

ПЛАНИМЕТРІЯ МОЗГА,
КАКЪ АНТРОПОЛОГИЧЕСКІЙ МЕТОДЪ.

Проф. Вас. Як. Данилевскаго.

(ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНІЕ)

Изученіе конфигураціи и поверхности головного мозга и черепа человека, какъ извѣстно, доставило очень цѣнные результаты, имѣющіе значеніе не только для морфологіи и фізіологіи, но также и для болѣе отдаленныхъ областей знанія (этнологіи, психіатріи, криминалистики). Если исключить спеціальныя задачи въ родѣ опредѣленія рассовыхъ признаковъ, то въ большинствѣ случаевъ изслѣдованія въ вышеуказанномъ направленіи имѣютъ въ сущности конечною цѣлью рѣшеніе проблемы: установить точное соотношеніе между морфологіей мозга (и черепа) и фізіологіей души. Въ такой общей формѣ эта задача представляетъ почти непреодолимые трудности; достаточно указать лишь на несоизмѣримость обоихъ объектовъ. Но такъ какъ послѣдніе съ извѣстной точки зрѣнія представляютъ собою комплексъ нѣкоторыхъ величинъ, то ясно, что общая проблема можетъ быть сведена къ изученію параллелизма между двумя рядами переменныхъ величинъ. При этомъ, понятно, пока нѣтъ надобности руководствоваться теоретическими воззрѣніями на генетическую связь мозга и психики. Ближайшая задача, стало быть, сводится къ установленію такихъ структурныхъ и функціональных отношеній, которыя могли бы входить въ оба ряда, какъ величины, однородныя для каждаго изъ нихъ, и тѣмъ давали бы возможность устанавливать пропорціональность обоихъ рядовъ.

Что касается психики, то въ этой области почти всѣ измѣренія пока имѣютъ своимъ объектомъ только временныя отношенія—опредѣленія скоростей различныхъ психическихъ актовъ. Само собою понятно, что эта величина не соответствуетъ объему и значенію вышеформулированной проблемы; еще менѣе пригодны количественныя сравненія феноменовъ чувственной сферы, какъ по своей крайней гипотетичности, такъ и по психологическому значенію самого объекта измѣренія. Мы не можемъ далѣе уста-

новить мѣрило для опредѣленія и чисто умственной или мыслительной дѣятельности, именно тѣхъ ея сторонъ, которыя мы можемъ съ извѣстнымъ правомъ обозначать какъ „ѣмкость“ и „напряжение“ (resp. психо-статика и — динамику). Измѣреніе запаса представленій, а главное измѣреніе динамической утилизаціи ихъ составляетъ еще *primum desiderium*. Если и удастся теперь устанавливать количественныя соотношенія для нѣкоторыхъ формъ сознательнаго взаимодействія представленій (аперцепціи), то это относится лишь къ немногимъ частнымъ случаямъ возникновенія чисто конкретныхъ представленій въ связи съ одновременнымъ воспріятіемъ чувственныхъ импульсовъ. — Такимъ образомъ оказывается, что для измѣренія величинъ, входящихъ во второй „психическій“ рядъ, у насъ нѣтъ точнаго мѣрила; намъ приходится ограничиваться лишь приблизительнымъ сравненіемъ степени умственной дѣятельности или развитія, насколько это возможно простому наблюденію, а не количественному измѣренію. Такая приблизительная оцѣнка даетъ возможность распредѣлять субъектовъ по развитію интеллекта лишь подъ условіемъ „большихъ разностей“ между сосѣдними членами этого ряда. При этомъ надо имѣть въ виду различіе между объемомъ resp. и силою „врожденныхъ способностей“ и степенью утилизаціи ихъ у даннаго индивидуума. Это особенно важно при сравнительномъ сопоставленіи интеллекта и мозга у людей.

Несравненно доступнѣе построеніе втораго паралельнаго ряда, характеризующаго степень развитія мозга, т. е. составленнаго изъ величинъ, опредѣляющихъ его организацію. Здѣсь не трудно установить рядъ числовыхъ данныхъ, дающихъ возможность точнаго сравненія ихъ между собою. Для этого необходимо выбрать исходную точку. Какъ извѣстно, въ этомъ отношеніи исторія этого вопроса представляетъ большое разнообразіе. Одни останавливались на сравненіи абсолютнаго вѣса головного мозга; другіе вводили сравненіе его съ вѣсомъ тѣла; не менѣе, если не болѣе важнымъ оказывалось сравненіе вѣса большихъ полушарій съ вѣсомъ всего головного мозга или лишь мозжечка; затѣмъ обратились къ степени развитія извилинъ большихъ полушарій по числу

и глубинѣ, къ относительному развитію мозговой ножки, измѣряли отношеніе діаметровъ мозга и его частей (длины, ширины, высоты) и т. д. Въ послѣдніе годы новый матеріалъ для этого вопроса доставили количественныя опредѣленія сѣраго и бѣлаго веществъ головного мозга ¹⁾, что дало несравненно болѣе точныя величины, чѣмъ опредѣленіе степени развитія коркового слоя по числу и глубинѣ бороздъ resp. извилинъ мозга. Числовые результаты, полученные мною, впервые показали, что между степенью умственного развитія и содержаніемъ сѣраго вещества въ большемъ мозгѣ нѣтъ пропорціональности, именно для человѣка вторая величина оказалась даже меньшею, чѣмъ для собаки. Къ сожалѣнію, я не имѣлъ возможности распространить свои опредѣленія на большее число индивидуумовъ, а также на различные отдѣлы мозга. Само собою понятно, что дальнѣйшее развитіе нашей проблемы не можетъ теперь удовлетворяться опредѣленіемъ общаго количества всего сѣраго вещества большого или головного мозга, которое уже не можетъ служить искомымъ критеріемъ или мѣриломъ. Исслѣдованія должны быть теперь направлены на опредѣленіе топографическаго распредѣленія сѣраго и бѣлаго веществъ въ головномъ мозгу въ количественномъ отношеніи, и въ основаніи этого должно быть положено сравненіе частей его въ фізіологическомъ смыслѣ. На первомъ планѣ стоитъ, конечно, корка большого мозга. Рѣшеніе этой задачи достижимо при помощи тѣхъ же методовъ, которые служили и для общаго опредѣленія всего сѣраго вещества мозга. — Наконецъ въ будущемъ *in spe* явится необходимость провести анализъ дальше, и именно установить градаціи развитія самого коркового вещества, по числу ли нервныхъ клѣтокъ, по сложности ли ихъ соединеній или отростковъ вообще, по свойству ли самыхъ клѣтокъ ²⁾ и т. п. въ разныхъ мѣстахъ корки и у разныхъ субъектовъ.

¹⁾ См. мою статью *Ueber die quantitative Bestimmungen der grauen und weissen Substanzen im Gehirn*. *Centralblatt für medicin. Wissensch.* 1880. По этому же вопросу вскорѣ будетъ напечатана работа Ф. Т. Попова изъ моей лабораторіи, гдѣ изложена соотвѣтственная литература.

²⁾ См. новѣйшія работы изъ лабораторіи М. Flesch'a.

Въ настоящей замѣткѣ я намѣренъ сообщить принципъ новаго метода, который можетъ дать полезныя результаты для вышеупомянутой задачи по топографіи мозга. Мы видѣли, что основная задача въ настоящее время сводится въ сущности къ количественному опредѣленію обоихъ веществъ мозга. При этомъ, понятно, важно опредѣленіе какъ общей ихъ массы, такъ и парціально для отдѣловъ корки и для внутреннихъ узловъ; самое же опредѣленіе имѣетъ задачею не столько абсолютныя числа, сколько отношеніе между компонентами мозгового вещества. Кромѣ того наша проблема требуетъ еще опредѣленій степени развитія такихъ анатомическихъ частей мозга, которыя сами состоятъ изъ смѣси сѣрой и бѣлой субстанцій и которыя съ фізіологической стороны могутъ быть разсматриваемы какъ отдѣльные аппараты (*corpus striatum*, *thalamus opticus*, *corpus quadrigem.* и др.). Всѣ эти и подобныя задачи должны быть разрѣшаемы путемъ измѣреній, которыя могутъ состоять или въ 1) опредѣленіяхъ вѣса, или же 2) площадей разрѣза. Первое можетъ быть достигнуто способомъ высушиванія или удѣльно-вѣсовымъ, второе же — планиметрией.

Если мы представимъ себѣ мозгъ разрѣзанный въ опредѣленномъ мѣстѣ по одной изъ 3 кардинальныхъ плоскостей (сагитальной, фронтальной и горизонтальной), то въ площади разрѣза помощью планиметра мы можемъ съ большею или меньшею легкостью измѣрить площади 1) коркового слоя, 2) бѣлаго вещества и 3) внутреннихъ узловъ. Коэффициенты ихъ отношеній между собою не трудно вычислить изъ ряда такихъ измѣреній надъ нѣсколькими мозгами, принимая во вниманіе полъ, возрастъ, массу тѣла, расу и т. п. Установивъ предѣлы колебаній этихъ коэффициентовъ, можно надѣяться построить изъ нихъ тотъ „морфологическій“ рядъ, который несомнѣнно будетъ имѣть значеніе въ рѣшеніи общей проблемы. Стоитъ лишь припомнить, что отношеніе между площадями сѣраго коркового вещества и бѣлаго можетъ до нѣкоторой степени служить указаніемъ на ихъ количественное соотношеніе въ особенности для цѣлаго ряда разрѣзовъ. Далѣе въ настоящее время уже обращено большое вниманіе на степень

развитія геср. величину ножки мозга, чечевицеобразнаго ядра и др., что планиметрически можетъ быть выражено гораздо точнѣе: нужно лишь вычислить для опредѣленныхъ разрѣзовъ коэффициентъ отношенія между площадью даннаго узла и всей поверхности разрѣза. Изъ сказаннаго ясно вытекаетъ возможность опредѣленія соотношенія между величинами узловъ между собою; тѣ же измѣренія могутъ служить и для болѣе сложныхъ задачъ, если помощью серіи параллельныхъ разрѣзовъ желаютъ перейти отъ плоскостныхъ отношеній къ стереометрическимъ. При такихъ планиметрическихъ измѣреніяхъ крайне важно точное опредѣленіе мѣста разрѣза, чтобы можно было бы сравнивать разные мозги между собою. Условное соглашеніе относительно расположенія осей или кардинальныхъ плоскостей мозга, а также и точки проведенія разрѣза легко рѣшаетъ эту задачу. Условность этого приема нисколько не ослабляетъ значенія измѣреній, стоитъ лишь припомнить разнообразіе способовъ раздѣленія человѣческаго мозга, напр. для вѣсовыхъ опредѣленій. Изъ сказаннаго явствуетъ, что, опредѣляя на цѣломъ рядъ мозговъ отношенія между площадями сѣраго и бѣлаго веществъ на условенныхъ разрѣзахъ, мы получаемъ рядъ *index'овъ*, которые несомнѣнно должны представлять антропологическое значеніе. Таковыя *indices* интересны даже для сравненія всей поверхности разрѣзовъ центральной нервной системы на ея различныхъ мѣстахъ (напр. для сопоставленія площадей большаго мозга, его ножки, Варольева моста, *medullae oblong. et spinalis* и др.).

Планиметрическія измѣренія могутъ быть примѣнены для плоскостныхъ проэкцій и поверхности мозга, при чемъ крайне важно точныя условія относительно взаимнаго отношенія осей мозга и проэкціонной плоскости. Этимъ путемъ возможно сравнивать между собою отдѣльные участки поверхности (*gyri*), ограниченные основными наиболѣе постоянными бороздами, при разныхъ положеніяхъ мозга, напр. вращая его около сагитальной оси и т. п.

Намъ остается еще разсмотрѣть третій способъ примѣненія планиметріи, наиболѣе важный и сложный, который послужилъ исходной точкою для моихъ изысканій. Дѣло идетъ о примѣненіи

его для опредѣленія количества сѣраго и бѣлаго веществъ мозга и его узловъ. Представимъ себѣ, что обѣ эти субстанціи расположены въ видѣ цилиндра, состоящаго изъ осевого (бѣлаго) и полага наружнаго (сѣраго), т. е. изъ двухъ концентрическихъ цилиндровъ. Зная длину его и опредѣливъ планиметрически отношенія площадей обоихъ веществъ на одномъ поперечномъ разрѣзѣ въ любомъ мѣстѣ, мы легко опредѣлимъ количество сѣраго и бѣлаго веществъ.

Также легко рѣшается задача въ случаѣ шаровой формы всего тѣла, правильно эллипсоидальной и т. д. Несравненно больше трудностей мы встрѣчаемъ въ случаѣ неправильной формы, наприм. мозга; здѣсь уже надо прибѣгнуть не къ вычисленію, но къ непосредственному измѣренію площадей разрѣзовъ. Задача, стало быть, сводится къ опредѣленію объемовъ наружнаго и внутренняго слоевъ на основаніи планиметрическихъ данныхъ. Слѣдующій приѣмъ, по моему мнѣнію, можетъ быть примѣненъ для приближеннаго рѣшенія этой геометрической задачи и именно съ тою степенью приближенія, которая желательна въ каждомъ данномъ случаѣ.

Представимъ себѣ, что вмѣсто одного мы имѣемъ 3 такихъ сложныхъ вполне идентичныхъ тѣла; каждое изъ нихъ мы подвергаемъ сѣченію въ одной изъ кардинальных плоскостей (F, S, H), разлагая все тѣло на цѣлую серію плоско-параллельныхъ срѣзовъ по возможности малой, но вездѣ одинаковой (q) толщины. Такимъ образомъ мы получимъ три серіи срѣзовъ: по фронтальной (F) плоскости — разрѣзы съ площадями $f', f'', f''' \dots$; сагитальной (S) — $s', s'', s''' \dots$; и горизонтальной (базальной) — $h', h'', h''' \dots$. Опредѣляя планиметрически площадь сѣраго и бѣлаго веществъ въ каждомъ изъ такихъ срѣзовъ ($f', \dots s' \dots h' \dots$) и допуская, что обѣ поверхности каждаго срѣза тождественны въ виду его тонины ¹⁾, мы получаемъ:

¹⁾ Само собою понятно, что это допущеніе и есть источникъ неточности метода, и если его проводить послѣдовательно, то онъ можетъ свестись къ *contradictio in adjecto*. Но понятно, практическое примѣненіе метода при извѣстныхъ условіяхъ исключаетъ это внутреннее противорѣчіе.

площадь каждаго сръза состоитъ изъ площадей сѣраго (g) и бѣлаго (w) веществъ

$$\begin{array}{lll} f' = W_{f'} + G_{f'} & S' = W_{s'} + G_{s'} & h' = W_{h'} + G_{h'} \\ f'' = W'_{f''} + G'_{f''} & S'' = W'_{s''} + G'_{s''} & h'' = W'_{h''} + G'_{h''} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{array}$$

помножая эти площади на высоту сръзвань (q), мы получаемъ соответственные объемы каждаго сръза и его компонентвъ, т. е. объемы бѣлаго и сѣраго веществъ:

$$qf' = qW_{f'} + qG_{f'} \quad qS' = qW_{s'} + qG_{s'} \quad qh' = qW_{h'} + qG_{h'}$$

.....

сумма объемов $q(f' + f'' \dots) = q(s' + s'' \dots) = q(h' + h'' \dots)$, т. е. равняется объему всего мозга (V). Далее сумма объемов

$$q(W_{f'} + W_{f''} \dots) = q(W_{s'} + W_{s''} \dots) = q(W_{h'} + W_{h''} \dots)$$

т. е. равняется объему всего блага вещества мозга (V_w). Наконец то же для сбраго (V_g)

$$q(G_{f'} + \dots) = q(G_{s'} + \dots) = q(G_{h'} + \dots) \dots$$

И

$$V = V_g + V_w$$

Зная V заранее можно ограничиться опредѣленіемъ одного изъ слагаемыхъ.

Само собою понятно, что теоретически вполне достаточно одной какой либо серии сръзовъ (S' , S'' ... или h' , h'' ... или f' , f''), которая даетъ всѣ данныя для опредѣленія V_w resp. V_g . Но при практическомъ выполненіи сръзы разныхъ направлений служатъ контролемъ для метода и придаютъ большую достовѣрность числовымъ даннымъ, выводимымъ какъ среднія изъ чиселъ всѣхъ серий сръзовъ.

Если принять во вниманіе распредѣленіе сѣраго и бѣлаго веществъ въ головномъ мозгу, то станетъ понятнымъ, что при толщинѣ сръзовъ даже въ нѣсколько миллиметровъ нельзя признать

для многихъ срѣзовъ тождества плоскостныхъ отношеній на обѣихъ поверхностяхъ срѣза. Въ виду этого планиметрическій методъ можетъ быть примѣненъ въ упрощенной формѣ, которая менѣе точна, но за то гораздо болѣе удобна и проста. Дѣло въ томъ, что изъ плоскостныхъ отношеній сѣраго и бѣлаго веществъ въ серіяхъ срѣзовъ (S , F и H) мы можемъ сдѣлать непосредственное заключеніе объ ихъ объемныхъ отношеніяхъ. Само собою понятно, что нашъ выводъ будетъ тѣмъ вѣрнѣе, чѣмъ большее число срѣзовъ будетъ планиметромъ измѣрено; при этомъ намъ нѣтъ необходимости знать величину q , она исключается изъ вычисленія, что явствуетъ изъ предъидущаго. Стало быть, въ этомъ случаѣ мы опредѣляемъ не величины объемовъ того и другаго веществъ, но отношеніе ихъ площадей другъ къ другу въ каждомъ срѣзѣ цѣлой серіи, т. е.

$$\frac{W_{f'}}{G_{f'}} = n' \quad \frac{W_{f''}}{G_{f''}} = n'' \text{ и т. д. } \dots \text{ во всѣхъ серіяхъ}$$

$$\frac{W_{s'}}{G_{s'}} = m' \quad \frac{W_{s''}}{G_{s''}} = m'' \dots \text{ и } \frac{W_{h'}}{G_{h'}} = r' \quad \frac{W_{h''}}{G_{h''}} = r'' \text{ и т. д. } \dots$$

если допустимъ, что число срѣзовъ во всѣхъ серіяхъ одинаково (k), то среднія арифметическія

$$\frac{n' + n'' + \dots}{k} = N_f \quad \frac{m' + m'' + \dots}{k} = M_s \quad \frac{r' + r'' + \dots}{k} = R_h.$$

Наконецъ $\frac{1}{3} (N_f + M_s + R_h)$ даетъ намъ окончательный искомый коэффициентъ, показывающій отношенія объемовъ бѣлаго и сѣраго веществъ въ мозгу. Если объемъ послѣдняго извѣстенъ, то легко получить и самыя величины объемовъ V_g и V_w . По легко понятной причинѣ при этомъ способѣ необходимы всѣ три серіи срѣзовъ. На практикѣ однако это невыполнимо: изслѣдованіе большаго мозга—его обоихъ полушарій—даетъ возможность получать лишь 2 серіи срѣзовъ при допущеніи полной тождественности искомыхъ отношеній въ обѣихъ половинахъ.

Таковы общія основы планиметрическаго метода, который, судя по предварительнымъ измѣреніямъ обѣщаетъ дать интересные резуль-

таты. Для мозга человѣческаго я могъ пока пользоваться только рисунками разрѣзовъ его (напр. у Reichert'a и др.); для мозговъ животныхъ сдѣланы въ моей лабораторіи измѣренія Ф. Т. Поповымъ, результаты которыхъ помѣщены въ его диссертациі. Для полученія срѣзовъ мозгъ заключался въ ручной микротомъ Ranvier и замораживался; помощью широкой плоской бритвы дѣлались срѣзы, толщина которыхъ регулировалась микрометрическимъ винтомъ; срѣзы въ послѣдовательномъ порядкѣ распредѣлялись на стекляной пластинкѣ и фиксировались на ней заливкою. Измѣренія можно дѣлать по стеклу, или сначала срисовываются контуры на бумагу, или же фотографируются. Детальное изложеніе метода и его результаты будутъ сообщены впослѣдствіи.
