

Глава V.

Нервное возбужденіе или токъ.

Разсматривая внѣшнее раздраженіе какъ величину живой силы измѣряемую формулой $\frac{mv^2}{2}$ мы должны допустить, что дѣйствуя на периферическій приборъ органа чувствъ, оно должно встрѣтить нѣкоторое сопротивленіе.

Въ нервномъ окончаніи, вообще въ периферическомъ приборѣ органа чувствъ, внѣшнее раздраженіе трансформируется, превращается въ нервное возбужденіе, которое распространяется центростремительно по чувствительному нерву.

Но нервное возбужденіе, которое есть тоже сила, или видъ энергіи, не развивается въ самой нервной системѣ за счетъ запаса ея молекулярныхъ силъ подъ вліяніемъ импульса внѣшняго раздраженія, а возникаетъ всецѣло изъ послѣдняго по закону эквивалентнаго превращенія энергіи. Нейронъ есть живой механизмъ превращающій физическую энергію въ нервную и носитель проводящій этотъ видъ энергіи. Нервное возбужденіе есть новый видъ энергіи. Оно меньше величины физическаго раздраженія потому, что часть живой силы послѣдняго пошла на преодоленіе сопротивленія при проникновеніи въ периферическое окончаніе, но оно эквивалентно ему:

$$\frac{mv^2}{2} = k. \frac{m_1 v_1^2}{2}$$

коэффиц.
сопротивленія.

Спорный вопросъ въ психофизиологіи, еще не выясненный и не рѣшенный, составляетъ натура нервного то-

ка. Восторжествуетъ ли теорія специфической нервной энергіи, согласно которой каждый чувствительный нервъ проводить, а каждый органъ чувствъ вырабатываетъ особый видъ энергіи, или противоположная теорія, согласно которой различные аппараты органовъ чувствъ трансформируютъ различные виды энергіи въ общую и единую форму нервнаго тока, теорія сохраненія энергіи окажется здѣсь одинаково примѣнимою. При принятіи второй теоріи надо предположить, что эта единая нервная энергія въ центрахъ коры мозга снова трансформируется въ различныя формы и порождаетъ различныя субъективныя ощущенія.

Во всякомъ случаѣ не подлежитъ сомнѣнію, что энергія распространяющаяся по нерву не та, которая дѣйствовала на органы чувствъ извнѣ. Произошла, слѣдовательно, трансформация одного вида энергіи въ другой.

Пока мы не располагаемъ какимъ либо методомъ для обнаруженія и измѣренія количества энергіи нервнаго тока, существованіе же ея опредѣляется прекращеніемъ ощущенія или сокращенія мышцы при перерѣзкѣ нерва.

Черезъ посредство цѣпи нейроновъ по чувствительному пути нервной токъ достигаетъ и раздражаетъ центры мозговой коры, гдѣ это раздраженіе выражается въ субъективной формѣ ощущенія. Мы не имѣемъ никакихъ объективныхъ методовъ для обнаруженія и этого центрального нервнаго возбужденія въ клѣткѣ мозговой коры.

Въ настоящее время, когда можно считать съ достаточною точностью установленнымъ положеніе, что нервное волокно не есть самостоятельное образованіе, независимое отъ нервной клѣтки, а только ея часть, отростокъ, до известной степени дифференцированный анатомически и функціонально,—едва ли правильно то выдѣленіе физиологическаго нервнаго волокна, которое до сихъ поръ общепринято и которое разсматриваетъ свойства волоконъ—ихъ раздражительность и проводимость основываясь на опытахъ съ вырѣзанными изъ тѣла волокнами составляющими лишь части нейроновъ и подвергая ихъ искусственнымъ раздраженіямъ.

Поэтому мы рассмотримъ механизмъ нервной дѣятельности съ точки зрѣнія функціи не отдѣльныхъ воло-

конъ, а тѣхъ анатомо-физиологическихъ единицъ, изъ которыхъ построена нервная система т. е. нейроновъ.

Нервное волокно въ организмѣ въ нормальныхъ условіяхъ есть проводникъ нервной энергіи или тока нервного возбужденія между центральной нервной клѣткой и периферическимъ нервнымъ окончаніемъ и обратно. Въ естественныхъ условіяхъ нервное волокно не возбуждается непосредственно и обладаетъ свойствомъ проводить нервный токъ въ одномъ направленіи, такъ какъ нейронъ часть котораго оно составляетъ *in toto* проводитъ только односторонне: въ чувствительныхъ путяхъ отъ периферіи къ центру, а въ двигательныхъ отъ центра къ периферіи.

Экспериментально нервное волокно обладаетъ свойствомъ возбуждаться непосредственно на своемъ протяженіи физическими и химическими процессами дѣйствующими на него и проводить возбужденіе обоюдосторонне. Раздраженіе это также какъ и исходящее изъ нервного центра, передается по двигательному нерву и вызываетъ сокращеніе иннервируемой мышцы. Раздраженіемъ нервовъ бываютъ механическіе, электрическіе, термическіе и химическіе процессы, которые представляютъ собою различные виды физической энергіи; послѣдняя проводится по нервному волокну, въ формѣ нервного возбужденія (импульса).

По отношенію къ механическимъ, термическимъ и химическимъ раздраженіямъ можно съ увѣренностью сказать, что нервное волокно проводитъ ихъ въ формѣ нервного тока, а слѣдовательно само трансформируетъ, превращаетъ физическую энергію въ особый, общій для всѣхъ ея формъ, видъ нервной энергіи или возбужденія. Электрическое же раздраженіе вслѣдствіе близости его натуры нервному возбужденію, быть можетъ, проводится по нерву какъ таковое. По крайней мѣрѣ явленія электротона даютъ возможность обнаружить въ нервѣ явленія электрической природы. Съ другой стороны самыя электрическія явленія въ нервѣ, когда на него не дѣйствуетъ электрическій раздражитель, выдвигаютъ на очередь вопросъ о близкомъ родствѣ, если, быть можетъ, не тождествѣ нервной энергіи съ электрической.

Свойства всѣхъ нервныхъ волоконъ оказываются въ высокой степени общими.

Теорія специфической энергіи Iohanna Müller'a приписывала нервамъ, исходящимъ отъ различныхъ органовъ чувствъ, особую специфическую форму возбужденія. Müller основывалъ свою теорію на томъ физическомъ фактѣ, что, какимъ бы способомъ не раздражать изслѣдуемый нервъ (свѣтомъ, механически, химически) получается одинаковое специфическое ощущеніе. Въ настоящее время однако универсальными считаются только механическія и электрическія раздраженія, да и наличность яснаго специфическаго ощущенія, какъ слѣдствіе такого раздраженія, спорна.

Такъ называемая специфичность нервной волны составляетъ вопросъ весьма большой важности. Мы не имѣемъ никакихъ точныхъ данныхъ, на основаніи которыхъ можно было бы обнаружить тождество нервного возбужденія въ различныхъ чувствительныхъ нервахъ, проводящихъ разныя раздраженія, и рѣшить, зависитъ ли специфичность ощущеній отъ трансформаторовъ (периферическихъ приборовъ органовъ чувствъ) и приѣмниковъ (нервныхъ центровъ)—или специфичность сохраняется и въ нервной волнѣ. Способенъ ли нервъ вообще проводить всякое раздраженіе или опредѣленное волокно приспособлено для передачи только опредѣленнаго возбужденія—неизвѣстно. Есть указанія, хотя не лишенные возраженій, что спеціальныя нервныя аппараты глаза и зрительный нервъ кромѣ спеціальныхъ раздраженій способны проводить и осязательныя.

По словамъ *Funke* (419 ст. физиологія *Германа*, т. III) „при всѣхъ условіяхъ качественно одна и та же волна раздраженія ни подъ какимъ видомъ не можетъ вызывать въ одномъ и томъ же дѣйствующемъ приборѣ, къ которому ее относить нервное волокно, существенно различныя эффекты, а вызываетъ только одинъ и тотъ же процессъ, отличающійся только количественно, соотвѣтственно съ различной силой самаго раздраженія“. Почти общепринятымъ слѣдуетъ считать положеніе, что для всѣхъ нервныхъ волоконъ, вообще, существуетъ только одного рода возбужденіе—движеніе.

Всѣ, извѣстные намъ раздражители будучи приложены непосредственно къ нервному волокну, не вызываютъ

специфическаго ощущенія и обычныхъ рефлексовъ, а только причиняють боль (*Веберъ*). Слѣдовательно способность трансформации энергіи со стороны нервнаго волокна ограничена, и функцію эту беретъ на себя периферическій аппаратъ органа чувствъ. Зрительный нервъ не возбуждается свѣтомъ непосредственно, а только черезъ сѣтчатку, равно какъ и ощущенія температуры и давленія получаются только чрезъ посредство нервныхъ окончаній. Тѣ степени давленія и температуры, которыя являются непосредственными раздражителями для всѣхъ нервовъ вызываютъ при своемъ дѣйствіи на кожу боль (*Funke*). Обнаженный двигательный нервъ возбуждается при 10° ниже 0° и выше 44° , при чемъ появляются мышечныя сокращенія. Тѣ степени давленія, которыя при дѣйствіи на кожу вызываютъ осязательныя ощущенія, при дѣйствіи на двигательный нервъ не вызываютъ возбужденія, и при постепенномъ сдавливаніи нервъ можетъ быть разможженъ безъ вызова возбужденія. Опытами *Вебера* доказано, что нервы на всемъ своемъ протяженіи совершенно нечувствительны къ кожнымъ раздраженіямъ, приложеннымъ къ нимъ непосредственно. Если нервъ раздражается на протяженіи сильными раздраженіями, то получается болевое ощущеніе, которое проектируется въ иннервируемыя части на периферію, гдѣ заложены концевые приборы.

Съ другой стороны волокна зрительнаго нерва при перерѣзкѣ и возбужденіи общими раздражителями даютъ не боль, а свѣтъ (чувство ослѣпленія). То же получается при раздраженіи сѣтчатки давленіемъ и электричествомъ.

Неизвѣстно, проводится ли возбужденіе по всѣмъ нервамъ съ разнообразной функціей—чувствительною, двигательною и секреторною—въ одной и той же формѣ нервной энергіи, или и самое возбужденіе для каждаго тока различно.

До сихъ поръ мы не имѣемъ никакихъ данныхъ для того, чтобы констатировать такое различіе природы нервнаго возбужденія. Последнее проявляется 1) дѣйствіемъ на мышцу, которая при этомъ сокращается, 2) гальванометрически, вызывая отклоненіе стрѣлки—отрицательнымъ ко-

лебаніємъ тока и 3) телефонически, обусловливая тонъ функціонирующаго нерва.

По словамъ проф. Н. Е. Введенскаго¹⁾ „въ наукѣ не имѣется рѣшительно никакихъ указаній на то, что дѣятельность нерва связана съ какими-либо глубокими химическими измѣненіями въ немъ; никто не нашелъ потребленія кислорода или развитіе углекислоты во время дѣятельности нерва“. Указанія на кислую реакцію обнаруживаемую нервомъ послѣ усиленной дѣятельности, другими авторами отрицаются. Нѣтъ указаній на измѣненіе химической структуры нерва. Такъ не наблюдалось совершенно выдѣленія теплоты во время дѣятельности нерва.

„Rolleston и Sterart примѣнявшіе къ этимъ изслѣдованіямъ способъ открывавшій $1/2822$ — $1/5000$ градуса получили отрицательные результаты,

„Такимъ образомъ можно строить остроумныя гипотезы объ окисленіи моллекулы нервнаго вещества, объ ея расщепленіи, отбросѣ продуктовъ расщепленія и новомъ возсозданіи моллекулы на счетъ притекающихъ питательныхъ веществъ, но все это остается отъ начала до конца гипотезами.

„Въ функціональныхъ дѣйствіяхъ нерва не замѣчается ничего такого, для чего требовались-бы химическія превращенія, связанныя съ развитіемъ живыхъ силъ. Возможно, что при процессѣ проведенія онъ передаетъ по своей длинѣ только нѣкоторое, такъ называемое, готовое меллекулярное движеніе, сообщенное ему извнѣ (въ нормальныхъ условіяхъ нервной клѣткой или окончаніями чувствительныхъ волоконъ). При этомъ самъ нервъ также мало могъ-бы участвовать въ развитіи живыхъ силъ, какъ и телеграфная проволока.

„Разъ только мы находимъ нервъ неутомляющимся, самый простой выводъ отсюда тотъ, что мы должны представить себѣ процессъ распространенія возбужденія въ немъ, какъ родъ моллекулярнаго движенія не захватывающаго глубоко химическую природу нерва, къ чему сводились обязательно всѣ старыя теоріи. Дѣятельность нерва есть явленіе физическое, а не химическое“.

¹⁾ Н. Е. Введенскій. О переутомляемости нерва.

„Говоря о высокой раздражительности и деликатности нерва, часто ему приписывается то, что опредѣляется свойствами его центральныхъ или периферическихъ окончаній. По сравненію съ ними нервное волокно должно быть признано образованіемъ мало раздражительнымъ“.

На основаніи этихъ данныхъ слѣдуетъ признать нервныя волокна *не самостоятельными источниками нервного возбужденія, развивающагося только подъ вліяніемъ импульса внѣшняго раздраженія, а простыми индифферентными проводниками съ одинаковой по существу возбудимостью.*

Процессъ внутренняго возбужденія одинаковъ во всѣхъ нервахъ и нервъ повидимому не обладаетъ специфической энергіей. Различіе функции (двигательная и секреторная) и субъективное различіе ощущеній зависятъ отъ периферическаго воспринимающаго и трансформирующаго концеваго аппарата и центра, въ которомъ нервъ оканчивается.

Весьма вѣроятно, что нервное возбужденіе можетъ имѣть различныя степени (напр. число и амплитуда молекулярныхъ колебаній), вслѣдствіе чего волны нервной энергіи будутъ передаваться по индифферентнымъ проводникамъ въ той формѣ, которую имъ придастъ трансформаторъ, т. е. концевой органъ чувствъ, являющійся его источникомъ. Воздухъ, вѣдъ, и эфирная среда, являясь индифферентными проводниками — передаютъ отъ источника къ пріемнику волны и краснаго и фіолетоваго цвѣта, звуки низкаго и высокаго тона.

Нѣтъ также ничего удивительнаго въ томъ, что нервъ служа проводникомъ для нервной энергіи — проводитъ также и электричество, ибо примѣровъ тому, что одна и та же среда является проводникомъ для различныхъ по существу процессовъ — большое множество.

Въ качествѣ метода изслѣдованія процесса нервного возбужденія примѣняются обычно электрическія искусственныя раздраженія, при чемъ совершенно неправильно принимается за мѣрило внутреннихъ процессовъ сокращеніе мышцы иннервируемой даннымъ нервомъ.

Въ фізіологіи существуетъ много данныхъ доказывающихъ, что сила сокращенія зависитъ не только отъ

иннерваціи мышцы, но и отъ ея собственнаго состоянія. О возбудимости нервныхъ элементовъ судятъ по силѣ сокращенія мышцы или рефлекса, считая его до извѣстной степени пропорціональнымъ силѣ нервного возбужденія и вызвавшего его внѣшняго раздраженія. Въ дѣйствительности мышца имѣетъ свою собственную возбудимость и послѣдняя можетъ быть разсматриваема только, какъ косвенное мѣрило и показатель процессовъ въ нервной системѣ.

„Сила мышечнаго сокращенія ¹⁾ въ извѣстныхъ предѣлахъ возрастаетъ съ интенсивностью раздраженія, но съ достиженіемъ опредѣленной границы мышечное вздрагиваніе не усиливается. Однако считать мышечное сокращеніе за показатель силы возбужденія въ нервѣ нужно съ извѣстною осторожностью“.

По моему мнѣнію нервный двигательный импульсъ не можетъ быть измѣряемъ мускульнымъ сокращеніемъ, а скрытый періодъ сокращенія, постепенное повышеніе и пониженіе кривой съ неизмѣримо большимъ правомъ можетъ быть отнесено на счетъ процессовъ, происходящихъ въ мускулѣ, чѣмъ въ нервѣ. Я не вижу никакой надобности въ примѣненіи здѣсь гипотезы нервного торможенія или угнетенія.

Для проведенія нервного тока необходима анатомическая цѣлость и неповрежденность нерва. Поврежденное мѣсто проводитъ электрическій токъ, но не пропускаетъ нервного возбужденія. На всемъ своемъ протяженіи нервное волокно изолировано и не передаетъ по протяженію своего возбужденія сосѣднимъ волокну.

Тогда какъ нейронъ въ цѣломъ проводитъ возбужденіе только въ одномъ направленіи, самое нервное волокно обладаетъ способностью проводить токъ въ обоихъ направленіяхъ безразлично (электрическія явленія, опытъ *Бабухина* съ электрическимъ сомомъ).

Физиологическій опытъ показываетъ, что если раздражать двигательный нервъ сначала на разстояніи удаленномъ отъ мускула и затѣмъ вблизи него, то скрытый пе-

¹⁾ Введенскій.

ріодъ раздраженія удлинняется. Изъ этой разности во времени вычислена скорость проведенія возбужденія по нерву.

Скорость распространенія *электрическаго*, а не нервного, какъ обыкновенно говорятъ, возбужденія по нерву для двигательныхъ нервовъ различными авторами опредѣлена въ 27—30—35 метровъ въ секунду. Скорость распространенія волны по чувствительнымъ нервамъ по Schelske и Marey — 30 по Richet — 50, Helmholtz'у — 60, Kohlrausch'у 94 и Bloch'у 130 метровъ въ секунду. Проведеніе возбужденія у теплокровныхъ животныхъ совершается скорѣе, чѣмъ у холоднокровныхъ.

Нервъ, вырѣзанный поперечными разрѣзами изъ тѣла, обнаруживаетъ, будучи соединенъ съ гальванометромъ свой собственный токъ; положительное напряженіе на продольной поверхности, имѣющее максимумъ на уровнѣ экватора и убывающее къ поперечному разрѣзу. Самый сильный токъ получается при соединеніи экватора съ поперечнымъ разрѣзомъ. Если соединить съ гальванометромъ обѣ поверхности поперечныхъ разрѣзовъ двигательнаго нерва, положительнымъ будетъ центральный, а въ чувствительномъ периферическій конецъ.

По Hermann'у въ нервѣ нѣтъ предсуществующихъ собственныхъ токовъ, а всякая часть его становится электроотрицательной при поврежденіи или возбужденіи. Это отрицательное напряженіе распространяется вдоль нерва въ видѣ волны.

Baruttau на физической модели нерва, состоящей изъ платиновой проволоки окруженной влажнымъ проводникомъ, и заключенной въ стеклянную трубку, получилъ отрицательное колебаніе тока и электрическія явленія, характеризующія дѣятельное состояніе нерва.

Постоянный токъ, опредѣленной силы, проходя черезъ чувствительный нервъ человѣка, вызываетъ ощущеніе при каждомъ замыканіи и размыканіи цѣпи; но и во все время прохожденія тока по нерву получается слабое ощущеніе. Возбужденіе въ нервѣ рождается въ тотъ моментъ, когда приложенный къ нему электрическій токъ мѣняется въ силѣ.

Секреторные и сосудодвигательные нервы не возбуждаются одиночными замыканіями и размыканіями постоянного тока, а только прерывистымъ токомъ.

При дѣйствіи на двигательный нервъ постоянный токъ раздражаетъ его только въ моментъ замыканія и размыканія.

Возбужденіе получается при замыканіи на отрицательномъ полюсѣ, а при размыканіи на положительномъ. Прохожденіе постоянного тока по двигательному нерву сопровождается повышеніемъ его раздражительности у отрицательнаго полюса и пониженіемъ у положительнаго. Токъ долженъ имѣть при этомъ извѣстную продолжительность.

Весьма важный для энергетики вопросъ составляетъ такъ называемое, лавино-образное нарастаніе возбужденія по мѣрѣ его движенія по нерву. Основана эта теорія на фактѣ показаномъ *Pfluger'*омъ, что сокращеніе мускула, вызванное одинаковымъ по силѣ раздраженіемъ нерва, съ мѣста болѣе отдаленнаго даетъ болѣе сильное сокращеніе мускула, чѣмъ раздраженіе приложенное вблизи мускула. *Wundt* нашелъ, что это сокращеніе обладаетъ и большею продолжительностью. Изъ этого физиологическаго факта *Wundt* выводитъ заключеніе, что нервное возбужденіе не есть простая передача и распространеніе движенія внѣшняго раздраженія, но что въ самомъ нервѣ развиваются и освобождаются двигательные процессы отъ одного мѣста къ другому.

Это явленіе объясняется повышенной раздражительностью нерва при отмираніи близъ мѣста перерѣзки. Возможно однако (*Fleischl*), что раздражительность нерва не одинакова по всему его протяженію.

Введенскій отрицаетъ предположеніе *Pfluger'a* о лавино-образномъ нарастаніи импульса при движеніи его вдоль нервнаго волокна. Онъ на основаніи своихъ опытовъ пришелъ къ заключенію, что волна возбужденія при своемъ движеніи по длинѣ нерва испытываетъ нѣкоторую убыль въ своей высотѣ и въ то же время становится болѣе растянутой.

Мнѣ также думается, что изъ приведеннаго факта едва-ли вытекаетъ возможность допущенія самопроизволь-

наго возникновенія нервнаго тока въ нервѣ за счетъ его потенціальной энергіи и я рассматриваю внѣшнее раздраженіе, какъ единственный источникъ нервнаго тока.

Grüngagen, подвергая опредѣленный участокъ нерва дѣйствию углекислаго газа нашелъ, что мѣстная раздражительность такого участка падаетъ и исчезаетъ, между тѣмъ какъ проведеніе чрезъ него импульсовъ, выходящихъ изъ нормальныхъ неизмѣненныхъ дѣйствию углекислоты точекъ нерва, остается совершенно тѣмъ же что и въ нормальныхъ условіяхъ. Изъ этого опыта вытекало, что нервная раздражительность и нервное проведеніе суть различные свойства нерва, независящія другъ отъ друга. При опытахъ съ дѣйствию углекислоты и другихъ ядовъ на участокъ нерва проводимость исчезаетъ въ немъ только гораздо позднѣе, какъ-бы „вдругъ“.

Проф. Н. Е. Введенскій на основаніи своихъ опытовъ нашелъ, что разъединенія электрическихъ и функціональныхъ дѣствий нерва при его наркозѣ никогда не происходитъ. Въ наркотизируемой части нерва долѣе всего сохраняется проводимость для слабыхъ возбужденій и есть особая, такъ называемая парадоксальная стадія, когда нервъ не проводитъ сильныхъ, но можетъ проводить слабыя раздраженія.

Проф. Введенскій объясняетъ это тѣмъ, что сильныя возбужденія въ данномъ случаѣ, приходя изъ нормальныхъ частей нерва въ наркотизируемую часть производятъ здѣсь состояніе торможенія. Основываетъ онъ свое заключеніе на томъ, что если приложить къ наркотизированному участку электрическое раздраженіе, достаточное для вызова мышечныхъ сокращеній, то эти послѣднія исчезаютъ совсѣмъ или замѣтно ослабѣваютъ въ ихъ энергіи, какъ только на верхнюю точку нерва начинается дѣйствовать свое раздраженіе и появляются опять, когда это послѣднее перестаетъ дѣйствовать.

Исходя изъ невѣрнаго примѣненія закона сохраненія энергіи къ нервной дѣятельности, Wundt априорно дѣлитъ процессы, происходящіе въ нервныхъ волокнахъ, на процессы возбужденія (Erregung) и торможенія, задержки (Hemmung), Первые по его мнѣнію характеризуются освобожденіемъ живой силы (мускульныя сокращенія, выдѣле-

ніе теплоты, видѣленіе железъ, возбужденіе нервныхъ клѣтокъ). Вторые вновь связываютъ освободившуюся живую силу.

Wundt принимаетъ, что въ нервѣ уже прежде воздѣйствія на него внѣшняго раздраженія существуютъ состоянія возбужденія и угнетенія, которыя находятся въ состояніи равновѣсія.

Работоспособностью, дѣятельностью нерва, *Wundt* называетъ одновременную функцію процессовъ возбужденія и угнетенія. Чѣмъ дѣятельнѣе нервъ, тѣмъ сильнѣе силы возбужденія и угнетенія въ немъ; въ истощенномъ же нервѣ оба вида, особенно же силы угнетенія, уменьшены. Отсюда вытекаетъ повышенная возбудимость.

Wundt не приводитъ примѣровъ процессовъ торможенія и я полагаю что ихъ въ смыслѣ *Wundt'a* и не существуетъ, такъ какъ нервному волокну не откуда черпать и связывать эту энергію. Въ физиологіи же извѣстныя явленія задержки и торможенія сводятся на дѣйствіе антагонистовъ мышцъ и железъ, которыя иннервируются также какъ и первые только дѣятельною энергією нервного тока, исходящаго изъ нервного или центрального раздраженія.

Wundt предполагаетъ (стр. 68), что вмѣстѣ съ входомъ раздраженія въ нервъ начинаются процессы возбужденія и торможенія.

Кривую мускульнаго сокращенія онъ объясняетъ по переменнымъ перевѣсамъ процессовъ возбужденія и торможенія. Вслѣдъ за процессомъ возбужденія слѣдуетъ угнетеніе или торможеніе.

Торможеніе, по *Введенскому*, не есть результатъ дѣйствія особыхъ тормозящихъ волоконъ. Нервные волокна—чувствительныя, двигательныя, тормозящія и секреторныя—построены и морфологически, и функціонально приблизительно одинаково, если не абсолютно тождественно. Разница ихъ дѣйствій въ организмъ сводится къ разницѣ ихъ концевыхъ аппаратовъ. Въ наркотизированномъ нервѣ проведеніе какъ бы само себѣ заграждаетъ дальнѣйшій путь, создавая здѣсь (въ наркотизированномъ участкѣ) состояніе торможенія.

Вліяніе торможенія доказывается опытом *Введенскаго*: на участокъ нерва, на протяженіи, дѣйствуютъ насыщеннымъ растворомъ поваренной соли. Черезъ нѣкоторое время исчезаютъ сокращенія, вызываемыя съ наркотизированной точки, а затѣмъ и вызываемыя съ высшей точки нерва. Если въ это время приложить прямо къ мышцѣ или къ нерву предъ нею очень умѣренныя раздраженія, то они не дѣйствуютъ, но они тотчасъ начнутъ вызывать сокращенія, какъ только будетъ удаленъ участокъ нерва, гдѣ дѣйствуетъ химическое раздраженіе.

Прекращеніе проводимости нерва *Введенскій* въ вышеприведенномъ опытѣ объясняетъ процессомъ торможенія; при чемъ само возбужденіе въ нервѣ обладаетъ свойствомъ заграждать путь своему дальнѣйшему распространенію. „Тѣ явленія, которыя считались прежними изслѣдователями простымъ выраженіемъ существованія или прекращенія въ наркотизируемомъ нервѣ особой функции — проводимости, должны быть теперь толкуемы, какъ результирующая взаимодействій между приходящими изъ нормальныхъ точекъ импульсами и собственнымъ своеобразнымъ возбужденіемъ, скрытымъ въ самомъ измѣненномъ участкѣ нерва“.

Введенскій возражаетъ противъ прежняго объясненія прекращенія проводимости сопротивленіемъ, развивающимся въ наркотизируемомъ участкѣ нерва и замѣняетъ его процессомъ торможенія развивающимся за счетъ дѣйствія самого нервного возбужденія.

Мнѣ думается, что фізіологическіе факты проф. *Введенскаго* имѣютъ огромную важность. Большинство его теоретическихъ выводовъ очень цѣнно, просто, понятно и важно. Но самое понятіе о сущности торможенія у него не яснѣе стараго ученія о внутреннемъ сопротивленіи и нисколько не проливаетъ свѣта на эти таинственные внутренніе процессы, лежащіе въ основѣ этихъ глубоко интересныхъ фізіологическихъ явленій нервной проводимости.

Самый терминъ торможенія не заключаетъ въ себѣ яснаго опредѣленія характеризующихъ имъ процессовъ, понимается не одинаково и только путаетъ и сбиваетъ чи-

тателя, когда имъ пользуются такъ широко въ нервной физиологіи, какъ это наблюдается въ настоящее время.

По *Введенскому* сильныя индукціонныя токи, приложенныя къ наркотизированному участку нерва, сами развиваютъ состояніе торможенія въ раздражаемомъ нервѣ. По моему мнѣнію называть неизвѣстный процессъ можно какъ угодно—отъ этого онъ не становится яснѣе. Проф. *Введенскій* допускаетъ, что раздраженія дѣйствуютъ на нервъ, находящійся въ состояніи своеобразнаго собственнаго возбужденія.

Надо считать доказаннымъ, что возбужденіе одной точки нерва можетъ служить источникомъ тормозящихъ вліяній на другія точки того же самаго нерва, измѣненныя лишь извѣстнымъ образомъ.

Въ физиологіи много говорятъ о явленіяхъ торможенія и угнетенія и изъ вышеприведеннаго не подлежитъ сомнѣнію, что подобное тормозящее дѣйствіе процессовъ, въ нервѣ на его проводимость существуетъ (опытъ *Введенскаго* съ дѣйствіемъ на нервъ Na Cl). Но значенію явленія торможенія, по моему мнѣнію, придано непомѣрно большое значеніе, и въ этомъ смыслѣ, мнѣ думается, можно полностью принять формулу *Введенскаго*: «Разница между нервами, дѣйствующими *обычно* въ организмъ стимулирующимъ образомъ и волокнами, дѣйствующими противоположно, т. е. задерживающимъ образомъ, могла бы сводиться не къ тому, что первые нервы (или точнѣе ихъ центры) посылаютъ нормально возбужденія одного рода, а вторые возбужденія какого-то совсѣмъ особаго рода. Нѣтъ, пусть тѣ и другія волокна доставляютъ возбужденія одной и той же природы, одинаковаго характера: разница эффектовъ могла бы обуславливаться съ одной стороны свойствами концоваго аппарата, а съ другой стороны, способомъ окончанія нервнаго волокна въ томъ аппаратѣ, на который онъ долженъ воздѣйствовать». «Въ организмѣ на долю извѣстныхъ волоконъ выпадаетъ тормозящая роль».

Процессъ угнетенія въ нервной системѣ характеризуется отсутствіемъ подъ вліяніемъ раздраженія двигательной реакціи или ея уменьшеніемъ, если она раньше была вызвана другимъ раздраженіемъ. Примѣры угнетенія: за-

медленіе сердцебіеній при раздраженіи *n. vagi*; изъ двухъ одновременныхъ раздраженій рефлекторнаго центра въ центрѣ и съ чувствительнаго нерва, слабѣйшее раздраженіе остается безъ эффекта, т. е. подавляется; повышение рефлексовъ при удаленіи полушарій.

Проф. *Оршанскій* пришелъ къ заключенію, что мы обладаемъ способностью подавлять наши волевые импульсы въ самомъ мѣстѣ ихъ возникновенія, въ корѣ головного мозга, *in statu nascendi*, и можемъ затормозить ихъ выходъ и распространеніе къ периферіи.

По вопросу о сущности угнетенія *Оршанскій* полагаетъ, что для развитія угнетенія вовсе нѣтъ необходимости въ одновременномъ существованіи двухъ нервныхъ процессовъ или волнъ, входящихъ въ одну и ту же группу клітокъ съ разныхъ сторонъ, какъ это принимаетъ *Вундтъ*. Угнетеніе не связано непременно съ утомленіемъ, тѣмъ менѣе съ истощеніемъ. Оно сводится къ воспрепятствованію распространенія уже развившагося нервного возбужденія. По одной теоріи существуетъ только одна форма нервного процесса—активное возбужденіе, угнетеніе есть лишь уравниваніе, нейтрализація одного положительнаго процесса другимъ. По другой теоріи угнетеніе есть самостоятельная форма нервного процесса. Последняго мнѣнія держится *Оршанскій*. Нервная энергія можетъ быть въ двухъ видахъ: свободной, обнаруживающейся въ двигательныхъ импульсахъ, и связанной, въ напряженномъ, скрытомъ видѣ, когда она, подъ вліяніемъ угнетенія не можетъ свободно обнаруживаться.

Мункъ поставилъ вопросъ, не есть ли угнетеніе въ нѣкоторыхъ случаяхъ только кажущееся и не происходитъ ли подавленіе дѣятельности одной группы мышцъ возбужденіемъ другой группы—антагонистовъ? Ученіе *Мунка* получило возраженіе со стороны *Фика*, *Брюкке*, *Гада* и друг., которые утверждали, что хотя угнетеніе подъ вліяніемъ антагонистовъ и существуетъ, но оно не исключаетъ непосредственно воздѣйствія волнъ на сокращенную мышцу съ цѣлью уничтожить это сокращеніе (къ чему же въ послѣднемъ случаѣ говоритъ объ особой формѣ нервного угнетенія? Развѣ не достаточно прекращенія дѣйствія причины раздраженія въ формѣ импульса, чтобы вы-

звать прекращеніе ея слѣдствія—мышечнаго сокращенія? *Кр.*).

Для объясненія механизма химической поочередной инервации такихъ процессовъ какъ сердцебіеніе, дыханіе, сосудодвигательный, функція симпатической системы и разгибателей, я не вижу никакой надобности прибѣгать къ гипотетическимъ процессамъ, угнетенія и задержки. Вполнѣ достаточно имѣть обратные механизмы съ противоположной иннервацией, причемъ съ прекращеніемъ первой функціи наступаетъ вторая. Процессъ же торможенія именно обусловливается противовѣсомъ дѣятельности антагонистовъ и аналогиченъ обычному машинному тормазу противопоставляющему инерціи—треніе.

Совершенно неправильно видѣть въ этихъ процессахъ торможенія процессъ обратный возбужденію. *Нервный токъ, волна нервной энергии, проходящая по волокну одинакова, также, какъ одинаковъ электрическій токъ въ моторѣ и электрическомъ тормазѣ.*

Проф. Н. Е. Введенскій своими телефоническими и гальванометрическими изслѣдованіями доказалъ неутомляемость нерва.

Если раздражать двигательный нервъ въ верхней его части индукціонными ударами и приложить на участкѣ нерва, лежащемъ ближе къ мускулу постоянный токъ, то благодаря электротоническимъ измѣненіямъ въ нервѣ проведеніе раздраженія прекращается и мышечныхъ сокращеній не получается. Явленія утомленія, которыя при этихъ опытахъ наблюдалъ *Bernstein*, *Введенскій* сводитъ къ мѣстному измѣненію въ нервѣ, „которое выражается пониженіемъ или прекращеніемъ способности проведенія“. При дѣйствіи чрезмѣрно сильныхъ раздраженій, процессъ легко могъ перейти въ патологическій и могло получиться поврежденіе нерва.

Въ тетанизируемомъ нервѣ телефоническій токъ, а также отрицательное колебаніе остаются долгое время безъ всякихъ значительныхъ измѣненій въ величинѣ. Раздражаемый двигательный нервъ все время обладаетъ способностью возбуждать мышцу.

Къ тѣмъ же выводамъ о неутомляемости нерва привели *Введенскаго* опыты съ охлажденіемъ раздражаемаго

нерва эфиромъ и дѣйствіемъ на него кураре. Оппонентомъ ученію *Введенскаго* является *Герценъ*, который считаетъ нервъ утомляемымъ, при чемъ концевая пластинка двигательнаго нерва должна была бы истощаться менѣе легко, чѣмъ изолировальный нервный стволъ.

Stefani и *Cavazzani* (цит. по *Введенскому*) перевязывали на передней конечности кролика всѣ сосуды, не повреждая нерва и находили, что чувствительныя волокна сохранили способность дѣйствовать на нервные центры въ теченіе 10 часовъ послѣ полного прекращенія въ стволѣ кровообращенія, двигательныя же волокна перестали возбуждать мышцы гораздо раньше.

Вырѣзанный изъ тѣла теплокровныхъ нервъ сохраняетъ очень долго свои жизненные свойства, если судить по его способности давать отрицательное колебаніе тока.

Отравляя нервъ кураре *Введенскій* нашелъ, что онъ сохраняетъ свою раздражительность въ теченіе цѣлыхъ часовъ.

По мнѣнію проф. *Введенскаго* нервный стволъ обладаетъ бѣльшею выносливостію, чѣмъ его концевой аппаратъ въ нервныхъ центрахъ и въ мышцѣ. Для *Herzen'a* отрицательное колебаніе въ нервѣ вовсе не служитъ несомнѣннымъ признакомъ дѣятельности и живого состоянія. Онъ полагаетъ, что при извѣстныхъ условіяхъ раздраженіе могло бы вызвать еще въ нервѣ отрицательное колебаніе, безъ того, чтобы въ немъ вызывалась функціональная дѣятельность, судя по сокращеніямъ мышцы.

По утвержденію проф. *Н. Е. Введенскаго* дѣйствія нерва на гальванометръ (или телефонъ) и на мышцу могутъ быть часто несогласными другъ съ другомъ. Что мышца не можетъ считаться за вѣрной показатель двигательнаго нерва—это теперь надо признать фактомъ.

Отрицательное колебаніе даетъ прямое и непосредственное указаніе на состояніе самого нерва. Во всѣхъ случаяхъ, когда нервъ производитъ дѣйствіе на свои естественныя концевыя снаряды, онъ обнаруживаетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и отрицательное колебаніе.

Herzen *), оспаривая неутомляемость нерва, говоритъ: „Когда повторныя раздраженія нерва въ какой-либо точ-

*) Цит. по *Введенскому*.

кѣ, удаленной отъ мышцы, перестаютъ вызывать сокращенія, достаточно перенести раздраженіе на точку болѣе близкую къ мышцѣ, чтобы послѣдняя стала снова сокращаться. Концовая пластинка и концевой нервно-мышечный органъ были способны еще дѣйствовать и если тѣмъ не менѣе они не дѣйствовали, то это очевидно лишь потому, что нервный стволъ не доводилъ до нихъ физиологическаго стимула. Но въ такомъ случаѣ онъ былъ измѣненъ, однако, не настолько, чтобы не могъ давать отрицательнаго колебанія. 2) Въ случаѣ смерти нерва «послѣ прекращенія кровообращенія, раздражительность также исчезаетъ сначала въ центральномъ участкѣ нерва и для того, чтобы вызвать сокращенія, надо перенести раздраженіе на точку болѣе близкую къ мышцѣ, но и въ этотъ моментъ нервъ даетъ еще отлично отрицательное колебаніе. Это послѣднее исчезаетъ и въ нервѣ теплокровныхъ только нѣсколько часовъ спустя послѣ прекращенія кровообращенія.

Такимъ образомъ, нервное возбужденіе есть трансформированное внѣшнее раздраженіе. Оно меньше величины живой силы луча раздраженія, такъ какъ часть послѣдней израсходована на преодоленіе сопротивленія периферическаго прибора, но эквивалентно ему. Мы въ настоящее время рѣшительно не имѣемъ никакихъ методовъ, чтобы обнаружить токъ въ нервномъ волокнѣ, такъ какъ ни химическихъ процессовъ, ни выдѣленія тепла въ функционирующемъ нервѣ не обнаружено.

Единственнымъ показателемъ жизненныхъ процессовъ въ нервѣ служить свойственный ему электрическій токъ, но онъ наблюдается также и въ покоящемся нервѣ. О наличности нервнаго тока мы судимъ по эффекту его дѣйствія—по ощущенію въ чувствительной и мышечной сокращенію въ двигательной системѣ. Мы знаемъ о токѣ, проходящемъ чрезъ нервное волокно ровно столько же, сколько и объ электрическомъ токѣ, проходящемъ чрезъ проволоку, ибо и послѣдній становится доступнымъ нашему наблюденію только при эффектѣ дѣйствія во время перехода въ другой видъ энергіи (движеніе, теплота, свѣтъ).

Общепринято въ физиологіи, хотя и недоказано, что весьма различныя физически внѣшнія раздраженія (свѣтъ,

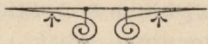
звукъ и проч.) вызываютъ въ нервномъ волокнѣ одинаковую нервную волну, на что указываетъ одинаковая скорость ея распространения. Нѣкоторые изслѣдователи, однако, высказываются за специфическій характеръ нервного возбужденія. Такъ *Дельбефъ* принимаетъ нервную волну для тактильных раздраженій за волнообразное распространение механическаго напряженія клѣтокъ, а *Hering* принимаетъ химическую волну для свѣтового возбужденія.

Всѣ выводы о повышенной или пониженной нервной возбудимости получены помощью воздѣйствія на нервы электрическихъ раздраженій. Хотя электрический токъ по своей натурѣ во многомъ приближается къ нервному, но едва-ли можно считать всѣ законы его дѣйствія на нервъ примѣнимыми полностью къ нервному возбужденію.

Нервъ есть живой проводникъ нервного тока но проводить онъ, какъ оказывается, и электричество.

Особенно сомнительною становится попытка разсматривать нервъ не какъ живой проводникъ, а какъ самостоятельный источникъ энергіи послѣ того какъ новѣйшими изслѣдованіями *Borutau* доказано, что физиологическіе законы проводимости электрическаго тока по нерву оказались всецѣло примѣнимыми къ металлической проволоцѣ, которую въ электро-физикѣ пока разсматриваютъ, только какъ проводникъ энергіи.

Нервъ та же проволока только живая, въ которой происходятъ непрерывные физико-химическіе процессы и составъ и строение которой находится въ состояніи постоянного подвижнаго равновѣсія.



3h