

Изъ психологической лабораторіи проф. В. М. Бехтерева.

Гальванометрическія опредѣленія токовъ коры большого мозга въ области тоновыхъ центровъ при раздраженіи периферическихъ слуховыхъ органовъ.

Д-ра В. Е. Ларионова.

I.

По предложенію многоуважаемаго проф. В. М. Бехтерева я занялся изслѣдованіемъ токовъ въ корѣ большого мозга у собакъ подъ вліяніемъ периферическихъ раздраженій слуховыхъ органовъ камертонными токами. Еще въ прошломъ году я произвелъ нѣсколько опытовъ въ этомъ направленіи съ гальванометромъ Wiedemann'a—d'Arsonval'я въ физическомъ кабинетѣ Военно-медицинской Академіи многоуважаемаго проф. Н. Г. Егорова при любезномъ содѣйствіи его ассистента Н. Н. Георгіевскаго, а также въ физиологическомъ кабинетѣ проф. Павлова подъ руководствомъ В. И. Вартанова. Изъ этихъ опытовъ и собранной тогда же литературы оказалось, что эти опыты стоило продолжать, такъ какъ они, кромѣ простаго факта существованія токовъ въ корковыхъ центрахъ слуха при ихъ активномъ возбужденіи съ периферическихъ слуховыхъ органовъ, могли дать цѣнные данныя къ опредѣленію тоновыхъ центровъ, т. е., иначе говоря, къ

подтвержденію выясненной мною тоновой скалы, лежащей въ трехъ височныхъ извилинахъ ¹⁾. Поэтому въ нынѣшнемъ году я возобновилъ свои опыты на выписанномъ проф. В. М. Бехтеревымъ для этой цѣли изъ Парижа гальванометръ Wiedemann'a—d'Arsonval'я.

Но прежде, чѣмъ перейти къ изложенію опытовъ, я считаю нужнымъ привести соотвѣтствующія литературныя данныя.

Huschke въ одной своей монографіи, по описанію Meunert'a ²⁾, считалъ большой мозгъ электрическимъ аппаратомъ, причемъ, по его мнѣнію, оба полушарія представляютъ собою два колоссальныхъ элемента, двѣ пластинчатыя пары, одно—положительную, а другое—отрицательную. Центральныя извилины, будто бы, составляютъ индифферентный пунктъ, лобныя и височныя доли—полюсы, комиссуральныя системы—влажные проводники, а мозолистое тѣло соединяетъ оба вышеозначенные колоссальные элементы. Черезъ периферическіе нервы происходитъ, будто бы, замыканіе крестообразнаго тока, идущаго отъ обоихъ полушарій.

Конечно, эти предположенія Huschke, хотя и имѣютъ въ себѣ долю истины, но въ частностяхъ, какъ видно всякому свѣдующему въ электрофизику чловѣку, совершенно ложны.

Многоуважаемый проф. В. М. Бехтеревъ ³⁾ считаетъ многочисленныя ряды нервныхъ клѣтокъ головного мозга какъ бы за ряды Лейденскихъ банокъ, разряды которыхъ обуславливаютъ нервныя токи.

Мнѣ кажется, что отсюда уже не далеко переходъ къ признанію въ нервныхъ клѣткахъ мозга ряда баттарей, состоящихъ изъ послѣдовательно связанныхъ другъ съ другомъ мелкихъ элементовъ, что и необходимо, по законамъ физики, для преодоленія громаднаго сопротивленія нашего тѣла. Съ развитіемъ ученія о нейронахъ становится ясной возможность

¹⁾ Ларіоновъ. О корковыхъ центрахъ слуха. 1898.

²⁾ Sammlung von populär—wissenschaftlichen Vorträgen über den Bau und die Leistungen des Gehirns. Wien und Leipzig. 1892. S. 203.

³⁾ Проводящіе пути мозга, т. 2, 1898, стр.

замыканія тока при сближеніи нейроновъ въ силу, можетъ быть, гиперэмии мозга во время функціи центральныхъ органовъ его, и, наоборотъ, возможность размыканія при обратномъ условіи.

Конечно, все это находится въ области гипотезъ и предположеній, но на эти предположенія даетъ нѣкоторое право существованіе токовъ въ организмѣ, какъ-то: въ мышцахъ, кожѣ, въ нервахъ, въ спинномъ, продолговатомъ и головномъ мозгу, о чемъ даютъ намъ ясное понятіе гальванометрическія изслѣдованія.

Проф. Du Bois - Reymond сдѣлалъ знаменитый опытъ, доказавшій развитіе восходящаго тока въ сокращающейся рукѣ человѣка. Онъ смотритъ на это явленіе какъ на выраженіе отрицательнаго колебанія мышечнаго тока въ сокращающихся мышцахъ, тогда какъ проф. Негманн видитъ въ немъ секреторный кожный токъ.

Проф. Тархановъ ¹⁾, отводившій къ гальванометру Meissner'a и Meyerstein'a различные участки кожи человѣка, находилъ въ тѣлѣ при покойномъ состояніи органовъ чувствъ нисходящій токъ, токъ покоя, а при дѣятельномъ ихъ состояніи и психическихъ актахъ—восходящій токъ, токъ дѣйствія. Въ послѣднемъ случаѣ болѣе периферическія части (основаніе ручныхъ пальцевъ по отношенію, напр., къ возвышенію большаго ручнаго пальца или плечу) имѣли обыкновенно отрицательное, а болѣе центральныя части—положительное электрическое напряженіе ²⁾.

Проф. Тархановъ, занимавшійся гальванометрическими опредѣленіями кожныхъ токовъ, объясняетъ эти явленія, противуположно мнѣнію Du Bois-Reymond'a и согласно съ Нег-

¹⁾ Вѣстн. клинич. и судебн. психіатріи и невропатологіи, 1889. вып. I, стр. 73. О гальванич. явленіяхъ въ кожѣ человѣка при раздраженіяхъ органовъ чувствъ и различныхъ формахъ психической дѣятельности.

²⁾ Отрицательное колебаніе тока надо отличать отъ электроотрицательнаго напряженія ради избѣжанія путаницы въ понятіяхъ, такъ какъ отрицательное колебаніе тока въ гальванометрическихъ изысканіяхъ можетъ быть то положительнымъ, то отрицательнымъ.

манн'омъ, какъ секреторныя токи потовыхъ железъ, доказывая, что при дѣятельномъ ихъ состояніи во время возбужденія органовъ чувствъ и психической дѣятельности усиливается потоотдѣленіе и такимъ образомъ получается токъ отъ болѣе влажныхъ мѣстъ къ болѣе сухимъ или, какъ онъ называетъ вмѣстѣ съ Негманн'омъ, входящій въ железы токъ или, иначе говоря, отрицательный токъ. Какъ видно, по отношенію къ тѣлу это будетъ восходящій токъ, потому что влажныя части (пальцы рукъ и ногъ) составляютъ периферическія нижележащія части.

Самое важное возраженіе Негманн'у и Тарханову это то, почему токи покоя съ тѣхъ же влажныхъ и сухихъ мѣстъ имѣютъ извѣстное направленіе, а токи дѣйствія обратное направленіе, когда отношеніе влажности и сухости этихъ мѣстъ не мѣняется абсолютно, а только относительно. Кромѣ того при этихъ опытахъ проф. Тархановъ смачивалъ полоски гигроскопической ваты, идущія отъ глиняныхъ неполяризующихся электродовъ, физиологическимъ растворомъ поваренной соли, такъ что влажность поддерживалась на обѣихъ электродахъ одинаковая.

Далѣе изслѣдованія Waller'a ¹⁾ кожныхъ токовъ человека показали, что голова, правая рука и правая половина груди имѣютъ электроположительное напряженіе, а лѣвая рука, лѣвая половина груди, животъ и ноги—электроотрицательное напряженіе. У животныхъ передняя половина тѣла оказывается электроположительной, а задняя—электроотрицательной.

Изслѣдованія кожныхъ токовъ у разныхъ породъ лягушекъ и у кошекъ, произведенныя В. И. Вартановымъ ²⁾ въ лабораторіи проф. Негманн'а, показали, что „секреторныя“ токи тѣмъ сильнѣе, чѣмъ слабѣе токи покоя, и что обнаженіе кожи отъ эпителія только до cutis ослабляло токи очень явно. Кромѣ того при раздраженіи периферическаго конца

¹⁾ Biedermann. Electrophysiologie 1895. II Abtheilung. S. 346.

²⁾ Pflüger's Arch. 1894. Bd. 58. S. 242.

p. ischiadicæ токъ шелъ отъ лапы раздражаемой стороны къ лапѣ противоположной стороны, а при раздраженіи центрального конца этого нерва токъ шелъ обратно. Кожа лягушки всегда показывала электровозбудительную силу до 0,015 вольта. На кошкахъ опыты производились съ кураризаціей и, слѣд., съ искуснымъ дыханіемъ.

Но еще въ 1874 году, по порученію Британскаго медицинскаго Общества въ Единбургѣ, отпустившаго деньги на опыты, Richard Caton произвелъ изслѣдованія надъ электрическими явленіями въ сѣромъ веществѣ большого мозга, и въ 1875 году сдѣлалъ свое первое сообщеніе въ этомъ Обществѣ и на IX медицинскомъ конгрессѣ въ Вашингтонѣ ¹⁾. Такимъ образомъ Caton'a можно считать первымъ, доказавшимъ гальванометрически существованіе гальваническихъ токовъ въ центральной нервной системѣ.

Caton производилъ свои опыты на кроликахъ и обезьянахъ съ мультипликаторомъ. Онъ доказалъ, что токи сѣраго вещества большого мозга находятся въ соотношеніи съ функциями тѣхъ участковъ, отъ которыхъ отводились электроды мультипликатора. Если какая либо часть сѣраго вещества находится въ дѣятельномъ состояніи, то электрическій токъ обыкновенно показываетъ отрицательныя колебанія. Такъ напр., на участкахъ, находящихся, по Ferrier, въ связи съ вращеніемъ головы и жеваніемъ, замѣчалось отрицательное колебаніе тока, когда выполнялись эти два акта. Впечатлѣнія отъ органовъ внѣшнихъ чувствъ вліяли на токи нѣкоторыхъ участковъ мозга: такъ, токъ части головного мозга кролика, завѣдующей, по Ferrier'у, движеніемъ вѣкъ, находится подъ сильнымъ вліяніемъ возбужденной свѣтомъ сѣтчатки противоположнаго глаза. Далѣе оказалось, что наружная поверхность сѣраго вещества обыкновенно положительна по отношенію къ поверхности поперечнаго разрѣза, проведеннаго черезъ него. Обыкновенно же Caton ставилъ электроды на двѣ точки на

¹⁾ Brit. Medical journal 1875, II, p. 278, III, p. 246. The electric currents of the brain.

ружной поверхности мозга или одинъ электродъ на сѣрое вещество, а другой на поверхность черепа.

Въ 1888 году появилась въ печати работа Gotch'a и Horsley'я ¹⁾, которая была сообщена предварительно въ Королевскомъ Обществѣ въ Лондонѣ, а затѣмъ въ Вашингтонскомъ медицинскомъ конгрессѣ. Продолженіе изслѣдованій ²⁾ этихъ авторовъ и демонстрація ихъ опытовъ въ физиологическомъ Обществѣ въ Оксфордѣ ³⁾ и въ международномъ конгрессѣ въ Базелѣ ⁴⁾ въ 1889 году, а также докладъ о дальнейшихъ наблюденіяхъ съ демонстраціей опытовъ ⁵⁾ въ 1890 году въ Королевскомъ Великобританскомъ Институтѣ и вышеупомянутомъ физиологическомъ Обществѣ пролили болѣе яркій свѣтъ на гальваническія явленія въ центральной нервной системѣ.

Эти авторы доказывали при помощи чувствительнаго волосниковаго электрометра Липмана и глиняныхъ не поляризующихся электродовъ, что сѣдалищный нервъ и спинной мозгъ млекопитающихъ (кролика, кошки и обезьяны) на поперечныхъ разрѣзахъ имѣютъ электроотрицательное, а на продольной поверхности электроположительное напряженіе, причемъ токи соответствовали электровозбудительной силѣ въ 0,02 Даніэля въ спинномъ мозгу и въ 0,01—0,015 Даніэля въ нервѣ ⁶⁾. При единичномъ раздраженіи индукціоннымъ аппаратомъ нерва и спинного мозга въ направленіи къ центру отъ электродовъ появлялся обратный токъ, т. е., противоположный первому, или, такъ называемый, токъ дѣйствія. Однимъ словомъ, получались тѣже явленія, что и на вырѣзанной, но живой мышцѣ, какъ это доказалъ впервые въ 40-хъ годахъ Du Bois-Reymond.

¹⁾ Proceedings of Royal Society 1888, November 15.

²⁾ Nature, vol. XXXIX, 1.

³⁾ Centralbl. für Physiologie 2 Apr. 1889.

⁴⁾ Centralbl. für Physiologie 12 Oct. 1889. Progrès médical 21 Sept. 1889, p. 270, 367.

⁵⁾ The Journal of Physiology 1890.

⁶⁾ Такъ называемый демаркаціонный токъ, или токъ покоя.

Здѣсь кстати будетъ сказать слѣдующее: Du Bois-Reymond въ 40-хъ годахъ изобрѣлъ неполяризующіеся глиняные электроды, позволившіе исключить изъ гальванометрическихъ изслѣдованій живыхъ тканей поляризаціонные токи, происходящіе отъ соприкосновенія металлическихъ электродовъ съ жидкостью живыхъ тканей. Онъ доказалъ, что въ мышцѣ существуетъ „токъ покоя“, а при раздраженіи, т. е., при сокращеніи ея, или, иначе говоря, въ дѣятельномъ ея состояніи—обратный „токъ дѣйствія“. Поэтому Du Bois-Reymond предполагалъ, что во всякой живой ткани существуютъ особые электродвигательные источники въ видѣ молекулъ, одна сторона которыхъ положительна, а другая отрицательна. Эта молекулярная теорія признавалась почти всѣми фізіологами въ продолженіи 25 лѣтъ.

Но въ 1867 году проф. Негманнъ показалъ, что мышцы и нервы въ покойномъ и не поврежденномъ состояніи не даютъ электрическихъ токовъ и что токъ живой ткани зависитъ отъ химическихъ измѣненій, наступающихъ отъ нарушенія цѣлости, раздраженія и дѣятельности. Теорія Негманнъ'а, принимаемая теперь большинствомъ фізіологовъ, гласитъ, что 1) всякая покойная ткань лишена токовъ и 2) всякое раздражаемое мѣсто ткани отрицательно по отношенію къ покойному.

Но, какъ мы видѣли выше, существованіе кожныхъ токовъ покоя говоритъ противъ Негманнъ'а, такъ какъ эти токи происходятъ при совершенно цѣлой кожѣ, а при нарушеніи цѣлости эпителія безъ поврежденія самой cutis, по изслѣдованіямъ В. И. Варганова, даже уменьшаются, но не усиливаются. Кромѣ того демаркаціонный токъ сѣдалищнаго нерва по отдѣленіи отъ спинного и продолговатаго мозга становится слабѣе, а токи дѣйствія чрезъ 20—40 минутъ совершенно исчезаютъ, по изслѣдованіямъ Gatch'а и Horsley'я. Наконецъ, при хлороформированіи животныхъ токи покоя значительно усиливаются, такъ что свѣтовой показатель уходитъ за скалу, а токи дѣйствія значительно ослабѣваютъ.

Что касается до объясненія причины токовъ въ животномъ организмѣ, то по Негманн'у она заключается въ хи-

мическихъ измѣненіяхъ дѣятельныхъ тканей. Послѣ работъ Argenius'a, объясняющихъ причины появленія гальваническаго тока, электрохимическая теорія этого ученаго позволяетъ примѣнить её къ объясненію многихъ вопросовъ по электрофизиологіи.

Д-ръ В. Ю. Чаговецъ ¹⁾ въ вышедшей въ прошломъ году изъ физиологической лабораторіи Военно-медицинской Академіи работѣ, подтверждая теорію Argenius'a, доказываетъ, что мышечный токъ есть диффузионный токъ, происходящій отъ различнаго содержанія угольной кислоты въ раздражаемомъ и покойномъ мѣстѣ ²⁾.

Вышеупомянутые авторы Gotch и Horsley, отводя въ гальванометръ дифференціальный токъ отъ поперечнаго сѣченія и продольной поверхности спинного мозга, раздраженіемъ съ помощію индукціоннаго аппарата двигательнаго поля нижней конечности въ головномъ мозгу получали обратный токъ дѣйствія. Во время эпилептическаго возбужденія коры происходили колебанія тока, которыя были параллельны конвульсивнымъ сокращеніямъ мышцъ, воспроизведеннымъ графическимъ методомъ. Если отводили токъ отъ сѣдалищнаго нерва и раздражали двигательный корковый центръ нижней конечности, то не получали измѣненія тока покоя.

Проф. Миславскій ³⁾, провѣряя опыты послѣднихъ авторовъ на лягушкахъ, доказалъ, что отъ раздраженія переднихъ корешковъ спинного мозга не получается отрицательнаго колебанія отведеннаго тока спинного мозга, а отъ раздраженія сѣдалищнаго нерва, который есть смѣшанный нервъ, получается отрицательное колебаніе только при цѣлости заднихъ корешковъ. Изъ этого онъ заключаетъ, что токи не проходятъ

¹⁾ О примѣненіи теоріи диссоціаціи Арреніуса къ электромоторнымъ явленіямъ на живыхъ тканяхъ.

²⁾ Диссоціація газовъ оксигемоглобина и CO_2 —параглобулина происходитъ въ капиллярахъ: перваго въ тканяхъ, а втораго въ легкихъ и мышцахъ главнымъ образомъ. Landois. Учебн. физиологіи челоуѣка. 1894, стр. 787.

³⁾ Врачъ 1894, стр. 159. Объ отрицательномъ колебаніи въ спинномъ мозгу. Опыты на лягушкахъ.

черезъ дендриты, а только черезъ осевоцилиндрическіе отростки.

Проф. Сѣченовъ ¹⁾, отводившій токи отъ поперечнаго сѣченія и продольной поверхности продолговатаго мозга лягушки, получалъ отъ положительныхъ и отрицательныхъ рядовъ положительныя и отрицательныя колебанія первичнаго тока. Этотъ же изслѣдователь отъ раздраженій спинного мозга и нервовъ лягушки получалъ отрицательныя колебанія первичнаго тока ²⁾. Кромѣ того отъ звуковъ длинныхъ мѣдныхъ трубъ первыхъ трехъ октавъ (отъ контръ-октавы кверху) онъ получалъ отрицательныя колебанія тока.

Хотя проф. Сѣченовъ думаетъ, что эти колебанія зависѣли отъ колебанія воздуха, но вѣрнѣе всего предположить, что здѣсь дѣйствіе происходило черезъ слуховыя органы и слуховыя пути.

Далѣе д-ръ Вериго ³⁾, работавшій въ лабораторіи проф. Тарханова надъ цѣлымъ спиннымъ мозгомъ лягушки, вынутымъ изъ позвоночнаго канала безъ нарушенія связи его съ головнымъ мозгомъ и периферическими нервами, нашель, что и здѣсь при отведеніи двухъ точекъ спинного мозга получаютъ токи покоя, хотя мозгъ и не имѣлъ поперечныхъ сѣченій. Эти токи покоя имѣють два періода: періодъ быстрого убыванія тока и періодъ сравнительнаго постоянства его силы. Направленіе этихъ токовъ бываетъ то одно, то другое. При легкомъ подавливаніи спинного мозга тупымъ концемъ стеклянной палочки получались отклоненія, при чемъ надавленная часть становилась электроотрицательной по отношенію къ сосѣднимъ частямъ. Прикладываніе электрода дѣлало электроотрицательнымъ тотъ пунктъ, къ которому послѣ прикладывался электродъ,—что, видимо, зависѣло отъ плечевого и поясничнаго утолщеній. Такъ, если авторъ отводилъ къ галь-

¹⁾ Врачъ, 1882, № 42. Гальванич. явленія въ продолговат. мозгу лягушки.

²⁾ Pflüger's Arch. XXXVI, 1885.

³⁾ Вѣстн. клин. и судеби. психіатріи и невропатологіи 1889, вып. I стр. 82. Токи дѣйствія въ мозгу лягушки.

ванометру средній тонкій участокъ мозга и поясничное утолщеніе, то при всякомъ возбужденіи (самопроизвольномъ движеніи лапками или искусственномъ раздраженіи ихъ или головы щипками) поясничное утолщеніе становилось электроотрицательнымъ. При раздраженіи кожи кислотой кромѣ этой электроотрицательности замѣчаются ритмическія колебанія. Если отводились плечевое утолщеніе и средняя часть мозга, то при всякомъ возбужденіи мозга это утолщеніе оказывалось электроотрицательнымъ по отношенію къ средней части мозга. Наконецъ, при отведеніи плечевого и поясничнаго утолщеній наблюдались болѣе сложныя явленія. Такъ, при раздраженіяхъ лапокъ или кожи головы у одной лягушки дѣлалось всегда электроотрицательнымъ одно утолщеніе, у другой же лягушки другое утолщеніе. Попадались лягушки, у которыхъ раздраженіе лапокъ дѣлало электроотрицательнымъ поясничное утолщеніе, а раздраженіе кожи головы—таковымъ же плечевое утолщеніе. Наконецъ, наблюдались лягушки, у которыхъ при раздраженіяхъ кожи, особенно кислотой, токи колебались то въ ту, то въ другую сторону. Сверхъ того надо замѣтить, что токи при одновременномъ отведеніи этихъ двухъ утолщеній были гораздо слабѣе токовъ при первыхъ двухъ комбинаціяхъ.

Всѣ эти явленія указываютъ, по автору, на самостоятельность плечевого и поясничнаго утолщеній, какъ центровъ спинного мозга.

Сверхъ того контрольные опыты автора съ перерѣзками мозга и выниманіемъ головного и спинного мозга показали, что описанныя явленія имѣли свой источникъ въ мозгу, а не были результатомъ вѣтвленія тока изъ другихъ тканей лягушки.

Но всего замѣчательнѣе то, что токи покоя въ опытахъ Вериги съ цѣлымъ мозгомъ имѣли самое разнообразное направленіе, а токи дѣйствія въ половинѣ случаевъ совпадали съ токами покоя. По автору, послѣдній фактъ указываетъ, что токи дѣйствія не зависѣли отъ поврежденія тканей. Въ

заключеніи авторъ дѣлаетъ выводъ, что разницы между спиннымъ мозгомъ и нервными стволами не существуетъ, такъ какъ въ основѣ токовъ дѣйствія лежитъ одинъ и тотъ же законъ, гласящій, что всякій участокъ при возбужденіи оказывается электроотрицательнымъ по отношенію къ покойнымъ, или менѣе возбужденнымъ участкамъ. Поэтому Вериго удостоверяетъ вѣрность высказанной проф. Тархановымъ мысли относительно примѣнимости гальванометра къ изслѣдованію вопроса о локализаціи функцій въ головномъ мозгу.

Также интересны наблюденія д-ра Вериго надъ токами головного мозга у лягушекъ. При отведеніи передней и задней части полушарій во время самопроизвольныхъ движеній лапокъ передняя двигательная часть мозга становилось электроотрицательной.

Переходя теперь спеціально къ литературѣ о токахъ въ головномъ мозгу, прежде всего остановимся на опытахъ вѣнскаго профессора физиологіи Fleischl'я von Marxow'a ¹⁾, который оспариваетъ приоритетъ открытія токовъ большого мозга у Веck'a. Оказывается, что Fleischl еще въ 1883 году сообщил Вѣнской Академіи Наукъ о своихъ опытахъ.

Когда авторъ отводилъ двѣ симметричныя точки полушарій къ гальванометру при помощи, конечно, неполяризующихся электродовъ, то получалось очень малое отклоненіе или же вовсе его не было. Если при этомъ онъ раздражалъ тотъ чувствующій периферическій органъ, центральная проекція котораго была отведена къ гальванометру, то получалось значительное отклоненіе, если же раздражалъ чувствующій органъ другой стороны, то получалось отклоненіе въ другую сторону. Это, конечно, и понятно, такъ какъ бѣльшая часть элементовъ корковыхъ центровъ связана съ перекрестнымъ органомъ чувства.

Особенно хорошо удавались Fleischl'ю опыты съ полученіемъ токовъ при отведеніи обоихъ центровъ зрѣнія Munk'a

¹⁾ Centralbl. für Physiol. 1890, № 18. S. 537. Mittheilung, betreffend die Physiologie der Hirnrinde.

и при сильномъ освѣщеніи одного и другого глаза. Если же при этомъ авторъ раздражалъ носъ амміачными парами, щипаль или жегъ горячей иглой конечность, то не получалось токовъ или получались очень слабыя петлевые токи. Поэтому, авторъ говоритъ, что съ помощію этого метода раздраженія легко найти тѣ мѣста поверхности большого мозга, которыя связаны съ раздражаемымъ периферическимъ органомъ чувства.

Далѣе Fleischl замѣчалъ, что при хлороформированіи животныхъ, у которыхъ уже удавались опыты, не получалось никакого слѣда отклоненія гальванометра. Когда же животное просыпалось, то опыты удавались. Кромѣ того опыты удавались, даже при отведеніи токовъ съ твердой мозговой оболочки и даже съ костей черепа, лишенныхъ надкостницы.

Поэтому Fleischl думаетъ, что со временемъ, можетъ быть, удастся отведеніемъ кожи головы получить токи, возникающіе въ собственномъ мозгу вслѣдствіе психическихъ актовъ. Проф. же Тархановъ ¹⁾ думаетъ, что у психическихъ больныхъ, по всей вѣроятности, кожные токи разнятся отъ токовъ здоровыхъ лицъ.

Въ 1890 году Beck ²⁾, ассистентъ профессора физиологіи въ Краковѣ Cybulsky'аго, работалъ надъ токами головного и спиннаго мозга, желая главнымъ образомъ опредѣлить чувственные центры помощію раздраженія периферическихъ органовъ чувствъ и помощію опредѣленія электроотрицательнаго напряженія активныхъ токовъ. Для этой цѣли онъ употреблялъ гальванометръ Hermann'a, неполяризующіеся глиняные электроды и реохордъ для компенсаціи токовъ покоя. Опыты производились на лягушкахъ, собакахъ и кроликахъ, причемъ большой и спинной мозгъ у лягушекъ вынимался изъ костей, при цѣлости связи со вторымъ заднихъ лапокъ, причемъ собаки кураризировались.

¹⁾ Л. с.

²⁾ Centralbl. f. Physiol. 1890, № 16, 19. Bd. IV, S. 473. Die Bestimmung der Localisation der Gehirn—und Rückenmarksfunctioren vermittelt der electrischen Erscheinungen.

Самый интересный выводъ изъ этихъ опытовъ Беск'а тотъ, что первичный токъ, появляющійся при отведеніи двухъ любыхъ мѣстъ центральной нервной системы, былъ *нисходящій, т. е., болѣе центральная часть была по отношенію къ болѣе периферической части электроотрицательной*. Правильность, съ которой наступало это явленіе, не смотря на то, что верхняя часть центральной нервной системы оставалась совершенно не поврежденной, приводитъ автора къ заключенію, что дѣятельное состояніе выше-лежащихъ частей выступаетъ ясно и что *въ первичномъ отклоненіи гальванометра здѣсь надо признать не токъ покоя, а токъ дѣйствія*.

При раздраженіи сѣдалищнаго нерва и отведеніи утолщений и средней части спинного мозга, по автору, получались результаты по большей части согласные съ таковыми д-ра Вериго.

Кромѣ того, опыты на собакахъ и кроликахъ показали, что первичные токи при отведеніи двухъ любыхъ точекъ коры большого мозга не были постоянными, а болѣе или менѣе правильно колебались. Эти колебанія не совпадали ни съ дыханіемъ, ни съ пульсомъ и не зависѣли отъ движеній, такъ какъ животныя кураризировались. Авторъ думаетъ, что эти колебанія первичныхъ токовъ суть выраженія постоянныхъ измѣненій въ активномъ состояніи корковыхъ центровъ.

При возбужденіи центровъ раздраженіемъ соответственныхъ периферическихъ нервовъ самостоятельныя колебанія исчезали, а первичное отклоненіе измѣнялось. Такъ, при раздраженіи глаза свѣтомъ магнія получалось электроотрицательное напряженіе въ затылочной долѣ противоположной стороны. У собакъ было найдено точное отграниченіе зрительныхъ участковъ коры, напротивъ, у кроликовъ они распространялись на всю заднюю часть полушарія, что, будто бы, согласуется съ данными опытовъ Munk'a.

Не столь блестящи, по словамъ Беск'а, были опыты съ раздраженіемъ звуками органа слуха, потому что приложеніе электродовъ къ нижней поверхности височной доли встрѣчало большія затрудненія.

Напротивъ, отъ раздраженія кожныхъ нервовъ отведенный отъ соотвѣтственнаго мѣста коры большого мозга токъ показывалъ ясныя измѣненія, доказывающія возникновеніе дѣятельнаго состоянія въ этихъ мѣстахъ.

Чтобы контролировать свои выводы, Векк раздражалъ непосредственно мѣста приложенія электродовъ, причемъ получались тѣже результаты, что и при раздраженіи центростремительныхъ нервовъ, идущихъ къ лежащимъ на этихъ мѣстахъ центрамъ.

Хотя методъ этихъ опытовъ, говоритъ авторъ, связанъ съ многими трудностями и требуетъ нѣкоторыхъ улучшеній, но онъ весьма драгоцѣненъ и можетъ повести къ рѣшенію нѣкоторыхъ спорныхъ вопросовъ невро-и психофизиологіи.

Наконецъ проф. Б. Данилевскій ¹⁾ (изъ Харькова), упоминая о заявленіи Fleischl'я относительно пріоритета, указываетъ совершенно справедливо, что Caton въ 1875 году первый доказалъ отрицательное колебаніе первичныхъ токовъ покоя при отведеніи точекъ коры большого мозга къ гальванометру и при раздраженіи соотвѣтственныхъ нервовъ. А въ 1876 году проф. Данилевскій, не зная опытовъ Caton'a, поставилъ подобные же опыты на 5 кураризированныхъ собакахъ и получилъ такіе же результаты. Онъ употреблялъ вмѣсто гальванометра очень чувствительный мультипликаторъ Du-Bois-Reymond'a и выяснилъ, что переднія доли мозга даютъ колебанія тока отъ раздраженія чувствительныхъ кожныхъ нервовъ и не даютъ таковыхъ отъ раздраженія слуховыхъ органовъ звуками, тогда какъ заднія доли его относятся наоборотъ.

Въ своемъ заключеніи проф. Данилевскій указываетъ, что электромоторный методъ позволяетъ возлагать надежды не только для вопроса о локализацияхъ, но и для изслѣдованія явленій возбужденія въ корѣ большого мозга. Уже въ 1877 году онъ рѣшилъ поставить слѣдующій тезисъ въ своей диссертаціи: „изслѣдованіе электродвигательныхъ явленій боль-

¹⁾ Centralbl. f. Physiol. 1891, Bd. V, № 1. Zur Frage über die electromotorischen Vorgänge im Gehirn als Ausdruck seines Thätigkeitszustandes.

шого мозга должно быть одной из самых важных задач физиологии центральной нервной системы, такъ какъ опредѣленные измѣненія ихъ состоянія должны служить отличительнымъ признакомъ состоянія возбужденія извѣстныхъ частей большого мозга“. Наконецъ, онъ говоритъ, что едва ли можно сомнѣваться, что электродвигательныя явленія большого мозга даютъ возможность находить матеріальное основаніе для психофизиологическихъ явленій и аналогично нервнымъ валочкамъ установить возбужденія нервныхъ клѣтокъ.

Разобравши литературу по гальванометрии периферической и центральной нервной системы, мы видимъ, что явленія ея весьма сложны и вмѣстѣ съ тѣмъ указываютъ на извѣстную законность. Особенно рельефно выясняется вліяніе на гальваническіе токи тѣла поясничнаго и шейнаго утолщенія спинного мозга и центровъ головного мозга. Не лишнее замѣтить здѣсь, что одинъ авторъ, именно Веск, склоненъ даже, и, можетъ быть, не безъ основанія, признать въ токѣ покоя головного мозга токъ дѣйствія.

II.

Переходя теперь къ собственнымъ изслѣдованіямъ, должно сказать, что работала я съ очень чувствительнымъ гальванометромъ Wiedemann'a—d'Arsonval'я съ сопротивленіемъ катушекъ въ 30000 омъ (по 15000 каждая). Удобство этого гальванометра состоитъ въ томъ, что отсчитыванія отклоненій зеркальца производятся безъ подзорной трубки на просвѣчивающей скалѣ, сдѣланной изъ матоваго стекла. На этой скалѣ происходитъ отраженіе зеркальца гальванометра, освѣщеннаго лампой. Скала всегда находилась отъ гальванометра на разстояніи 1 метра. Методъ компенсаціи былъ устраненъ, такъ какъ онъ только похищаетъ дорогое при этихъ изслѣдованіяхъ время¹⁾. Да и токи покоя всегда устанавливаются болѣе или

¹⁾ Уже появились въ печати работы безъ компенсаціи.

менѣе на одной точкѣ, токи же дѣйствія обыкновенно проявляются энергично въ ту или другую сторону отъ тока покоя, такъ что, записавъ цифру тока покоя въ скобкахъ, легко записать и цифру тока дѣйствія. Если токъ давалъ отклоненія уходящія за скалу, то помощію шунта, или тока вѣтвленія, можно было уменьшить силу тока въ гальванометрѣ въ 10, 100 и 1000 разъ, а слѣдовательно, и величину отклоненій.

Весьма большая чувствительность гальванометра не удобна, во-первыхъ потому, что движенія зеркала медленны, а во-вторыхъ,—отклоненія уходятъ за скалу. Поэтому необходимо устанавливать гальванометръ такъ, чтобы была средняя его чувствительность: тогда движенія его сравнительно быстры; отклоненія—средней величины, и потому отсчетъ и записи могутъ дѣлаться сравнительно быстро.

Въ моихъ опытахъ гальванометръ устанавливался всегда съ одинаковыми соединеніями всѣхъ проволокъ, что очень важно для окончательныхъ выводовъ изъ всей работы. Поэтому одинъ проводъ всегда долженъ быть или другого цвѣта или же съ узломъ на одномъ и другомъ его концѣ. Чувствительность гальванометра опредѣлялась отведеніемъ къ нему тока свѣже-заряженнаго аккумулятора (слѣд., съ электровозбудительной силой въ 2 вольта) ¹⁾, и включеніемъ въ цѣпь релстата въ 41600 омъ и 1000 шунта въ видѣ тока вѣтвленія. При этомъ если гальванометръ давалъ отклоненіе въ 100 дѣленій, то считалась его чувствительность достаточной, такъ какъ отклоненіе на 1 миллиметръ зависѣло отъ силы тока, равной 0,0000005 ампера ($5 \cdot 10^{-7}$).

Далѣе передъ каждымъ опытомъ при введеніи въ цѣпь аккумулятора для пробѣрки чувствительности гальванометра проводникъ съ узломъ всегда соединялся съ отрицательнымъ полюсомъ аккумулятора, равно какъ и при опытахъ этотъ же проводникъ всегда отводилъ токъ въ гальванометръ отъ поверхности мозга, или, точнѣе говоря, отъ искомаго центра.

¹⁾ Электровозбудительная сила аккумулятора опредѣлялась при помощи гальванометра Edelmann'a по формулѣ Ohm'a.

Другой же проводникъ соединялся съ индифферентнымъ (безразличнымъ) участкомъ тѣла, напр., съ мышечной фасціей противоположной передней или задней ноги. Это постоянное соединеніе давало возможность судить объ электроположительности и электроотрицательности участковъ мозга и тѣла. Такъ постоянное соединеніе проводника съ узломъ съ минусомъ аккумулятора давало всегда отклоненіе гальванометра на скалѣ влѣво.

Тоже самое отклоненіе влѣво давали, за рѣдкими исключеніями, токи покоя при постоянномъ соединеніи головного мозга собакъ съ проводникомъ съ узломъ. Это послѣднее указывало, что токи покоя имѣли нисходящее направленіе по головному и спинному мозгу, т. е., токъ шелъ черезъ гальванометръ въ направленіи отъ мышцы къ головному мозгу, а по тѣлу отъ мозга къ мышцѣ. Слѣдовательно, головной мозгъ по отношенію къ мышцѣ обладалъ почти всегда электроотрицательнымъ напряженіемъ. Въ этомъ мы видимъ очень интересный фактъ, подтверждающій взглядъ Беск'а, что токи покоя головного мозга суть на самомъ дѣлѣ токи дѣйствія, что подтверждается косвенно и опытами другихъ цитированныхъ авторовъ. Такъ, напр., колебанія токовъ покоя, какъ и означенное электроотрицательное напряженіе, свойственное только мышцамъ и нервамъ въ періодѣ возбужденія или раздраженія, указываютъ, что головной мозгъ всегда находится въ возбужденномъ, дѣятельномъ состояніи, посылая всегда импульсы къ периферіи по нервамъ и спинному мозгу, на что и указываетъ нисходящій токъ по спинному мозгу и нервамъ во время покоя. Слѣдов., надо полагать, что дендриды клѣтокъ головного мозга, по крайней мѣрѣ въ чувственной его сферѣ, имѣютъ отрицательный полюсъ, а осевые цилиндры, идущіе внизъ къ спинному мозгу,—положительный полюсъ.

Далѣе интересны наши наблюденія, что во время сна послѣ эпилептического приступа и послѣ смерти токи покоя значительно ослабляются (въ 8 разъ) и колеблются, тогда какъ при хлороформномъ снѣ они сильно увеличиваются.

Не играютъ ли здѣсь измѣненія мозгового кровообращенія въ томъ и въ другомъ случаѣ¹⁾ и разное физическое соотношеніе между собой нейроновъ въ смыслѣ ихъ сближенія?²⁾

Сверхъ того надо замѣтить, что токи дѣйствія во время сна послѣ эпилептическаго приступа, при кураризаціи, въ морфійномъ наркозѣ и въ моментъ смерти очень ясно ослабѣваютъ, какъ и токи покоя, а послѣ сна и въ первое время послѣ смерти вновь какъ тѣ, такъ и другіе токи усиливаются и только минутъ черезъ 20 токи покоя вновь уменьшаются, а токи дѣйствія исчезаютъ. При этомъ передъ смертью и послѣ нея замѣчаются сильныя размашистыя колебанія токовъ покоя и дѣйствія въ обѣ стороны отъ нуля, напр., то +50, то—70 дѣлений, то—40, то +130. Въ періодъ же умиранія, ближе къ моменту смерти, тѣ и другіе токи дѣлаютъ слабыя качанія то въ положительномъ, то въ отрицательномъ направленіи у 0 скалы.

Что касается опытовъ безъ наркоза, то при нихъ токи покоя и токи дѣйствія были выражены болѣе или менѣе равномерно, отчетливо и ясно, безъ особыхъ колебаній, такъ что работать безъ наркоза съ гальванометріей гораздо удобнѣе и вѣрнѣе.

Переходя теперь къ токамъ дѣйствія коры большого мозга при раздраженіи чувствующихъ нервовъ, я долженъ сказать о ходѣ самыхъ опытовъ.

Собака, крѣпко привязанная къ столу, помѣщалась вдали отъ гальванометра. Отсчеты и записи производило другое лице, или Н. Н. Георгіевскій или д-ръ Тривусъ, работающій теперь съ гальванометріей мозга, главнымъ образомъ надъ зрительными центрами, я же уставлялъ электроды, слѣдилъ

¹⁾ Боршпольскій. Объ измѣненіяхъ черепно-мозгов. кровообращенія въ теченіи падучныхъ приступовъ. Дисс. 1896. Спб., стр. 339.

²⁾ По гипотезѣ Ликассана, хлороформъ прекращаетъ колебанія нервныхъ молекулъ, а по Л. Герману, онъ производитъ набуханіе и раствореніе протагона нервовъ, какъ и другія анестезирующія средства; по Клодъ Бернару, онъ вызываетъ анемію нервныхъ центровъ. Руков. къ фармакол. Потнагеля и Россбаха 1885, стр. 535.

за ихъ положеніемъ и раздражалъ органы чувствъ. Неполъзующіеся электроды употреблялись или глиняные Du-Bois-Reymond'a или Fleischl'я съ гипсомъ и волосяной кисточкой. Послѣдніе электроды оказались болѣе удобными, чѣмъ первые по удобству приставленія ихъ къ мозгу. Какъ электроды, такъ и кора мозга часто поливались теплымъ фізіологическимъ растворомъ химически—чистой поваренной соли (0,6%). Электроды висѣли на штативахъ. Замыканіе цѣпи производилось помощію ключа лицемъ, отсчитывающихъ дѣленія. Опыты производились въ темной, удаленной отъ шума комнатѣ, въ тишинѣ и съ фонаремъ. Глаза собаки были закрыты, а уши заткнуты; при опытѣ раздражаемый органъ открывался.

Электродъ съ узломъ прикладывался къ различнымъ центрамъ, а безъ узла къ мышечной фасціи противоположныхъ ногъ или къ соединительной оболочкѣ глаза, и послѣ этого раздражались различные органы чувствъ, при чемъ замѣчался въ большинствѣ случаевъ тотъ важный фактъ, что если центръ, отъ котораго былъ отведенъ токъ, совпадалъ съ раздражаемымъ органомъ чувствъ, то получалось отклоненіе въ другую сторону, т. е., токъ покоя уменьшался, а если центръ не совпадалъ съ раздражаемымъ органомъ чувствъ, то токъ покоя увеличивался. Такъ какъ токъ покоя головного мозга почти всегда шель влѣво по скалѣ, или выражалъ электроотрицательное напряженіе центра, то токъ дѣйствія почти всегда шель вправо, или выражалъ электроотрицательный потенциалъ ¹⁾.

¹⁾ Только у двухъ собакъ изъ многихъ опытовъ токи были обратнаго направленія: у стараго понтера, который быстро умеръ и у котораго замѣчались вышеописанныя ослабванія, измѣненія и качанія токовъ и у большой, очень безпокойной дворовой собаки, которая во время опыта тоже умерла. Въ обоихъ этихъ случаяхъ замѣчательно то, что токи покоя тотчасъ послѣ смерти приняли отрицательное направленіе влѣво. Можетъ быть, передъ смертю всегда бываетъ положительное извращеніе токовъ покоя. Одинъ только разъ такое же извращеніе токовъ покоя и дѣйствія наблюдалось послѣ нюханія собакой нашатырнаго спирта; это извращеніе черезъ $\frac{1}{4}$ часа прошло послѣ нюханія ею хлороформа.

Самые рельефныя токи дѣйствія получаются съ центровъ зрѣнія отъ раздраженія свѣтомъ глазъ, о чемъ будетъ подробно писать д-ръ Тривусъ. Съ центровъ же слуха эти отклоненія гораздо сложнѣе. Такъ, если поочередно приставлять мозговой электродъ (съ узломъ) къ задненижней части 2-й и 3-й височныхъ извилинъ и къ задней половинѣ 4-й извилины, т. е., къ разнымъ выясненнымъ мною тоновымъ центрамъ ¹⁾, и раздражать противоположное ухо разными камертонами, то получаютъ различные результаты. Если приставляли электродъ къ височной части 2-й извилины и раздражали противоположное ухо камертономъ *A*, то въ большинствѣ случаевъ получалось отрицательное колебаніе тока покоя, т. е., токъ шель къ нулю и за нуль вправо, если же раздражали камертонами *a*¹ и *c*³, то обыкновенно наоборотъ токъ покоя увеличивался. Если приставляли электродъ къ височной части 3-й извилины, то обыкновенно отрицательное колебаніе вправо получалось отъ камертона *a*¹, тогда какъ отъ *A* и *c*³—увеличивался токъ покоя влѣво. Когда же электродъ приставлялся къ задней части 4-й извилины и ухо раздражалось камертономъ *c*³, то получалось отрицательное колебаніе, а отъ камертоновъ *a*¹ и *A*—увеличеніе тока покоя.

Это указываетъ, что, дѣйствительно, височная часть 2-й извилины содержитъ слуховой центръ для низкаго тока *A*, височная часть 3-й извилины—центръ для тока *a*¹, а задняя половина 4-й извилины—центръ для тока *c*³. Слѣдовательно, это подтверждаетъ мои выводы изъ фізіологическихъ опытовъ о воспріятіи тоновъ тоновой скалой, расположенной въ височныхъ доляхъ большого мозга. Кромѣ того надо еще упомянуть, что при поперечномъ приложеніи обоихъ электродовъ къ одной височной извилинѣ и раздраженіи противоположнаго уха происходили тоже токи покоя, токи дѣйствія, и даже весьма рельефно выраженные, особенно при употребленіи громкихъ тоновъ *a*¹ и *c*² духового камертона. Токи отрицательнаго колебанія, или

¹⁾ Ларионовъ. О корковыхъ центрахъ слуха. Дисс. (изъ клиники проф. В. Бехтерева). 1898. Трудъ клиники душев. и нервн. бол. за тотъ же годъ.

токи дѣйствія давали при этомъ столь сильныя отклоненія, что свѣтовой показатель вылеталъ за скалу.

Передняя половина 4-й извилины относилась къ токамъ дѣйствія отъ нюханія пахучихъ веществъ, какъ обонятельный центръ, т. е., давала отрицательныя колебанія тока покоя. Эта же область и зрительная затылочная область отъ раздраженія камертонами ушей обыкновенно давали усиленія токовъ покоя, т. е., относились не какъ центры. Передняя половина мозга (сигмовидная извилина) часто давала при токахъ покоя электроположительный потенціалъ, т. е. послѣдніе давали отклоненія вправо.

Такимъ образомъ, гальванометрія даетъ очень важныя результаты для выясненія функцій мозга. Ясно, что задняя чувственная половина мозга имѣетъ нормально электроотрицательный потенціалъ, который отъ раздраженія периферическихъ органовъ чувствъ переходитъ въ положительный т. е., нисходящіе токи становятся восходящими. Въ передней же двигательной области, по всей вѣроятности, отношеніе потенціаловъ обратное; для окончательнаго выясненія этого однако еще нужны дальнѣйшіе опыты.
