисса, соответствующая покойному положенію мускула. Подъ

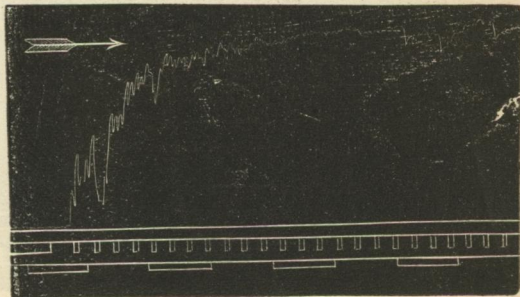
абсциссой расположены отмѣтки электромагнитнаго счетчика (разстояніе между двумя сосѣдними отмѣтками равняется четыремъ „полнымъ“ колебаніямъ тока; еще ниже, идутъ секунды, отмѣчающія скорость вращенія записывающаго цилиндра. Одна сек. равняется 8 mm.

При восьми колебаніяхъ тока въ сек. (см. кр. 4), мускулъ не тотчасъ сокращается съ момента прохожденія волнотокъ черезъ нервъ, но остается въ покоѣ въ продолженіи 1,25 сек.

Сами по себѣ сокращенія носятъ неправильный характеръ: то они довольно энергичны, то незначительны, такъ что мѣстами они являются въ видѣ довольно мелкихъ зигзаговъ.

Общій подъемъ кривой надъ абсциссой, или вѣрнѣе, средняя высота въ средней части ея не достигаетъ 7 mm.; между тѣмъ какъ высота сокращенія мускула, получаемая при простомъ замыканіи батарейнаго тока той-же силы равняется 22 mm. Видимо, что волнотокъ при данныхъ условіяхъ частоты колебаній не обладаетъ достаточными раздражающими свойствами, чтобы утилизировать всѣ сократительныя силы мускула. Приблизительно черезъ 14 сек. отъ начала сокращенія, кривая падаетъ къ абсциссѣ, не смотря на продолжающіяся раздраженія.

Если черезъ 4 мин. отдыха опять раздражать нервъ волнотокъ, оставляя всѣ условія раздраженія неизмѣнными за исключеніемъ частоты колебаній, то кривая представляетъ цѣлый рядъ измѣненій, находящихся въ связи съ измѣненіемъ интервала раздраженія. Кривая 5, полученная при 13 колебаніяхъ тока въ се-



Кр. 5-я.

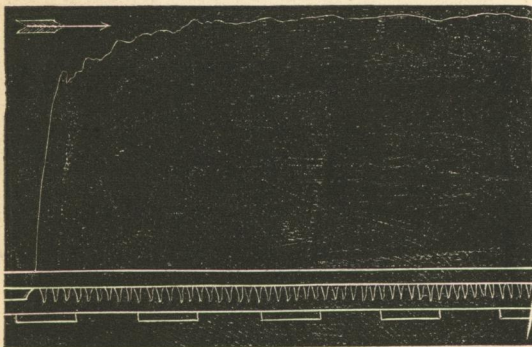
кунду, представляетъ намъ эту зависимость между измѣненіемъ частоты колебаній тока и эффектомъ мускульнаго сокращенія. Уже по

прошествіи 0,5 сек. отъ начала раздраженія волнотокомъ, мускуль начинаетъ сокращаться и рядомъ неправильныхъ подъемовъ, приблизительно черезъ $1\frac{1}{2}$ сек., достигаетъ высоты 22 мм. Хотя по формѣ своей эти сокращенія такъ-же неправильны, какъ и въ предыдущей кривой, но уже здѣсь преобладаютъ мелкіе зигзаги.

Кривая мускульнаго сокращенія протекаетъ на значительно большей высотѣ, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ, такъ что разность среднихъ высотъ приблизительно равняется 18 мм. въ средней своей части. Необходимо еще обратить вниманіе на одно обстоятельство; я говорю объ изоханизмѣ числа колебаній тока съ числомъ сокращеній. На кривой 5-й въ особенности рѣзко замѣтно, что на каждое колебаніе тока мускуль отвѣчаетъ однимъ сокращеніемъ (зигзагомъ); между тѣмъ какъ на предыдущей кривой (4-й) этотъ изоханизмъ не вездѣ замѣчается.

При той частотѣ колебаній тока, при которой получена кривая 5-я, мускуль гораздо дольше удерживается на опредѣленной высотѣ отъ абсциссы и только по прошествіи 20 сек. отъ начала раздраженія замѣчается медленное паденіе кривой къ абсциссѣ.

Если еще болѣе увеличить частоту колебаній тока въ единицу времени (до 25 колебаній въ сек.), какъ это мы видимъ на



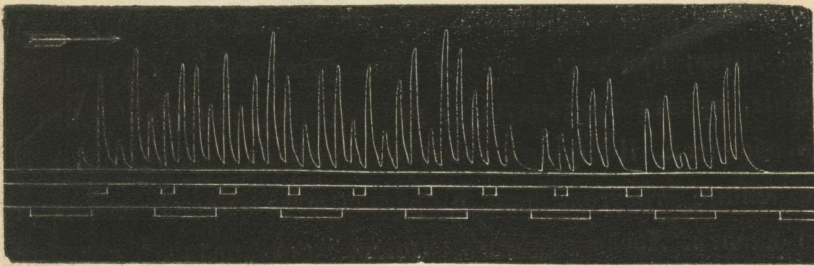
Кр. 6-я.

кривой 6-й, то почти съ началомъ колебаній тока (приблизительно черезъ 0,125 сек.), кривая сразу прямой линіей достигаетъ высоты 27 мм., которая при дальнѣйшемъ раздраженіи поднимается до 33 мм. Въ

началѣ еще замѣтна нѣкоторая волнистость кривой, но затѣмъ послѣдняя представляетъ сплошной тетанусъ. Черезъ 8 сек. токъ

былъ разомкнутъ, и кривая круто съ максимальной высоты упала къ абсциссѣ.

Для полноты описанія я приведу еще одинъ опытъ, гдѣ чрезвычайно наглядно можно видѣть вліяніе увеличенія частоты колебаній тока на форму кривой мускульнаго сокращенія. Сюда относятся кривыя 7-я, 8-я и 9-я, полученные одна вслѣдъ за другой въ томъ порядкѣ, какъ онѣ обозначены цифрами.



Кр. 7-я.

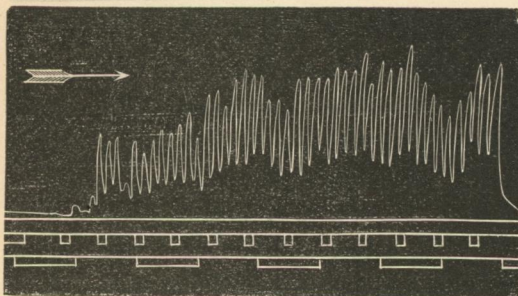
Опытъ 3-й¹⁾. Нервно-мускульный препаратъ приготовленъ отъ большой зимней лягушки; въ цѣпь волнотокъ включены два элемента Бунзена; амплитуда колебаній тока, определяемая по гальванометру Zenger'a вышеупомянутымъ способомъ, равняется 7° — 12° отклоненія стрѣлки его; на простое замыканіе и размыканіе батарейнаго тока той-же абсолютной высоты его силы, какъ и средняя высота силы волнотокъ, препаратъ реагируетъ, какъ на „слабый“ токъ (по закону Пфлюгера). Амплитуда колебаній верхняго электрода Кимореонома равняется 5 mm. Длина монополярнаго участка нерва равняется 1 см. Нервъ поляризуется въ нижней своей части на протяженіи 1-го см. между концами электродовъ; волнотокъ протекаетъ по нерву въ нисходящемъ направленіи; пауза отдыха между двумя сосѣдними кривыми приблизительно равняется 5 мин.; до раздраженія волнотокъ, нервъ предварительно поляризуется постояннымъ токомъ той-же силы въ продолженіе 2-хъ сек.

Расположеніе электромагнитныхъ отмѣнителей, секундъ и абсциссы такое-же, какъ и въ предыдущихъ кривыхъ. Длина секунды равняется 8 mm.

¹⁾ *Прим.*: Нумерація приведенныхъ здѣсь опытовъ идетъ въ порядкѣ изложенія; число же всѣхъ опытовъ, произведенныхъ мною, достигаетъ до восьмидесяти.

Всѣ три кривыя получены отъ свѣжаго нервно-мускульнаго препарата и различаются между собою только частотою раздраженій въ единицу времени; именно, кривая 7-я получена при четырехъ колебаніяхъ тока въ сек., кривая 8-я—при семи колебаніяхъ въ сек. и наконецъ, кривая 9-я—при четырнадцати колебаніяхъ. Всѣ прочія условія раздраженія остаются неизмѣнными.

При четырехъ раздраженіяхъ въ сек. (Кр. 7-я), кривая представляетъ рядъ сокращеній мускула, вполне обособленныхъ другъ отъ друга; при чемъ, прежде чѣмъ наступаетъ слѣдующее сокращеніе, кривая предыдущаго сокращенія успѣваетъ дойти почти до абсциссы. По формѣ своей сокращенія напоминаютъ равнобедренные треугольники и различаются между собою только по высотѣ. Легко замѣтить, что на одно „полное“ колебаніе то-



Кр. 8-я.

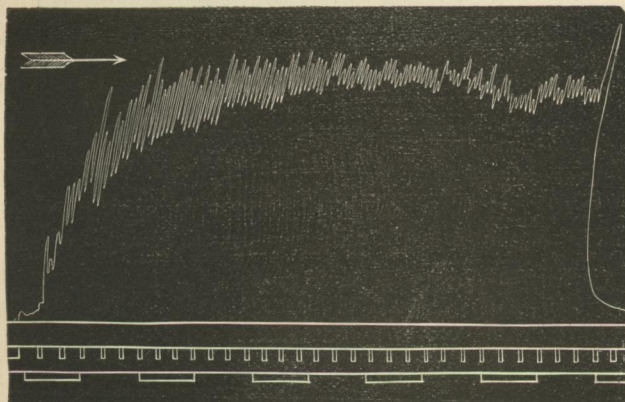
ка приходится одно сокращеніе. Мускулъ не тотчасъ реагируетъ на раздраженіе волнотокомъ въ моментъ его внѣдренія въ нервъ, но остается въ покое въ продолженіе одной секунды. При данной час-

тотѣ колебаній тока вполне отсутствуетъ какой-либо подъемъ кривой надъ абсциссой, и средняя высота ея (кривой) не достигаетъ 8 мм.; между тѣмъ какъ при простомъ замыканіи батарейнаго тока той-же силы сокращеніе достигаетъ 40 мм.

Уже при 7 колебаніяхъ въ сек. (Кр. 8-я) замѣчается общій подъемъ кривой мускульнаго сокращенія надъ абсциссой. Средняя высота кривой не достигаетъ 15 мм. Хотя сокращенія по своей формѣ приближаются къ сокращеніямъ первой кривой, но здѣсь они являются гораздо болѣе скученными съ заостренными верхушками. Тѣмъ-не менѣе и здѣсь можно наблюдать

полный изохронизмъ числа колебаній съ числомъ сокращеній. Последнія наступаютъ нѣсколько ранѣе отъ начала раздраженія волнотокомъ, чѣмъ на предыдущей кривой. На кривой 8-й средняя высота подъема далеко не достигаетъ той величины его, которая имѣетъ мѣсто при простомъ замыканіи батарейнаго тока той-же силы (40 mm.).

При увеличеніи частоты раздраженій до 14 колебаній тока въ сек., кривая рѣзко измѣняетъ свой характеръ: рядомъ энергичныхъ сокращеній, почти съ момента раздраженія нерва волнотокомъ, кривая круто поднимается на значительную высоту и черезъ 3 сек. отъ начала сокращеній достигаетъ до 33 mm. средней высоты (Кр. 9-я). Самый подъемъ состоитъ изъ тѣсно сгруппированныхъ



Кр. 9-я.

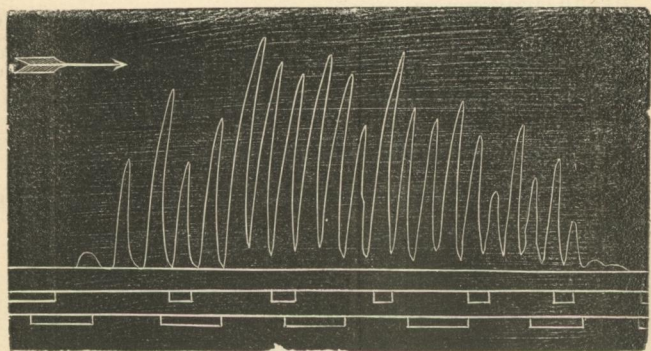
крупныхъ зигзаговъ, расположенныхъ одинъ надъ другимъ въ видѣ лѣстницы. Съ дальнѣйшимъ раздраженіемъ эти крупные зигзаги постепенно переходятъ въ мелкіе. Здѣсь также можно видѣть, что каждый зигзагъ соотвѣтствуетъ одному колебанію тока.

2-я группа опытовъ по типу $J' A_{10}$ ($v', v'', v''' \dots$)

19. Въ этой группѣ опытовъ фізіологическое дѣйствіе пачервала раздраженія, какъ переменнѣйшей величины, изучается при нѣсколько болѣе амплитудѣ колебаній тока, соотвѣтствующей болѣе

шему размаху верхняго электрода Кимореонома (10 mm). Всѣ прочія условія для раздраженія остаются тѣ-же, какъ и въ предыдущей группѣ. Для характеристики этой группы приведены кривыя (10-я, 11-я, 12-я), полученныя одна вслѣдъ за другой отъ одного и того-же свѣжаго перво-мускульнаго препарата.

Промежутокъ отдыха между двумя сосѣдними кривыми приблизительно равняется 4 мин.



Кр. 10-я.

Опытъ 4-й. Лягушка средней величины, зимняя; въ цѣпь Кимореонома включены 4 элемента (2 элемента Даниэля и 2—Лекланше); раздраженію волнотокомъ предшествуетъ поляризація нерва батаррейнымъ токомъ въ продолженіе 3—5 сек.; нервъ раздражается въ нижней своей части на разстояніи 1-го стм. отъ мѣста вхожденія его въ мускулъ; на замыканіе и размыканіе батаррейнаго тока мускулъ реагируетъ, какъ на „слабый“ токъ (по закону Пфлюгера); нервъ раздражается токомъ въ нисходящемъ направленіи на протяженіи 1-го стм. между концами электродовъ. Электроды не-поляризующіе (Du Bois Reymond'a).

Амплитуда колебаній тока, опредѣляемая гальванометромъ Zenger'a, ложится въ предѣлахъ между 6° — 11° .

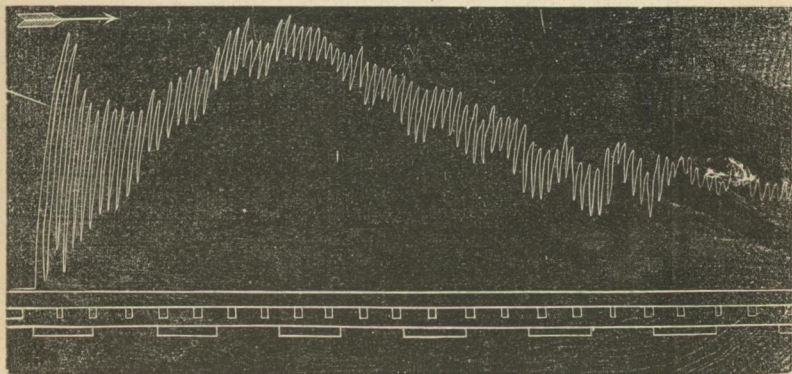
Волнотокъ проходитъ черезъ нервъ со скоростью на кривой 10-й— $2\frac{1}{2}$ колеб. въ сек.

„	„	11-й—7	„	„	„
„	„	12-й—10—11	„	„	„

При $2\frac{1}{2}$ колебаніяхъ въ сек. (кр. 10-я), сокращенія мускула протекаютъ совершенно отдѣльно, изолированно другъ отъ друга,

при чемъ кривая каждаго сокращенія успѣваетъ дойти до абсциссы, прежде чѣмъ наступаетъ второе сокращеніе. Число сокращеній мускула точно соотвѣтствуетъ числу колебаній тока за тотъ-же промежутокъ времени; другими словами, время одного сокращенія соотвѣтствуетъ времени 1-го „полнаго“ колебанія тока. На приведенной кривой это время приблизительно равняется $\frac{3}{8}$ сек. Максимальная высота отдѣльных сокращеній не достигаетъ и половины высоты, получаемой при простомъ замыканіи батарейнаго тока. Каждое сокращеніе напоминаетъ форму правильныхъ равнобедренныхъ треугольниковъ; только у самой абсциссы нисходящая вѣтвь сокращенія принимаетъ вѣсколько покатую форму (первыя сокращ.).

Уже при небольшомъ учащеніи колебаній тока въ сек., каждое послѣдующее раздраженіе застаетъ мускулъ въ тотъ моментъ, когда онъ еще не успѣваетъ дойти до абсциссы (Кр. 11-я). По мѣрѣ того, какъ частота раздраженій, въ началѣ медленная, постепенно достигаетъ равномерной скорости, нисходящая вѣтвь каждаго сокращенія все болѣе и болѣе укорачивается и вся кривая выше и выше поднимается надъ абсциссой. Черезъ $3\frac{1}{2}$ сек., сокраще-

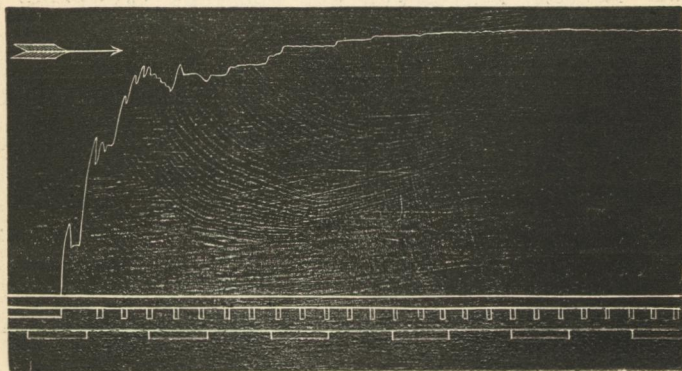


кр. 11-я.

нія достигаютъ высоты 35 mm. надъ абсциссой. Менѣе чѣмъ черезъ секунду кривая съ своей максимальной высоты начинаетъ падать къ абсциссѣ. Продолжительность каждаго отдѣльнаго со-

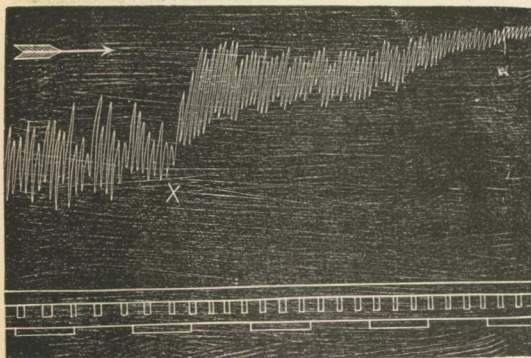
сокращенія соответствуют продолжительности одного колебанія тока. Достигши максимальной высоты, сокращеніе въ своей нисходящей вѣтви дѣлаетъ небольшое колѣно, о значеніи котораго будетъ сказано въ своемъ мѣстѣ.

При 11 колебаніяхъ въ сек. (кр. 12), сокращенія мускула тотчасъ начинаются въ моментъ прохожденія волнотокъ черезъ нервъ; кривая круто ступенеобразно поднимается до высоты 30 mm.; затѣмъ, при



Кр. 12-я.

продолжающемся раздраженіи поднимается еще выше и доходитъ до 35 mm. высоты надъ абсциссой. Здѣсь сокращенія сливаются въ сплошной тетанусъ съ едва замѣтной волнистостью. По прошествіи 14 сек., токъ былъ разомкнутъ и кривая круто упала къ абсциссѣ.



Кр. 13-я.

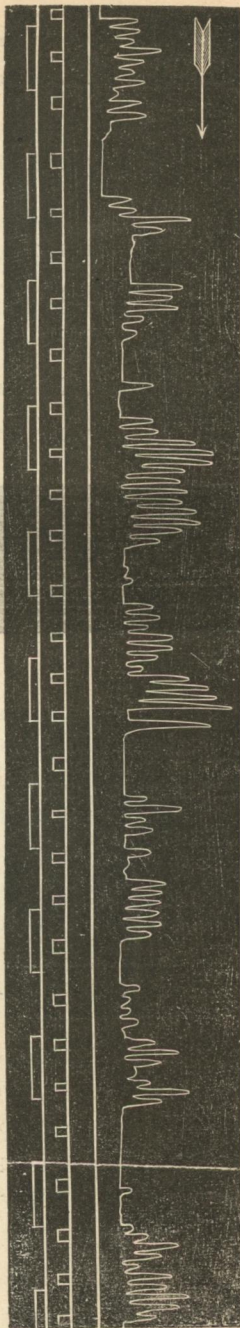
Такимъ образомъ, легко видѣть, что даже при небольшомъ увеличеніи частоты колебаній тока (съ 7 до 11), кривая мускульнаго сокращенія рѣзко измѣняетъ свою форму: продолжительность скрытаго періода раздра-

женія становится гораздо короче; высота подъема кривой—гораздо выше; отдѣльные сокращенія совершенно сливаются и время,

въ теченіе котораго мускуль реагируетъ на раздраженіе, становится гораздо болѣе продолжительнымъ.

Особенно демонстративно можно наблюдать вліяніе измѣненія частоты колебаній тока на кривой 13-ой. Въ этомъ случаѣ, во время самаго хода раздраженія, въ извѣстный моментъ частота колебаній тока была увеличена съ 10 колебаній на 14 въ сек. (X). Почти съ момента этого учащенія, кривая рѣзко поднимается на еще болѣе высокую высоту, и черезъ 10 сек. отъ начала раздраженія болѣе частыми колебаніями, кривая поднимается до 39 mm. высоты надъ абсциссой. Хотя сокращенія сами по себѣ сохраняютъ тотъ-же зигзагообразный характеръ, но взаимное расположеніе ихъ нѣсколько измѣняется: они болѣе сближаются, скучиваются, верхушки ихъ болѣе заостряются. По мѣрѣ дальнѣйшаго раздраженія, зигзаги, въ началѣ болѣе крупные, постепенно уменьшаются до едва замѣтной волнистости.

Подобное измѣненіе частоты колебаній тока во время самаго хода раздраженія на одной и той-же кривой имѣетъ особенное значеніе въ виду того, что въ этомъ случаѣ всѣ прочія условія опыта остаются неизмѣнными. Въ этомъ отношеніи, кривая 14-я представляетъ особенный интересъ, такъ какъ здѣсь нѣсколько разъ болѣе частыя колебанія чередуются съ болѣе рѣдкими. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ колебанія учащаются, тамъ мускуль реа-

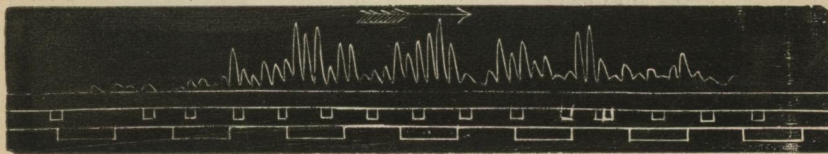


Кр. 14-я.

гирует рядомъ сокращеній и тотчасъ переходитъ въ покой, какъ только колебанія становятся рѣже.

3-я группа опытовъ по типу $J' A_{15} (v', v'', v''', \dots)$

20. Для характеристики этой группы опытовъ приведены кривыя 15-я, 16-я, 17-я, въ которыхъ измѣняется только одна частота колебаній тока. Эта группа отличается отъ предыдущихъ только большей амплитудой колебаній тока, соотвѣтствующей большему размаху верхняго электрода Кимореонома (15 mm.).



Кр. 15-я.

Опытъ 5-й. Лягушка средней величины, зимняя; въ цѣпь волнотока включены два элемента Даниэля; раздраженію нерва волнотокомъ предшествуетъ поляризація батарейнымъ токомъ, который остается замкнутымъ въ продолженіе 3 сек.; нервъ раздражается въ средней части на разстояніи 2 см. отъ мѣста вхожденія его въ мускулы; длина поляризуемаго куска нерва равняется 1 см.; токъ—„слабый“ (по закону Пфлюгера) и протекаетъ въ восходящемъ направленіи по нерву. Амплитуда колебаній тока ложится въ предѣлахъ между 5° и 12° (по гальванометру Zenger'a).

Промежутокъ отдыха между двумя сосѣдними кривыми равняется 3—5 мин.

Расположеніе отмѣтинъ такое-же, какъ и въ предыдущихъ кривыхъ.

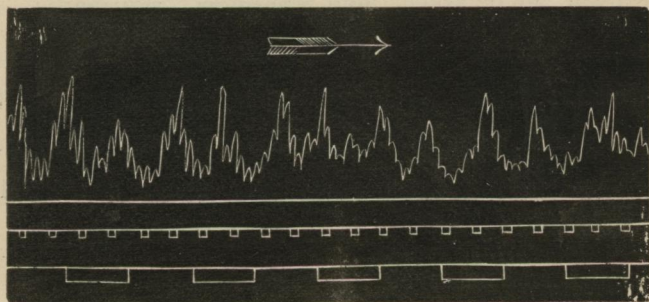
Кривая 15-я получена при 5 колеб. въ сек.

„ 16-я	„	„ 8	„	„
„ 17-я	„	„ 12—13	„	„

Кривая 15-я представляетъ рядъ небольшихъ сокращеній, которыя протекаютъ тотчасъ надъ абсциссой, но не касаются ея. Каждое сокращеніе по времени соотвѣтствуетъ одному колебанію

тока. Максимальная высота, до которой поднимается кривая отдельнаго сокращенія не достигаетъ 9 mm.; между тѣмъ какъ при простомъ замыканіи батаррейнаго тока той-же силы, мускулъ, сокращаясь, поднимаетъ кривую до 22 mm. Мускулъ не тотчасъ реагируетъ сокращеніями на раздраженіе волнотокомъ, но только по прошествіи 4 сек. Черезъ 11 сек. отъ начала сокращеній, кривая падаетъ къ абсциссѣ, и мускулъ остается въ покоѣ, не смотря на продолжающіяся раздраженія.

Совсѣмъ иную картину представляетъ намъ слѣдующая кривая (16-я). Уже при небольшомъ увеличеніи частоты колебаній тока въ сек. (на 3 колеб.), замѣчается общій подъемъ кривой надъ абсциссой; отдельное сокращеніе не достигаетъ абсциссы. Тѣмъ не менѣе однако и въ этомъ случаѣ ни средняя высота кривой, ни максимальная высота отдельныхъ сокращеній не достигаютъ той величины подъема сокращенія, которая полу-

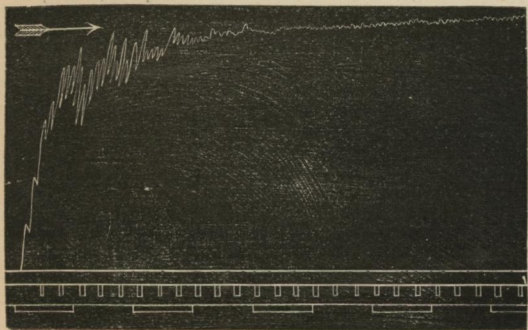


Кр. 16-я.

чается при простомъ замыканіи батаррейнаго тока. Сокращенія сами по себѣ протекаютъ съ большимъ размахомъ, располагаются тѣснѣе другъ къ другу. Необходимо еще обратить вниманіе на одну замѣчательную особенность; я говорю о складываніи отдельныхъ сокращеній въ рѣзко обособленныя группы или волны, которыя періодически слѣдуютъ другъ за другомъ. Каждая такая волна состоитъ изъ 6—7 сокращеній. Подробно объ этомъ интересномъ фактѣ будетъ мною сказано въ 6-й главѣ.

Черезъ 4 мин. паузы, при учащеніи раздраженій на 4—5 колеб. въ сек. (12—13 кол. въ сек.), тотъ же нервно-мускульный препаратъ даетъ тетаническую кривую (кр. 17), которая располагается на значительной высотѣ отъ абсциссы.

Періодъ скрытаго раздраженія сравнительно чрезвычайно малъ, и съ момента раздраженія нерва волнотокомъ, кривая въ нѣс-



Кр. 17-я.

сколько сокращеній, располагающихся въ видѣ лѣстницы, достигаетъ высоты 30 мм., а черезъ нѣсколько сек. отъ начала раздраженія, поднимается еще выше и доходитъ до 34 мм.; слѣдовательно, на 12 мм. выше того со-

кращения, которое получается при простомъ замыканіи батарейнаго тока. Въ началѣ кривая представляетъ рядъ довольно крупныхъ зигзаговъ, которые затѣмъ превращаются въ очень мелкіе, но ясно видимые. Число этихъ зигзаговъ за опредѣленный промежутокъ времени точно соответствуетъ числу колебаній тока за то-же время. Черезъ 15 сек. отъ начала раздраженія, когда кривая еще держалась на своей максимальной высотѣ, токъ былъ разомкнутъ.

4-я группа опытовъ по типу $J'' A_{10} (v' v'' v''' \dots)$

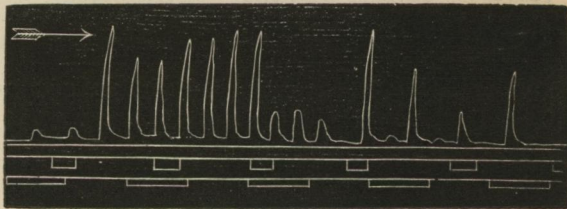
21. Въ этой группѣ изучается фізіологическое дѣйствіе интервала раздраженія при батарейномъ токѣ такой силы, которая соответствуетъ „среднему“ току по закону сокращеній мускула—Пфлюгера и при новой амплитудѣ колебанія верхняго электрода Кимореонома въ 10 мм. (A_{10}).

Опытъ 6-й. Лягушка большая, зимняя; въ цѣль волнотокъ включены 4 элемента (2—Даніэля и 2—Лекланше); передъ раздраженіемъ нерва волнотокъ, былъ пропущенъ постоянный токъ въ продолженіе 6 сек.; длина интраолярнаго участка равняется 2 см.; амплитуда колебаній тока, проходящаго черезъ нервъ, ложится въ предѣлахъ между 10^0 и 22^0 по гальванометру Zenger'a; нервъ голяризуется въ восходящемъ направленіи въ верхней своей части; расстояние между мѣстомъ вхожденія нерва въ позвоночникъ и ближайшимъ электродомъ равняется $1\frac{1}{2}$ см. Электроды не-поляризующіе (Du Bois Reymond'a).

Кривая 18-я получена при $2\frac{1}{2}$ —3 колеб. въ сек.

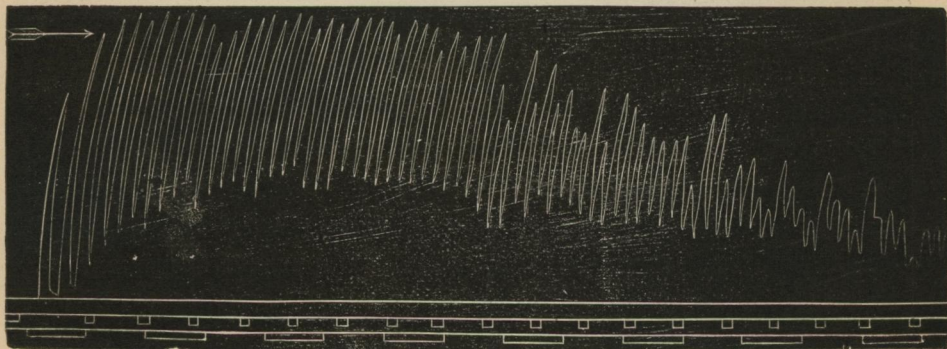
" 19-я " " 5 " " "

Первая кривая (18-я) представляетъ рядъ отдѣльныхъ сокращеній, протекающихъ около самой абсциссы; максимальная высота ихъ не достигаетъ 16 mm., между тѣмъ какъ высота при простомъ замыканіи батареянаго тока = 45 mm.



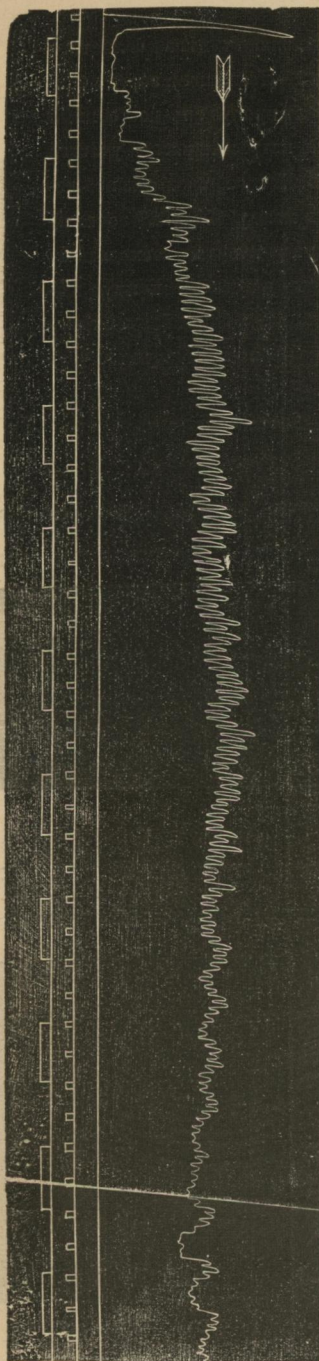
Кр. 18-я.

Уже при небольшомъ увеличеніи частоты колебаній въ сек. (до 5—Кр. 19-я), кривая представляетъ рядъ энергичныхъ под-



Кр. 19-я.

емовъ, достигающихъ высоты 39 mm. отъ абсциссы. Съ каждымъ слѣдующимъ сокращеніемъ кривая поднимается все вы-



Кр. 20-я.

ше и выше и достигаетъ въ средней своей части 28 мм. средней высоты. Амплитуда сокращеній мускула въ началѣ колеблется между 20—37 мм., затѣмъ постепенно уменьшается. Періодъ скрытаго раздраженія значительно менѣе, чѣмъ на предыдущей кривой и $= 0,25$ сек. Число сокращеній точно совпадаетъ съ числомъ колебаній тока за тотъ-же промежутокъ времени.

Такимъ образомъ, уже небольшое измѣненіе частоты колебаній сопровождается рѣзкими измѣненіями въ формѣ сокращеній, и это вліяніе интервала раздраженія обнаруживается независимо отъ силы проходящаго черезъ первъ батаррейнаго тока, и отъ амплитуды колебаній его. Такъ какъ измѣненіе частоты колебаній тока связано съ измѣненіемъ крутизны его нарастанія (resp. ослабленія), то и въ нашемъ случаѣ вполне подтверждается упомянутое выше положеніе Fleischl'я, по которому уже малое измѣненіе крутизны нарастанія тока сопровождается рѣзкимъ измѣненіемъ въ эффектѣ раздраженія.

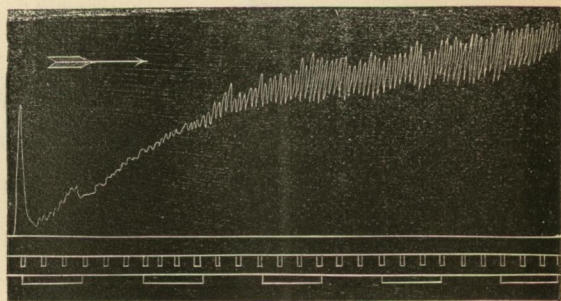
На сколько вообще увеличеніе частоты колебаній тока можетъ вліять на общій подъемъ кривой, или точ-

нѣе, на ея среднюю высоту, примѣромъ могутъ служить кривыя 20-я и 21-я.

Опытъ 7-й. Нервно-мускульный препаратъ приготовленъ отъ небольшой зимней лягушки; раздражающій токъ пропущенъ отъ 4 элементовъ; нервъ раздражается токомъ въ нисходящемъ направленіи; разстояніе между электродами, заключающими нервъ, = 2 см.; разстояніе же между мускуломъ и ближайшимъ электродомъ = 1 см.; электроды — неполяризующіе; сила раздражающаго тока — „средняя“; волнотокъ вѣдრется въ нервъ въ моментъ замыканія батарейнаго тока; амплитуда колебаній тока на кр. 20-й = 5° — 10° (по гальванометру Zenger'a) на кр. 21-й = 4° — 10° . Кривая 20-я получена при 8 колеб. тока въ сек., кривая же 21-я — при 12 колеб. въ сек.

Приведенныя кривыя получены одна вслѣдъ за другой съ паузой въ 6 мин. между ними. Въ первый моментъ вѣдренія тока въ нервъ мускулъ даетъ замыкательное сокращеніе; въ концѣ своего расслабленія мускулъ вновь, подѣ вліяніемъ раздраженія волнотоккомъ, постепенно поднимаетъ кривую до 16 мм. средней высоты (на кр. 20-й). Черезъ тотъ-же промежутокъ времени отъ начала сокращеній, средняя высота на кривой 21-й уже достигаетъ 27 мм., а черезъ 8 сек. та-же высота на той-же кривой равняется 33 мм. Кривая 20-я не обнаруживаетъ такого повышенія средней высоты.

Въ началѣ, спустя нѣсколько секундъ, размахъ сокращеній на той и другой кривой приблизительно одинаковъ; но, въ то время



Кр. 21-я.

какъ на кривой 21-й при дальнѣйшемъ раздраженіи онъ постепенно укорачивается и доходитъ почти до 0, на кривой 20-й замѣчается только небольшое укороченіе размаха. Число зигзаговъ

на той и другой кривой точно соотвѣтствуетъ числу колебаній тока за опредѣленный промежутокъ времени.

5-я группа опытовъ по типу $J'' A_{15} (v' v'' v''' \dots)$

22. Кривыя, относящіяся къ этой группѣ опытовъ, получены при бѣльшихъ амплитудахъ колебаній тока, соотвѣтствующихъ бѣльшему размаху верхняго электрода Кимореонома (15 mm.); сила батаррейнаго тока (J'') остается неизмѣнной.

Опытъ 8-й. Относящіяся сюда кривыя получены отъ большой зимней лягушки; цѣнь раздражающаго волнотокa состояла изъ 4 элементовъ (2—Даніэля и 2—Бунзена); передъ раздраженіемъ нерва волнотокoмъ былъ замкнутъ постоянный токъ той-же силы, при чемъ, во время прохожденія послѣдняго черезъ нервъ, мускулы реагировали „гальванотонусомъ“. Черезъ 10 сек. гальванотонусъ прекратился, и тогда было приступлено къ раздраженію нерва волнотокoмъ. Длина міополярнаго куска нерва = $1\frac{1}{2}$ см.; длина интраполярнаго участка = 1 см.; сила тока, проходящаго по нерву—„средняя“; направленіе его—восходящее; электроды—не поляризующіе; амплитуда колебаній тока, соотвѣтствующая maximum'у и minimum'у его силы = 20° — 33° ; пауза между двумя сосѣдними кривыми = 4—5 мин.

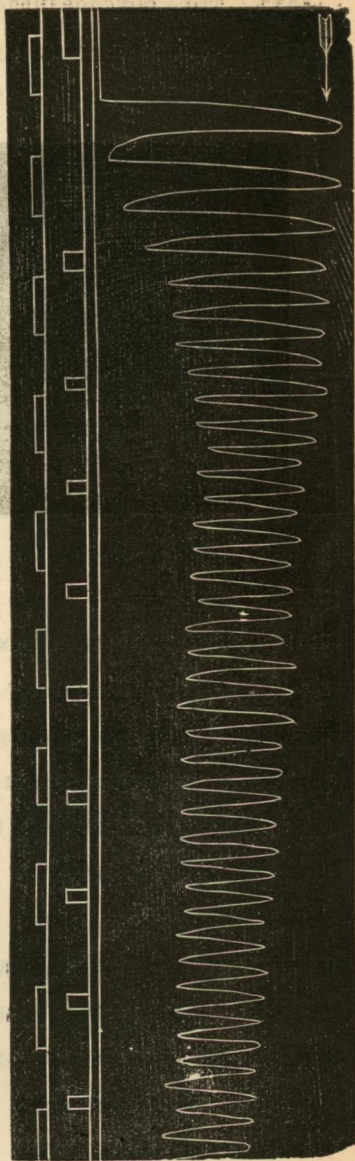
Кривая 22-я получена при $2\frac{1}{2}$ колеб. тока въ сек.

„	23-я	„	„	3— $3\frac{1}{2}$	„	„	„	„
„	24-я	„	„	7	„	„	„	„

Послѣ того какъ гальванотонусъ закончился, кривая со вторымъ колебаніемъ тока сразу поднимается до высоты 32 mm. и съ окончаніемъ этого колебанія вновь почти доходитъ до абсциссы (Кр. 22). Съ дальнѣйшимъ колебаніемъ тока, геср. раздраженіемъ, кривая вновь поднимается на высоту нѣсколько меньшую первоначальной; но нисходящая вѣтвь ея уже не доходитъ до абсциссы, а съ каждымъ слѣдующимъ раздраженіемъ становится все короче и короче. Если нижнія точки міограммы соединить между собою линією, то послѣдняя, будетъ располагаться

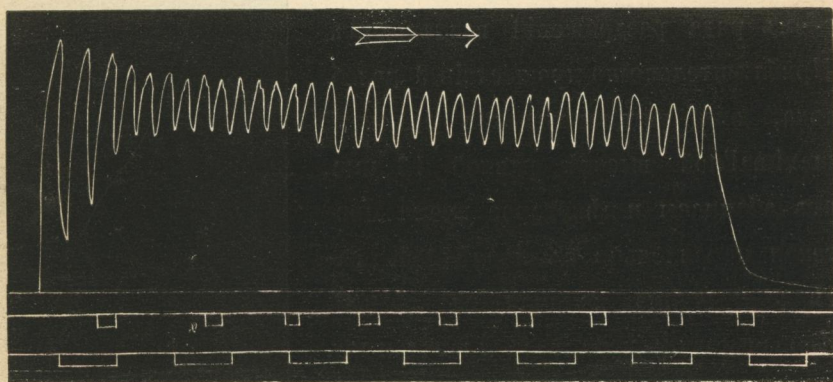
подъ нѣкоторымъ угломъ къ абсциссѣ. Линія эта изображаетъ величину укороченія мускула подѣ влияніемъ ряда раздраженій волнотокомъ. Приблизительно по прошествіи 9 колеб. тока, она устанавливается на своей максимальной высотѣ равной 13 мм. отъ абсциссы и нѣкоторое время, протекая параллельно съ послѣдней, затѣмъ медленно наклоняется къ ней. Кривая носитъ характеръ правильныхъ ритмическихъ сокращеній, при чемъ на одно „полное“ колебаніе тока приходится одно сокращеніе мускула. Продолжительность перваго сокращенія равняется 1-й сек., что обусловливается медленнымъ ходомъ Кимореонома; средняя продолжительность слѣдующихъ сокращеній приблизительно равняется 0,5 сек. Средняя высота кривой въ средней части ея не достигаетъ 20 мм., между тѣмъ какъ на простое замыканіе тока мускуль отвѣчаетъ сокращеніемъ, достигающимъ 38 мм. высоты надъ абсциссой. Амплитуда сокращеній мускула (или его размахъ), въ началѣ довольно значительная (32 мм.), постепенно уменьшается до 13 мм.

Кривая, полученная при $3\frac{1}{2}$ колебаніяхъ въ сек. (Кр. 23-я), представляетъ совершенно ту-же форму сокращеній, какъ и предыдущая; разница между ними заключается только въ дета-



Кр. 22-я.

ляхъ, что обусловливается учащеніемъ раздраженій на одно колебаніе тока въ сек. Здѣсь, какъ и тамъ, сокращеніе сразу достигаетъ максимумальной высоты (33 мм.); но затѣмъ при дальнѣй-



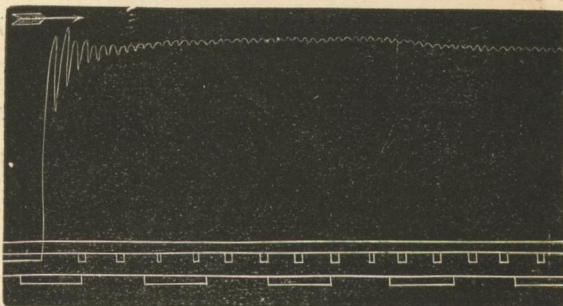
Кр. 23-я.

шихъ сокращеніяхъ эта высота нѣсколько опускается (до 28 мм. отъ абсциссы). Амплитуда сокращеній въ средней части не достигаетъ 8 мм., т. е. на 5 мм. меньше, чѣмъ на предыдущей кривой. Сокращенія располагаются ближе другъ къ другу и продолжительность каждаго изъ нихъ въ средней части кривой равняется 0,25 сек. Здѣсь, какъ и на предыдущей кривой, въ началѣ нисходящія вѣтви каждаго сокращенія также образуютъ рядъ подъемовъ, постепенно увеличивающихся относительно абсциссы; при чемъ линія, соединяющая концы нисходящихъ вѣтвей, располагается подъ болѣе крупнымъ угломъ къ абсциссѣ, чѣмъ это имѣло мѣсто на предыдущей кривой. Линія эта по прошествіи 4-хъ сокращеній достигаетъ максимумальной высоты, которая на 8 мм. выше, чѣмъ на предыдущей кривой, и затѣмъ она протекаетъ параллельно абсциссѣ до момента замыканія тока (11 сек.).

Тотъ-же нервно-мышечный препаратъ при небольшомъ увеличеніи частоты колебаній тока въ сек. (до 7—кр. 24-я) даетъ тетаническую кривую, которая, хотя по способу образованія и по

формѣ чрезвычайно близко подходит къ предыдущимъ кривымъ но, въ силу рѣзкаго увеличенія частоты колебаній тока, представляетъ рядъ измѣненій, носящихъ детальный характеръ.

Въ самомъ дѣлѣ, кривая также въ видѣ прямой линіи достигаетъ своей тахім'альной высоты (27 мм.), на которой и удерживается въ продолженіе всего раздраженія. Эта высота превышаетъ на нѣсколько миллиметровъ среднюю высоту предыдущихъ кривыхъ. „Линія укороченія мускула“ располагается подъ значительно бѣльшимъ угломъ, чѣмъ въ пер-



Кр. 24-я.

выхъ двухъ случаяхъ и черезъ 4 сокращенія достигаетъ высоты 24 мм. надъ абсциссой; дальше она протекаетъ параллельно абсциссѣ все время, пока нервъ раздражается волнотокомъ. Тетанусъ состоитъ изъ ясно видимыхъ зигзаговъ, число которыхъ точно совпадаетъ съ числомъ колебаній тока за тотъ-же промежутокъ времени. Этотъ изохронизмъ составляетъ постоянное явленіе во всѣхъ трехъ опытахъ; измѣняется только амплитуда сокращеній мускула, именно, на кривой 22-й послѣдняя колеблется въ предѣлахъ между 13 мм. и 32 мм.; на кривой 23-й она равняется 7 мм. въ средней части кривой; на послѣдней-же кривой она не достигаетъ и 1 мм. Но за то рядомъ съ уменьшеніемъ амплитуды сокращеній замѣчается увеличеніе средней высоты кривой. Эта высота на кр. 22-й приблизительно соотвѣтствуетъ 20 мм., на кривой 23-ей—23 мм. и наконецъ, на кривой 24-ой—27 мм.

23. Если подвергнуть сравнительному анализу результаты вышеприведенныхъ изслѣдованій, то можно притти къ слѣдующимъ выводамъ, общимъ для всѣхъ приведенныхъ группъ опытовъ: 1)

измѣненія въ эффектахъ раздраженія, вызванныя измѣненіемъ интервала раздраженія, носятъ опредѣленный характеръ, общій для всѣхъ группъ; 2) въ каждомъ отдѣльномъ опытѣ существуетъ опредѣленная постоянная зависимость, иначе говоря, „законномѣрность“ между измѣненіемъ интервала раздраженія волнотокомъ и соответствующимъ измѣненіемъ эффекта; 3) эта законномѣрность наблюдается независимо отъ силы батаррейнаго тока и отъ амплитуды колебаній его, и далѣе, 4) она независима отъ направленія волнотокa, проходящаго по нерву, отъ длины поляризуемаго куска нерва, отъ мѣста нерва, гдѣ происходитъ раздраженіе и т. д.

Законномѣрность измѣненій въ эффектѣ раздраженія подѣ влияніемъ измѣненій въ интервалѣ раздраженія волнотокомъ можетъ быть формулирована въ слѣдующихъ положеніяхъ:

1) При раздраженіи двигательнаго нерва волнотокомъ любой формы и величины, продолжительность „періода скрытаго раздраженія“ (*Latenzstadium*¹⁾) находится въ обратномъ отношеніи къ частотѣ колебаній тока въ единицу времени.

Таблица 1-я представляетъ измѣненія продолжительности „скрытаго періода раздраженія“, выраженныхъ въ сек. при различныхъ силахъ тока и различныхъ амплитудахъ колебаній его.

¹⁾ *Прим.* Я воспользовался этимъ терминомъ—„періодомъ скрытаго раздраженія“, чтобы имъ обозначить время, въ теченіе котораго мускуль, послѣ начала раздраженія его волнотокомъ, остается еще въ покоѣ. Точнѣе было бы обозначить это время—„періодомъ покоя мускула“, такъ какъ первый терминъ имѣетъ спеціальное значеніе (для одиночныхъ сокращеній). Изученіе „періода покоя“ мускула, имѣетъ только относительное значеніе—при сравненіи его на различныхъ кривыхъ, полученныхъ отъ одного и того же нервно-мускульнаго препарата. Кромѣ того, этотъ періодъ подвергается сравнительному анализу въ томъ случаѣ, когда онъ на различныхъ кривыхъ, представляетъ значительныя колебанія своей величины. Это тѣмъ болѣе необходимо, что, въ виду медленнаго вращенія записывающаго цилиндра, разница колебанія его на нѣсколько отыхъ секундъ лежитъ въ предѣлахъ ошибки.

Амплитуда.	5mm.	10 mm.			15 mm.		10 mm.			15 mm.	
Число колеб. 2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	0,5	—
„ „ 3	—	—	—	—	—	—	0,75	—	—	0,125	—
„ „ 4	—	—	1,25	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ 5	—	—	—	3,12	3,5	—	—	0,25	—	—	—
„ „ 6	—	0,5	0,75	—	—	—	0,25	—	—	—	0,25
„ „ 7	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—	0,03	—
„ „ 8	—	—	0,5	—	—	—	—	—	5	—	0,125
„ „ 9	—	—	—	—	0,125	2	—	—	—	—	—
„ „ 11	—	0,25	—	1,5	—	—	—	—	—	—	—
„ „ 14	1,25	—	—	—	—	0,25	—	—	0,5	—	—
„ „ 17	0,75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ 25	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
„ „ 27	—	—	—	—	—	—	—	—	0,125	—	—
Опыты . . .	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
	Для слабого тока.						Для среднего тока.				

Табл. 1-я.

Числа, выражающія періодъ скрытаго раздраженія, для каждаго отдѣльнаго опыта расположены по вертикальнымъ столбцамъ; цифры по лѣвой сторонѣ (2—27) указываютъ на число колебаній тока въ сек; числа внизу (1—11) обозначаютъ №№ отдѣльныхъ опытовъ. Номера опытовъ располагаются въ группы, соответствующія определенной амплитудѣ колебанія верхняго электрода Кимореонома (5—15 mm.).

Во всѣхъ приведенныхъ въ таблицѣ 1-ой опытахъ, мы можемъ констатировать одно и то-же явленіе—уменьшеніе продолжительности „скрытаго періода раздраженія“ соответственно увеличенію частоты колебаній тока; но нельзя замѣтить какой-либо пропорциональности между измѣненіями той и другой величины: если въ однихъ случаяхъ, какъ въ опытѣ 9-мъ, при увеличеніи числа раздраженій на 6 колеб. въ сек., продолжительность „скрытаго періода“ укорачивается въ 10 разъ, то въ другихъ случаяхъ, какъ напримѣръ въ опытѣ 2-мъ, приблизительно при томъ-же учащеніи она укорачивается только вдвое. Само собою разумѣется, подобная разниа обусловливается, съ одной стороны, индивидуальными осо-

бенностями въ фізіологическихъ свойствахъ различныхъ нервно-мускульныхъ препаратовъ, съ другой-же стороны, — массою побочныхъ условий.

2) „Періодъ подъема“, геср. продолжительность времени отъ начала кривой до достиженія ею махім'альной высоты, находится въ прямомъ отношеніи къ интервалу раздраженія волнотокомъ.

Амплитуда колеб. верхняго электрода.		5 mm.	10 mm.	15 mm.		5 mm.	10 mm.	15 mm.	
Число колебаній тока въ 1 сек.	2	—	—	5	—	—	—	—	
	3	—	—	—	—	0,75	—	—	
	4	—	—	—	—	—	—	—	
	5	—	—	—	3,5	0,25	—	—	
	6	—	2,75	—	—	—	1,7	—	
	7	—	—	—	—	—	—	—	
	8	—	—	—	1,5	—	—	3	
	9	—	—	—	—	—	—	—	
	11	—	1,25	1,25	—	—	—	—	
	13	2,6	—	—	0,125	—	—	—	
	14	—	—	—	—	—	0,33	1,5	
	17	1,75	—	—	—	—	—	—	
	25	0,75	—	—	—	—	—	—	
	27	—	—	—	—	—	—	1	
Опыты		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Слабый токъ.						Средній токъ.			

Табл. 2-я.

Время, опредѣляющее этотъ періодъ, на приведенной таблицѣ 2-й вычислено въ сек.; расположеніе чиселъ, обозначающихъ частоту колебаній тока, амплитуду колеб. его, такое-же, какъ и въ предыдущей таблицѣ.

3) Высота подъема кривой сокращенія до опредѣленнаго махімум'а находится въ обратномъ отношеніи къ интервалу раздраженія волнотокомъ.

На относящейся сюда таблицѣ 3-ей, высота этого подъема изображена въ миллиметрахъ.

Амплитуда колеб. верх. элек.		5 mm.		10 mm.		15 mm.				10 mm.		15 mm.			
Число колебаній въ 1 сек.	{	2	—	—	32	—	20	—	—	—	35	—	33	—	
		3	—	—	—	—	—	—	—	15	—	—	36	—	
		5	—	—	38	—	—	—	—	40	—	—	—	—	
		6	—	—	—	18	—	—	—	—	37	—	—	35	
		7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27	—	
		8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	36	
		9	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—	
		10	—	—	—	—	—	22	—	—	—	—	—	—	
		11	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—	—	
		12	—	—	—	—	31	—	27	—	—	—	—	—	
		13	15	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		14	—	—	—	—	—	33	32	—	—	23	—	—	
17	21	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
25	25	30—31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32	—	—			
Опыты . . .		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.			8.	9.	10.	11.	12.
		С л а б ы й т о к ъ .							С р е д н і й т о к ъ .						

Таб. 3-я.

4) Средняя высота сокращеній въ средней части кривой измѣняется обратно пропорціонально интервалу раздраженія волнотокомъ.

Эта высота вычислена на таблицѣ 4-ой въ миллиметрахъ.

Амплитуда.		5 mm.		10 mm.		15 mm.		5 mm.		10 mm.		5 mm.	
Число колебаній въ 1 сек.	2	—	—	—	—	—	—	15	—	—	18	—	—
	3	—	18	—	—	—	—	—	11	—	—	—	—
	4	—	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	4	—	—	—	—	30	—	—	—	—
	6	—	36	—	—	—	—	26	—	—	30	—	—
	7	—	—	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8	—	—	—	—	—	—	—	—	18	—	—	—
	9	—	—	30	6	—	—	—	—	—	16	—	7
	10	—	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	—	—	—	—	—	33	—	—	—
	13	6	—	—	—	—	—	—	—	—	33	—	—
	14	—	—	—	26	—	—	—	—	—	—	—	24
	17	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	25	35—37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32
Опыты . .		1.	2.	3.	4.	5.							
		Слабый токъ.					Средний токъ.						

Таб. 4-я.

5) Время, въ теченіе котораго мускулъ непрерывно отвѣчаетъ на раздраженіе рядомъ сокращеній, измѣняется обратно пропорціонально интервалу раздраженія волнотокомъ.

Другими словами, волнотокъ, съ большимъ интерваломъ колебаній его, не обладаетъ достаточной энергіей, чтобы удерживать мускулъ въ сокращенномъ состояніи такъ долго, какъ это имѣетъ мѣсто при раздраженіи послѣдняго волнотокомъ съ малымъ интерваломъ.

Таблица 5-я представляетъ намъ это время, вычисленное въ сек. и измѣренное отъ начала поднятія кривой до того момента, когда она начинаетъ падать къ абсциссѣ.

Амплитуда.		5 mm.		10 mm.		15 mm.		5 mm.		10 mm.	
Число колебаній въ 1 сек.	2	—	—	9	13	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—
	5	—	—	—	—	5	—	7	—	15	—
	7	—	—	12 (X)	—	8 ¹ / ₂	—	—	—	—	—
	8	—	—	—	—	—	—	11	—	—	—
	9	—	—	—	—	17	—	—	—	—	—
	10	—	—	15 (X)	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	16 (X)	—	—	—	—	—	—
	13	12	9	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	—	—	—	—	—	—	19	—	—	—
	17	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	25	7 (X)	19	—	—	—	—	—	—	—	—
Опыты . .		1.	2.	3.	4.	5.			6.	7.	
		Слабый токъ.					Средний токъ.				

Таб. 5-я.

Числа, отмѣченныя крестиками, указываютъ на время раздраженія до момента размыканія тока. Обыкновенно токъ размыкался, когда кривая еще находилась на своей максимальной высотѣ. Въ этихъ случаяхъ я обыкновенно прерывалъ тетаническую кривую во избѣжаніе утомленія препарата.

6) Амплитуда сокращеній мускула ¹⁾, resp. размахъ ихъ, измѣняется пропорціонально интервалу раздраженія волнотокѣмъ.

Сюда относящаяся таблица 6-я представляетъ эти амплитуды, выраженные въ миллиметрахъ. Въ случаѣ, гдѣ эти амплитуды не одинаковой величины, тамъ приведены minimum и maximum ихъ (см. числа, соединенныя тире).

Амплиту- да.		5mm.	10 mm.	15 mm.		5 mm.	10 mm.		15 mm.					
Число колебаній въ 1 сек.	2	18—26	13—18	—	—	—	20	—	—	34	—	12—33	—	16
	3	—	—	—	5—18	—	—	3—16	—	—	—	7—9	—	6—7
	5	—	—	—	—	8	—	21—38	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	26—31	—
	7	1	—	—	9—12	—	—	—	—	—	—	1	—	1
	8	—	—	—	—	13—17	—	—	—	4—6	—	1—7	—	9
	10	—	—	8—12	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	0	—	—	—	—	—	—	—	1—8	—	—	—	—
	12	—	—	1—3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	—	—	—	1—3	—	—	—	—	—	—	1	—	—
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	—	—	
Опыты .		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
С л а б ы й т о к ѣ .						С р е д н і й т о к ѣ .								

Таб. 6-я.

Изъ чиселъ, приведенныхъ въ таблицѣ, видно, какъ иногда при небольшомъ уже уменьшеніи интервала раздраженія чрезвычайно рѣзко уменьшается амплитуда сокращеній. Такъ напр., въ опытѣ 6-мъ и 9-мъ, при увеличеніи частоты колебаній съ 2 до 6 въ сек., амплитуда сокращеній мускула рѣзко уменьшается съ 20—34 mm. до 1—2 mm. Иногда, какъ въ опытѣ 1-мъ, уже при 11

¹⁾ *Примѣч.* Подъ этой амплитудой слѣдуетъ разумѣть какъ поднятіе, такъ и опусканіе кривой каждаго сокращенія въ отдѣльности.

колеб. въ сек. амплитуда сокращеній мускула равняется 0, т. е. получается сплошной тетанусъ.

Однако не всегда можно наблюдать такую строгую зависимость между интерваломъ раздраженія и амплитудой сокращеній; иногда приходится наблюдать совершенно обратное; такъ въ опытахъ 5-мъ и 8-мъ (см. таб.), съ увеличеніемъ частоты раздраженія амплитуда сокращеній не уменьшается, но напротивъ увеличивается. Впрочемъ, это довольно рѣдкое явленіе, какъ исключеніе изъ общаго правила, можно только наблюдать въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ приходится имѣть дѣло съ колебаніями тока относительно небольшой частоты (до 10 колеб. въ сек.).

Вторая серія опытовъ.

24. Вторая серія опытовъ посвящена изученію фізіологическаго дѣйствія амплитуды колебанія тока.

Старые опыты относительно этого вопроса не представляютъ какихъ либо опредѣленныхъ данныхъ.

Флейшль же въ своей статьѣ ограничивается только короткимъ замѣчаніемъ.

Онъ говоритъ: „Leicht lässt sich durch geringe Veränderungen in der Rotationsgeschwindigkeit die ausserordentliche Empfindlichkeit des Nerven für die Steilheit und durch andere passende Veränderungen seine grosse Unempfindlichkeit gegen die Quantität der Stromschwankung nachweisen“ ¹⁾.

Fuhr и Kries совсѣмъ не занимались изслѣдованіемъ этого вопроса.

Этимъ исчерпываются всѣ свѣдѣнія, какія существуютъ въ литературѣ по данному вопросу. Несомнѣнно, что рѣшеніе его

¹⁾ Флейшль. Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissenschaft. Bd. 75. III Abtheil. 1877 г. стр. 162.

представляетъ большія трудности тѣмъ болѣе, что съ измѣненіемъ амплитуды колебанія тока неизбѣжно связано измѣненіе другихъ факторовъ волноточа. Въ самомъ дѣлѣ, здѣсь возможны два случая: или съ измѣненіемъ амплитуды колебанія тока измѣняется крутизна его наростанія (resp. ослабленія) при условіи неизмѣнности интервала волноточа, или же, при постоянствѣ крутизны колебанія тока съ измѣненіемъ амплитуды неизбѣжно связано измѣненіе частоты его. Понятно отсюда, что въ такомъ случаѣ не одна амплитуда является переменною величиной, но также рядомъ съ ней будетъ измѣняться или крутизна колебаній тока, или же частота ихъ въ единицу времени. Очевидно, что фیزیологическое дѣйствіе амплитуды колебаній тока не можетъ быть изслѣдовано отдѣльно при неизмѣнности прочихъ условій раздраженія.

Въ нашемъ случаѣ мы пользовались такою постановкою опыта, при которой частота колебаній тока оставалась неизмѣнною. Такимъ образомъ, при сравнительномъ анализѣ фیزیологическаго дѣйствія различныхъ амплитудъ колебаній тока, мы будемъ подразумѣвать совокупное дѣйствіе амплитуды и крутизны колебаній тока, какъ переменныхъ величинъ.

Опыты, произведенные въ этомъ направленіи, показали, что эффектъ раздраженія не относится безразлично къ измѣненіямъ амплитуды колебаній тока.

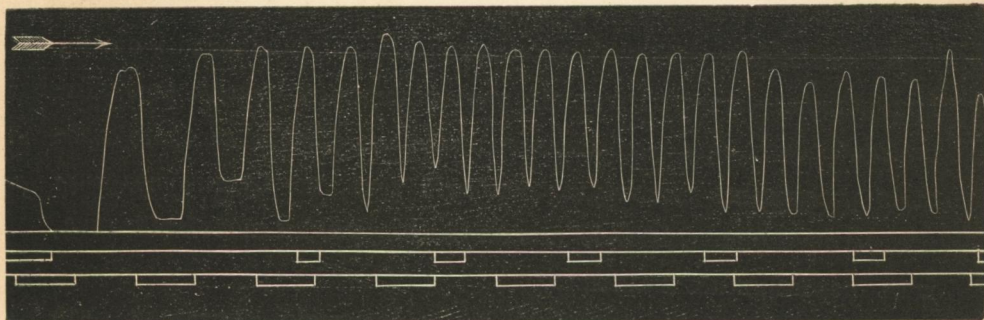
Во 2-й главѣ мною подробно уже описаны способы измѣренія амплитуды колебаній тока. Здѣсь-же я замѣчу, что амплитуда эта увеличивалась или уменьшалась соотвѣтственно увеличенію или уменьшенію экскурсіи верхняго электрода Кимореонома. Гальванометромъ-же Zenger'a опредѣлялись предѣлы колебаній тока (его maximum и minimum) въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ.

Въ настоящемъ трудѣ я ограничусь приведеніемъ нѣсколькихъ опытовъ, наиболѣе характерныхъ для этой группы.

Опытъ 9-й. Препаратъ приготовленъ отъ большой зимней лягушки; въ цѣпь волнотока введены 4 элемента (2 элемента Даниэля и 2—Бунзена); раздражающій токъ — „средней“ силы (по закону Пфлюгера, см. выше); часть поляризуемаго нерва—нижняя; длина его = 1 см.; длина монолярнаго куска = приблизительно 1 см.; направленіе тока восходящее; передъ раздраженіемъ нерва волнотокомъ пропущенъ постоянный токъ въ продолженіе 7 сек.; частота колебаній тока на кривыхъ 25-й и 26-й приблизительно одинакова и = 2 „полнымъ“ колеб. въ сек.

Кривая 25-я получена при амплитудѣ колебаній верхняго электрода Кимореонома въ 5 mm., кривая же 26-я—при амплитудѣ въ 10 mm.

Въ первомъ случаѣ, токъ, проходящій черезъ нервъ, колеблется въ предѣлахъ между 23° — 30° (по гальванометру Zenger'a); во второмъ—между 19° и 30° . Обѣ кривыя получены одна вслѣдъ за другой съ паузой въ 5 мин. между ними.



Кр. 25-я.

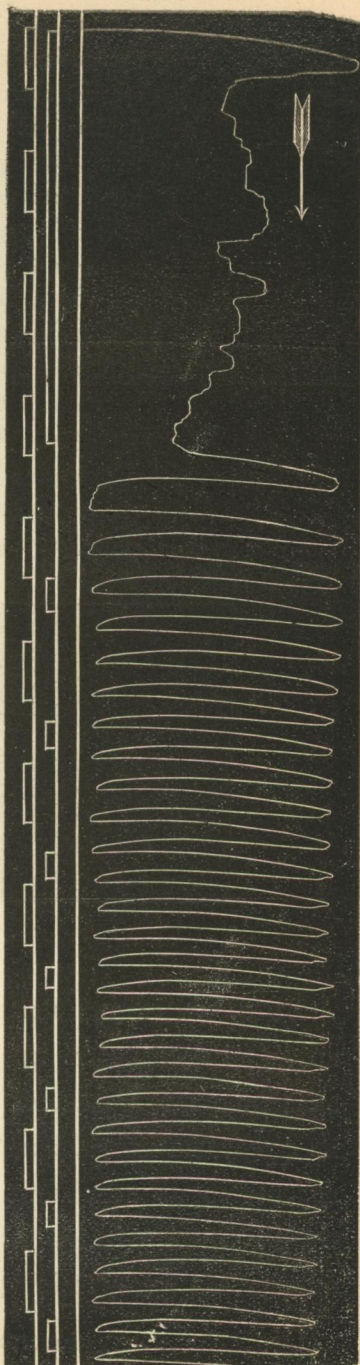
Въ началѣ, во все время прохожденія постояннаго тока черезъ нервъ мускуль, находился въ состояніи гальванотонуса. На кривой 25-й, раздраженіе волнотокомъ началось тогда, когда гальванотонусъ уже закончился, и мускуль пришелъ въ покой. Наоборотъ, на кривой 26-й, раздраженіе волнотокомъ началось тогда, когда мускуль еще находился въ состояніи гальванотонуса. Этотъ моментъ представляетъ самъ по себѣ чрезвычайно интересный фактъ, такъ какъ съ началомъ раздраженія волнотокомъ неправильная кривая гальванотонуса рѣзко обрывается и переходитъ въ правильную.

дять въ правильныя ритмическія сокращенія. Объ этомъ фактъ болѣе подробно будетъ трактоваться въ VI-й главѣ. Здѣсь-же насъ интересуетъ та разница въ эффектахъ раздраженія, которая обуславливается разницей въ амплитудѣ колебаній тока.

Общій характеръ сокращеній мускула на обѣихъ кривыхъ совершенно одинаковъ: и тамъ и здѣсь получаются одиночныя, изолированныя другъ отъ друга сокращенія; каждое такое сокращеніе по времени точно совпадаетъ съ однимъ „полнымъ“ колебаніемъ тока.

Разница же между сокращеніями на той и другой кривой заключается въ различной величинѣ амплитуды самаго сокращенія; въ самомъ дѣлѣ, размахъ сокращенія на кривой 26-ой доходитъ до 32 mm., между тѣмъ какъ на кривой 25-ой, онъ не достигаетъ 21 mm.; эту разницу въ величинѣ сокращеній ближе всего, конечно, можно привести въ связь съ измѣненіемъ амплитуды колебанія тока тѣмъ болѣе, что всѣ прочія условія раздраженія остаются неизмѣнными.

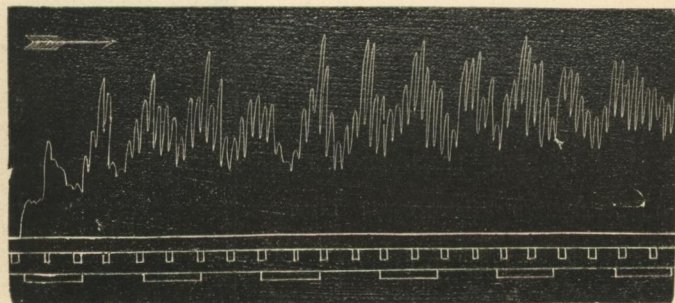
Эту зависимость, какъ явленіе постоянное, можно наблюдать также на кривыхъ 27-ой и 28-ой.



Кр. 23-я.

Опыт 10-й. Обѣ кривыя получены отъ свѣжаго нервно-мускульнаго препарата, приготовленнаго отъ зимней лягушки средней величины; въ цѣпь волнотокъ введены 2 элемента Даниэля; токъ слабый (по схемѣ „закона сокращеній“—Пфлюгера); нервъ раздражается въ нижней части; длина нерва между электродами = 1 см.; длина монолярной части = 1 см.; передъ раздраженіемъ волнотокъ пропускаетъ постоянный токъ въ продолженіе 5—6 сек.; направленіе тока, проходящаго черезъ нервъ—восходящее; интервалъ раздраженія на той и другой кривой приблизительно одинаковъ и = 8 колеб. въ сек.; амплитуда колебанія верхняго электрода Кимореонума установлена на 10 мм. для полученія кр. 27-й и—на 15 мм. для кр. 28-й.

Въ первомъ случаѣ, границы колебанія силы тока дожились въ предѣлахъ между 5^0 — 10^0 (по гальванометру Zenker'a), во второмъ—въ предѣлахъ между 2^0 и 11^0 .

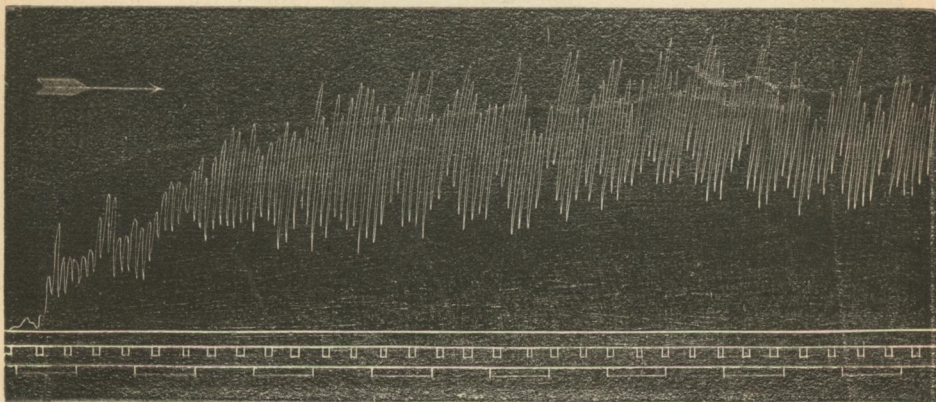


Кр. 27-я.

Въ этомъ случаѣ можно сказать то-же самое, что было сказано по отношенію къ предъидущимъ кривымъ. Здѣсь также чрезвычайно рѣзко бросается въ глаза разница въ величинѣ размаха мускульныхъ сокращеній; такъ, на кривой 27-ой величина эта колеблется въ предѣлахъ между 8 и 10 миллиметрами; на кривой-же 28-ой—между 14 и 22. Но рядомъ съ этимъ легко констатировать увеличеніе средней высоты на послѣдней кривой.

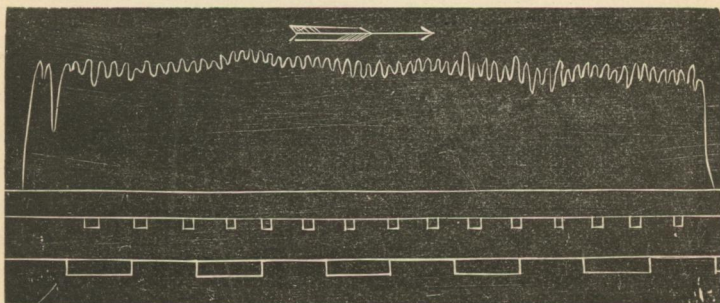
Особенно наглядно можно наблюдать увеличеніе средней высоты въ зависимости отъ увеличенія амплитуды колебанія тока при

тѣхъ условіяхъ раздраженія, при которыхъ сокращенія мускула сливаются въ тетанусъ. Кривыя 29-ая и 30-я могутъ служить нагляднымъ примѣромъ этой зависимости.



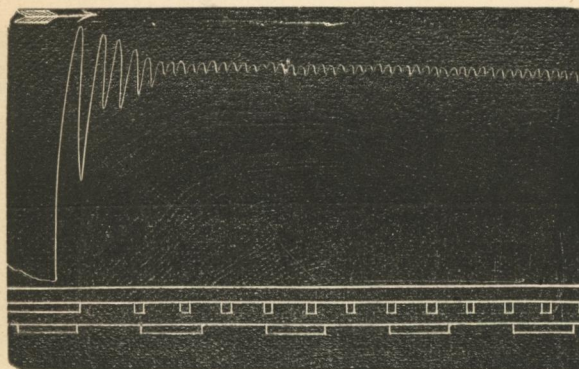
Кр. 23-я.

Опытъ 11-й. Лягушка большая, зимняя; въ цѣнь раздражающаго тока включены 4 элемента (2 элемента Даниэля, 2 — Бунзена); токъ проходитъ черезъ нервъ въ восходящемъ направленіи; электроды не-поляризующіе; разстояніе между ними = 1 см.; длина миоэлектрической части нерва = $1\frac{1}{2}$ см.; на обѣихъ кривыхъ частота колебаній приблизительно одинакова и = 6—7 колеб. въ сек.; кривая 29-ая получена при 5 mm. экскурсіи электрода Кимореонома; кривая-же 30-ая — при 10 mm. Въ первомъ случаѣ, колебаніе тока ложится въ предѣлахъ между 23° — 30° (опредѣляемыми по отклоненію стрѣлки гальванометра Zenger'a), во второмъ-же случаѣ — между 18° и 30° .



Кр. 29-я.

На этих кривых амплитуда колебаний тока не влияет на величину размаха сокращений такъ, какъ это мы видѣли на предыдущихъ кривыхъ; но за то чрезвычайно рѣзко обнаруживается раз-



Кр. 30-я.

ница въ средних высотахъ той и другой кривой. Средняя высота на кривой 29-ой равняется 17 мм., а на 30-ой — 29 мм., т. е. съ увеличеніемъ амплитуды колебанія тока

соотвѣтственно увеличивается средняя высота кривой сокращенія.

Изъ другихъ опытовъ, относящихся къ этому вопросу, мы ограничимся только приведеніемъ измѣреній средней высоты и размаха сокращеній въ зависимости отъ измѣненія амплитуды колебанія тока.

Амплитуда.	10 мм.	15 мм.	5 мм.	10 мм.	15 мм.	5 мм.	15 мм.	10 мм.	15 мм.	5 мм.	10 мм.	10 мм.	15 мм.
Средняя высота кривой сокращ.	37	43	8	27	33	6	31	22	29	15	18	8	12
Амплитуда сокращ. мускула.	36	42	3—5	7	1(×)	5—7	0,5(×)	2—10	14—19	17—20	32	5—14	9—16
Опыты . . .	1.		2.			3.		4.		5.		6.	

Таб. 7-я.

Наверху таблицы обозначены величины экскурсій верхняго электрода Кимореонома; внизу же — отдѣльные опыты. Числа, изображенныя въ столбцахъ, выражены въ миллиметрахъ. Частота колебаній тока въ каждомъ отдѣльномъ опытѣ одинакова. Числа, обозначенныя крестиками (×), указываютъ на тетанусъ. Измѣренія каждой отдѣльной кривой расположены по вертикальнымъ столбцамъ. Въ каждомъ отдѣльномъ опытѣ, за исключеніемъ амплитуды колебанія тока, всѣ прочія условія раздраженія остаются неизмѣнными.

Изъ таблицы легко видѣть, что какъ средняя высота, такъ и размахъ сокращенія мускула увеличиваются соотвѣтственно увеличенію амплитуды волнотокa. Въ иныхъ случаяхъ, это увеличеніе не представляетъ большой разницы съ предыдущей величиной, какъ напр. въ опытахъ 1-омъ, 4-омъ, 5-омъ и 6-омъ. Напротивъ, въ опытѣ 2-омъ, средняя высота сразу поднимается съ 8 мм. до 27 мм., между тѣмъ какъ амплитуда сокращенія—съ 3—5 мм. только до 7 мм. Съ увеличеніемъ-же амплитуды колебанія съ 10 мм. до 15 мм. (въ томъ-же 2-омъ опытѣ), средняя высота повышается до 33 мм., между тѣмъ какъ размахъ сокращенія уменьшается съ 7 до 1 мм. Это уменьшеніе величины размаха сокращенія обусловливается тѣмъ, что здѣсь сокращенія сливаются въ тетанусъ. Въ этомъ отношеніи особенно интересенъ опытъ 3-ій, гдѣ амплитуда колебанія верхняго электрода Кимореонома сразу была увеличена съ 5 мм. на 15 мм. Соотвѣтственно этому увеличенію, размахъ сокращенія мускула рѣзко уменьшился съ 5—7 мм. до 0,5 мм., что, какъ было выше сказано, обусловливается образованіемъ тетануса; между тѣмъ какъ рядомъ съ этимъ средняя высота кривой круто поднялась съ 6 мм до 31 мм. Такимъ образомъ, въ тѣхъ случаяхъ, когда съ увеличеніемъ амплитуды колебанія тока образуется тетанусъ, средняя высота рѣзко увеличивается на счетъ уменьшенія размаха сокращеній.

Изъ всего сказаннаго мы можемъ вывести слѣдующія заключенія:

- 1) Съ увеличеніемъ амплитуды колебаній тока (при прочихъ равныхъ условіяхъ) соотвѣтственно увеличивается размахъ мускульнаго сокращенія.
- 2) Рядомъ съ этимъ также увеличивается средняя высота кривой.
- 3) Въ тѣхъ случаяхъ, когда сокращенія не складываются въ тетанусъ, тамъ увеличеніе амплитуды колебанія тока всего рѣзче

сказывается по отношенію къ размаху отдѣльныхъ сокращеній мускула.

4) Наоборотъ, въ случаяхъ, гдѣ образуются тетанусы, вліяніе увеличенія амплитуды колеб. тока обнаруживается по отношенію къ средней высотѣ кривой сокращеній.