

наго рода пораженія кожи и ея придатковъ и проч. Эти явленія не всегда возможно объяснить сосудодвигательными разстройствомъ, вызванными верерѣзкой сосудодвигательныхъ волоконъ, проходящихъ въ нервныхъ стволахъ; поэтому принимаютъ, что нервы оказываютъ непосредственное *трофическое* вліяніе на клітки тканей.

ГЛАВА II.

Спеціальная фізіологія движенія.

Фізіологія животнаго движенія составляетъ видную часть частной фізіологіи. Но въ этомъ краткомъ руководствѣ мы вынуждены значительно сократить ея предѣлы и изучить только механизмы передвиженія тѣла въ пространствѣ и образованія звуковъ. По вопросамъ о механикѣ суставовъ и о способѣ дѣйствія каждой мышцы въ отдѣльности нужно обращаться къ учебникамъ анатоміи. Съ другой стороны, всѣ относящіяся сюда данныя физики и механики содержатся въ соответствующихъ главахъ учебниковъ физики, и мы здѣсь только едва коснемся этихъ данныхъ.

1-й отд. — Ходьба.

Различныя кости нашего скелета двигаются благодаря сокращеніямъ мышцъ и являются тѣмъ или другимъ изъ двухъ родовъ рычаговъ, извѣстныхъ въ механикѣ. Въ рычагѣ перваго рода точка опоры находится, какъ извѣстно, между двумя точками приложенія силы; примѣромъ такого рычага можетъ служить положеніе головы на вершинѣ позвоночнаго столба, при чемъ точка опоры лежитъ здѣсь въ сочлененіи атланта съ затылочной костью; съ одного конца рычага дѣйствуетъ тяжесть лица, стремящаяся наклонить голову впередъ, съ другого конца рычага — мышечная тяга затылочныхъ мышцъ. Въ рычагѣ втораго рода обѣ точки приложенія силы лежатъ по одну сторону точки опоры; поднимаясь на цыпочки при помощи икроножныхъ мышцъ, прикрепленныхъ чрезъ Ахиллово сухожилие къ пяточному отростку, мы поднимаемъ грузъ тѣла, дѣйствующій по отвѣсу на голеностопный суставъ; точка опоры лежитъ въ ножныхъ пальцахъ. При каждомъ движеніи тѣла, даже очень простомъ, принимаетъ участіе цѣлый рядъ мышцъ, не только тѣ мышцы, которыя по своему анатомическому положенію стоятъ въ наиболѣе благопріятныхъ для даннаго движенія условіяхъ, но, между прочимъ, и ихъ антагонисты (Дюшеннъ, де Булонь). Такъ, при сгибательныхъ движеніяхъ принимаютъ участіе не только сгибатели, но и разгибатели, и наоборотъ.

Прежде, чѣмъ изслѣдовать мышечныя движенія, имѣющія мѣсто при ходьбѣ и бѣгѣ, скажемъ два слова о равновѣсіи тѣла при стояніи.

I. Стояніе.—Для поддержанія равновѣсія тѣла при стояніи необходимо, чтобы отвѣсная линія, проходящая чрезъ центръ тяжести тѣла, падала внутри площади опоры, каковая у человѣка ограничена линіями, соединяющими концы пальцевъ и пятки. Это достигается благодаря дѣйствию раз-

личныхъ антагоническихъ мышечныхъ группъ. Неподвижность позвоночнаго столба поддерживается благодаря сокращенію спинныхъ мышцъ. Нога удерживается въ вертикальномъ положеніи, главнымъ образомъ, благодаря *m. extensor cruris quadriceps* и икроножнымъ мышцамъ, препятствующимъ сгибанію нижней конечности въ коленномъ и голеностопномъ суставахъ. При стояніи со сдвинутыми ногами туловище всегда колеблется въ большей или меньшей степени, такъ что конецъ вертикали, проходящей чрезъ центръ тяжести, выходитъ изъ границъ площади опоры. Поэтому приходится всегда противодействовать этому сокращеніемъ соответствующихъ мышцъ.

При стояніи на одной ногѣ туловище сгибается такимъ образомъ, что тяжесть его поддерживается только одной ногой, а другая отставлена, немного согнута и поддерживаетъ легкими сокращеніями своихъ мышцъ правильное положеніе центра тяжести; нога, на которой стоять, наоборотъ, остается почти неподвижной и можетъ поэтому долгое время не обнаруживать явленій усталости.

2. Ходьба. — Благодаря графическому методу и хронофотографіи, Маррею удалось очень глубоко анализировать движеніе ходьбы. Первый методъ позволяетъ, привязывая къ стопѣ особую обувь, т. назыв. регистрирующую обувь, записывать тѣ моменты, когда пятка и конецъ пальцевъ касаются почвы. При помощи второго метода, дѣлая рядъ быстро слѣдующихъ другъ за другомъ моментальныхъ фотографій, получаютъ рядъ снимковъ, изображающихъ положеніе членовъ тѣла въ разные моменты ходьбы.

Шагомъ называется періодъ, въ теченіе котораго нижняя конечность, исходя изъ опертаго на почву положенія, продѣлываетъ маятникообразное колебаніе вокругъ тазобедреннаго сустава и вновь возвращается въ опертое положеніе. Характернымъ отличіемъ ходьбы шагомъ является то, что при этомъ тѣло ни на одинъ моментъ не теряетъ связи съ почвой, оставаясь опертымъ или на одну, или на другую ногу. Шагъ раздѣляется на двѣ фазы: въ теченіе первой фазы нога продѣлываетъ колебательное движеніе, и тѣло опирается только на одну ногу (*фаза одиночной опоры*), а въ теченіе второй фазы обѣ ноги стоятъ на почвѣ (*фаза двойной опоры*). Точное изслѣдованіе показываетъ, что при отдѣленіи стопы отъ почвы послѣднимъ отдѣляется конецъ стопы, а при новой постановкѣ ноги пятка приходитъ первая въ соприкосновеніе съ почвой.

Маятникообразное колебаніе ноги происходитъ слѣдующимъ образомъ. Представимъ себѣ, что человекъ стоитъ прямо, и его ноги занимаютъ, слѣдовательно, вертикальное положеніе. При началѣ ходьбы туловище подается впередъ, и это заставляетъ ногу принимать все болѣе и болѣе наклонное положеніе (спереди назадъ и сверху внизъ), наподобіе спицы вертящагося колеса; вращеніе происходитъ въ тазобедренномъ суставѣ; при крайне наклонномъ положеніи пятка отдѣляется отъ почвы, и нога опирается теперь только кончикомъ пальцевъ; въ этотъ моментъ нога слегка сгибается въ коленномъ суставѣ, отдѣляется совершенно отъ почвы, колеблется, какъ маятникъ, сзади напередъ, переходитъ чрезъ вертикаль въ наклонное положеніе сверху внизъ и сзади напередъ; въ послѣдній моментъ этого колебательнаго движенія стопа вновь касается почвы, сперва

пяткой, затѣмъ всей подошвой, и нижняя конечность переходитъ въ вертикальное положеніе (изъ котораго мы исходили), благодаря перемѣщенію туловища; въ этотъ моментъ другая нога отдѣляется отъ почвы, продѣлываетъ такое же движеніе, какъ и первая нога, и т. д. Маятниковобразное колебаніе ноги брата Веберы считали совершенно пассивнымъ. Но опыты Дюшенна и Марей показали, что и здѣсь участвуютъ мышечныя сокращенія. Далѣе, въ моментъ отдѣленія стопы отъ почвы, нога въ силу сокращенія сгибателей даетъ тѣлу болѣе или менѣе сильный толчекъ сзади напередъ (см. рис. 183).

Во время ходьбы тѣло испытываетъ, кромѣ поступательнаго движенія впередъ, разнаго рода колебательныя движенія: 1) колебаніе сверху внизъ и обратно; лонное сочлененіе занимаетъ самое высокое положеніе тогда, когда нога, на которую

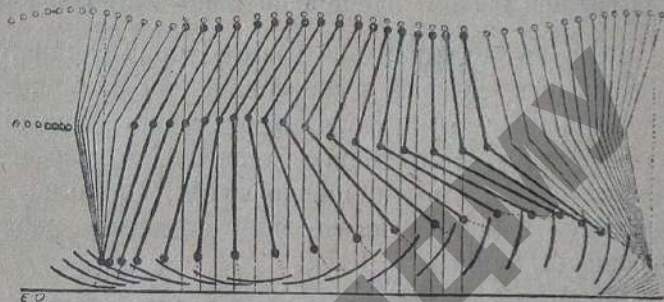


Рис. 183.

Колебательное движеніе ноги при ходьбѣ (Марей).

опирается тѣло, стоитъ вертикально; наиболѣе низкое положеніе лобка соответствуетъ моменту опоры на обѣ ноги; 2) колебаніе справа налѣво къ той ногѣ, на которую въ данный моментъ опирается тѣло; 3) наконецъ тѣло продѣлываетъ вращательное движеніе вокругъ своей оси въ зависимости отъ балансированья руками; верхнія конечности продѣлываютъ при ходьбѣ движенія въ направленіи, противоположномъ движенію соответствующихъ нижнихъ конечностей; такъ, правое плечо благодаря колебанію руки поддается назадъ въ тотъ моментъ, когда правая половина таза движется впередъ вслѣдствіе колебанія правой ноги.

При увеличеніи длины шаговъ продолжительность шага уменьшается, какъ на это впервые указали братья Веберы. Отсюда слѣдуетъ, что быстрота ходьбы зависитъ отъ обоихъ факторовъ.

Механическія явленія при бѣганіи тѣ же самыя, что и при ходьбѣ шагомъ; характернымъ отличіемъ бѣга служить то, что здѣсь въ теченіе короткаго момента тѣло совершенно не касается земли и летитъ на воздухѣ впередъ, вслѣдствіе сильнаго толчка той ноги, на которую оно только что опиралось.

3. Регулярное дѣйствіе нервной системы на локомоторное движеніе.— Движенія, участвующія при стояннн и ходьбѣ, не всегда и не всѣ подчиняются волѣ; болѣею частью это рефлекторныя движенія; они могутъ происходить безо всякаго участія высшихъ психическихъ центровъ, когда вниманіе обращено на другіе предметы, напр., когда на ходу читають газету. Правда, что для регуляціи локомоторныхъ движеній чувственныя раздраженія безусловно необходимы; по этой причинѣ въ механизмѣ локомоторныхъ движеній участвуютъ кожныя ощущенія соприкосновенія и давленія, далѣе ощущенія, идущія отъ связокъ и суставовъ, и несомнѣнно

также тѣ ощущенія, которыя родятся въ самой мышечной ткани. При выполненіи всякаго произвольнаго мышечнаго движенія мы отдаемъ себѣ отчетъ о затрачиваемой силѣ, объ объемѣ и направленіи движенія. Обратное, когда чувствительность, напр., послѣ перерѣзки заднихъ корешковъ угасаетъ, произвольное движеніе, сохраняя обычную силу, теряетъ свойственную ему правильность и точность; это явленіе носитъ названіе *атаксии*. Уже анестезированье подошвы вызываетъ довольно значительныя разстройства походки; это вполне понятно, такъ какъ нормально исходнымъ пунктомъ рефлекса при ходьбѣ является ощущеніе соприкосновенія подошвы съ почвой.

Если къ осязательной анестезіи присоединяется еще и нечувствительность мышцъ, связокъ и сочлененій нижнихъ конечностей, какъ это бываетъ при *tabes*, то некоординированность движеній проявляется особенно рѣзко. У лицъ, страдающихъ атаксией, развивается характерная походка; несмотря на то, что мышцы сохраняютъ во всей полнотѣ свою силу, движенія некоординированы въ силу отсутствія рефлексовъ, регулирующихъ сокращенія мышцъ.

Есть много оснований полагать, что основная роль въ дѣлѣ регуляціи движеній принадлежитъ *мышечному чувству*. Хотя мышцы нечувствительны къ нарушенію цѣлости ихъ ткани (потому что ни разрѣзь, ни прижиганіе мышечнаго вещества не вызываютъ ощущенія боли), повидимому, однако, имъ нужно приписать особую чувствительность, обнаруживающуюся во время сокращенія. Сухожилія, несомнѣнно, содержатъ въ своемъ составѣ нервныя волокна, при раздраженіи которыхъ, напр., ударомъ, соотвѣтствующія мышечныя волокна сокращаются; такъ, ударъ по *ligamentum patellae proprium* вызываетъ сокращеніе четырехглаваго разгибателя бедра (*коленный рефлексъ*). Съ другой стороны, при электрическомъ раздраженіи мышцъ или при судорогахъ въ мышцахъ возникаютъ своеобразныя ощущенія, которыя могутъ достигать степени сильной боли. Существованіе мышечнаго чувства безспорно, и въ высшей степени вѣроятно, что оно при нормальныхъ условіяхъ рефлекторнымъ образомъ регулируетъ сокращенія мышцъ.

Ощущенія, исходяція изъ органовъ чувствъ, напр., зрительныя и слуховыя, также принимаютъ участіе въ регуляціи движеній. Ниже мы убѣдимся, что существуетъ рядъ периферическихъ раздраженій, играющихъ важную роль въ дѣлѣ поддержанія равновѣсія и координаціи движеній: ими являются несомнѣнно тѣ ощущенія, которыя родятся въ ушномъ лабиринтѣ (въ полукружныхъ каналахъ) и передаются къ центральнымъ органамъ, завѣдующимъ поддержаніемъ равновѣсія тѣла, по вестибулярному нерву.

2-й отд.—Голосъ.

Голосъ происходитъ вслѣдствіе колебанія воздуха въ гортани и въ верхнихъ участкахъ дыхательныхъ путей. При изученіи физиологіи голоса нужно отличать тѣ звуки, которые образуются въ гортани, отъ тѣхъ, которые присоединяются къ нимъ вторично и служатъ, главнымъ образомъ, для членораздѣльной рѣчи.

Обнажая гортань у животных или подвергая ее ларингоскопическому изслѣдованію у человѣка (рис. 184 и 185), легко убѣдиться, что гортанный звукъ происходитъ влѣдствіе вибраціи перепончатыхъ складокъ, называемыхъ *голосовыми связками*; голосовыя связки однимъ концомъ прикрѣпляются ко входящему углу щитовиднаго хряща, а другимъ—къ голосовому отростку черпаловидныхъ хрящей; такимъ образомъ голосовыя связки ограничиваютъ узкое трехугольное пространство, называемое *голосовой щелью*. Голосовая щель тянется къзади между черпаловидными хрящами и раздѣляется на двѣ части; передняя носитъ названіе *голосовой части*, задняя называется *дыхательной частью*. Голосовыя связки приводятъ въ колеба-

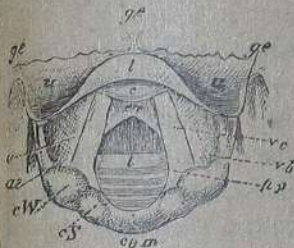


Рис. 184.

Ларингоскопическая картина при вдыханіи.

u—передняя поверхность его; *ge*—язычно-надгортанная складка; *ae*—черпаловидно-надгортанная складка; *cW*—Вриберговъ хрящъ; *cS*—Сауториловъ хрящъ; *com*—между-черпаловидная связка; *ub*—желудочекъ Морганья; *ac*—голосовая связка; *cr*—cartilago cricoidea; *t*—гортанные хрящи, видимые черезъ сильно расширенную голосовую щель.

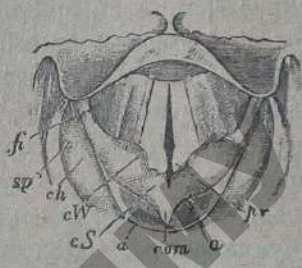


Рис. 185.

Ларингоскопическая картина во время фонатіи.

a—задняя поверхность черпаловидныхъ хрящей; *pv*—голосовой отростокъ; *fi*—безымянная ямка; *sp*—подъязычная ямка; *ch*—рожекъ подъязычной кости.

ніе токомъ воздуха во время выдыханія; ихъ можно поэтому сравнить съ язычками духовыхъ инструментовъ. Мы изучимъ сначала характеръ и общія свойства гортанныхъ мышцъ и нервной системы въ образованіи голоса.

§ 1.—Образованіе звука въ гортани.

1. Характеръ гортаннаго звука.—Сила голоса зависитъ отъ амплитуды колебанія голосовыхъ связокъ, слѣдовательно, отъ объема и силы выдыханія. Высота гортаннаго звука зависитъ отъ числа колебаній голосовыхъ связокъ въ единицу времени; она зависитъ отъ напряженія голосовыхъ связокъ и отъ длины той ихъ части, которая приходитъ въ колебаніе. Такъ какъ высота тона прямо пропорціональна натяженію голосовыхъ связокъ и обратно пропорціональна ихъ длинѣ, очевидно, что гортанный тонъ будетъ тѣмъ выше, чѣмъ короче голосовыя связки и чѣмъ болѣе онѣ напряжены. Напряженіе голосовыхъ связокъ осуществляется благодаря сокращенію извѣстныхъ мышцъ; длина вибрирующей части ихъ мѣняется благодаря тому, что та и другая связка касаются другъ друга въ различныхъ пунктахъ, и въ этихъ пунктахъ образуются узлы, совершенно такъ, какъ мы образуемъ узлы, прикладывая палецъ къ различнымъ пунктамъ звучащей струны. Таковъ механизмъ образованія голоса при иѣнн *фальцетомъ* (*горловымъ голосомъ*) въ отличіе отъ *груднаго голоса*, при которомъ вибрируютъ не только голосовыя связки, но и грудныя стѣнки. Но и во всѣхъ случаяхъ голосовыя связки могутъ вибрировать только тогда, когда онѣ достаточно сближены между собой; такимъ образомъ голосовая щель суживается, и сила воздушнаго тока увеличивается. *Сближеніе* голосовыхъ свя-

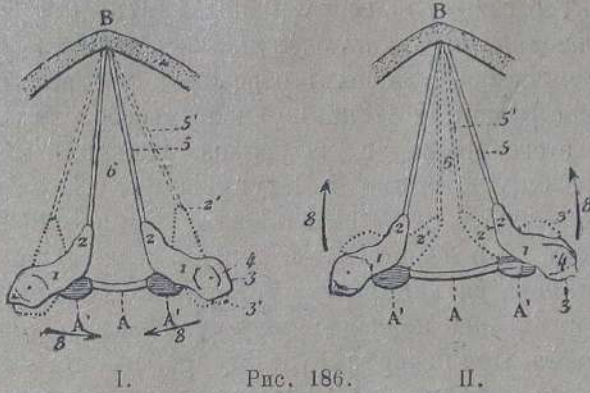
зокъ и *напряженіе* ихъ—таковы два условія, безусловно необходимыя для образованія звука въ гортани. Далѣе, при высокихъ звукахъ гортань поднимается, при низкихъ, наоборотъ, опускается.

Такъ какъ естественная длина голосовыхъ связокъ мѣняется смотря по возрасту, полу и индивидуальности, очевидно, что высота голоса бываетъ очень измѣнчива. У дѣтей онъ очень высокъ; къ зрѣлому возрасту голосъ рѣзко мѣняется, грубѣетъ (*переломъ голоса*); размѣры гортани увеличиваются, и щитовидный хрящъ начинаетъ сильно выдаваться впередъ (*Адамово яблоко*); очевидно, это развитіе гортани состоитъ въ связи съ развитіемъ половыхъ органовъ; у мужчинъ, кастрированныхъ въ дѣтствѣ, голосъ сохраняетъ дѣтскій характеръ вплоть до старости (сопрано, напр., у евнуховъ). Развитіе гортани въ періодъ половой зрѣлости особенно ясно выражено у мужчинъ; у женщинъ гортань сохраняетъ прежніе размѣры, и голосъ остается высокимъ. Кромѣ того, высота голоса мѣняется съ индивидуальностью, вслѣдствіе чего различаютъ *басовый, баритонный* голосъ, *теноръ, сопрано* и проч. Но какъ бы ни было, объемъ голоса (т. е. разстояніе между самой низкой и самой высокой нотой, которую можетъ брать данное лицо) остается почти постояннымъ; обычно онъ охватываетъ двѣ, рѣдко 3 октавы.

Что касается *тембра* голоса, онъ зависитъ, по Гельмгольцу, отъ числа и характера *гармоническихъ обертоновъ*, сопровождающихъ *основной тонъ*. Какъ всякій вообще язычекъ, вибрирующая голосовая связка, кромѣ основного тона, производитъ еще рядъ высшихъ гармоническихъ тоновъ. Отъ этого зависитъ тембръ гортаннаго звука. Но тембръ этотъ усиливается или даже измѣняется вслѣдствіе усиленія нѣкоторыхъ обертоновъ (путемъ резонанса) въ полостяхъ, лежащихъ выше гортани и дѣйствующихъ, какъ резонаторы (желудочки гортани, глотка, носовая и ротовая полости).

2. Дѣйствіе гортанныхъ мышцъ во время фонаціи.—Однѣ изъ гортанныхъ мышцъ вызываютъ сближеніе или удаленіе другъ отъ друга голосовыхъ связокъ, другія служатъ для втяженія ихъ. Къ первой категоріи принадлежатъ три мышцы: одна непарная *m. ary-arytaenoideus*; двѣ другія парныя: *m. crico-arytaenoideus posterior* и *lateralis*. *M. ary-arytaenoideus* при своемъ сокращеніи притягиваетъ другъ къ другу черпаловидные хрящи и такимъ образомъ суживаетъ голосовую щель на всемъ ея протяженіи. Двѣ другія мышцы прикрѣпляются неподвижнымъ концомъ на *cart. cricoidea*, подвижнымъ—на мышечномъ отросткѣ черпаловиднаго хряща; притягивая этотъ отростокъ кнутри (*crico-arytaenoid. poster.* или кнаружи (*crico-arytaen. lateral.*), эти мышцы вращаютъ основаніе черпаловиднаго хряща въ его сочлененіи съ *cartil. cricoidea*, такъ что *processus vocalis*, къ которому прикрѣплены голосовыя связки, движется въ обратномъ смыслѣ (см. рис. 186). Изъ этого слѣдуетъ, что *m. c.-arytaenoideus lateralis* суживаетъ голосовую щель, и, слѣдовательно, работаетъ во время фонаціи, а *m. crico-arytaen. posterior* расширяетъ голосовую щель, т. е. работаетъ при простомъ дыханіи. При параличѣ *mm. crico-arytaen. lateralia* сближеніе голосовыхъ связокъ сильно затрудняется, и вслѣдствіе этого голосъ измѣняется; наоборотъ, параличъ *mm. crico-arytaenoid. posteriorum* препятствуетъ расширенію голосовой щели и сильно затрудняетъ дыханіе.

Натяженіе голосовыхъ связокъ производится двумя парными мышцами: *m. crico-thyreoideus* и *m. thyreo-arytaenoideus*. *M. crico-thyreoideus* вращаетъ



I. Схема дѣйствія расширителя голосовой щели или абдуктора голосовыхъ связокъ, *m. crico-arytaenoidei posterioris* (По Тестю).

II. Схема дѣйствія констриктора голосовой щели или аддуктора голосовыхъ связокъ, *m. crico-arytaenoidei lateralis* (По Тестю).

I. — В — щитовидный хрящъ; А, А' — cart. cricoidea; 1 — с. arytaenoidea; 2 — голосовой отростокъ; 2' — оный же, отведенный, 3 — мышечный отростокъ; 3' — оный же, повернутый внутри вслѣдствіе сокращенія *m. crico-arytaenoidei posterioris*; 8 — стрѣлка, указывающая направленіе тяги этого мускула; 4 — точка вращенія черпаловиднаго хряща; 5, 5' — голосовыя связки; 6 — голосовая щель; при движеніи мышечнаго отростка ввутьрь, по направленію стрѣлки (8), голосовой отростокъ движется внаружи отъ 2 въ 2', а голосовыя связки раздвигаются изъ положенія 5 въ положеніе 5'.

II. — Мышечный отростокъ движется по направленію, указанному стрѣлкой (8), а голосовой отростокъ переходитъ изъ положенія 2 въ положеніе 2', и голосовыя связки сближаются, переходя изъ 5 въ 5'.

щитовидный хрящъ книзу, такъ что передній конецъ голосовыхъ связокъ слегка удаляется отъ задняго конца ихъ; вслѣдствіе этого голосовыя связки нѣсколько натягиваются (см. рис. 187). *M. thyreo-arytaenoideus* представляетъ собой голосовую мышцу *par excellence*; онъ расположенъ въ самой ткани голосовыхъ связокъ, которыя и состоятъ, главнымъ образомъ, изъ этой мышцы да изъ эластической связки, расположенной болѣе поверхностно, подъ слизистой оболочкой. Разсматриваемая мышца прикрѣпляется однимъ концомъ къ внутренней поверхности щитовиднаго хряща, въ его углу, а другимъ — къ головному отростку; вслѣдствіе этого при сокращеніи *m. thyreo-arytaenoidei* щитовидный хрящъ наклоняется назадъ, и голосовыя связки укорачиваются. Но когда щитовидный хрящъ фиксированъ неподвижно въ силу сокращенія *m. crico-arytaenoidei*, тогда *m. thyreo-arytaenoideus* служитъ, главнымъ образомъ, для натяженія голосовыхъ связокъ, придавая ихъ ткани необходимую для вибрацій упругость; далѣе, нѣкоторыя волокна этой мышцы прикрѣпляются въ различныхъ пунктахъ къ эластической связкѣ, входящей въ составъ *chordae vocales*, и могутъ при своемъ сокращеніи вызывать образованіе въ этихъ пунктахъ узловъ. Параличъ двухъ описанныхъ мышцъ вызываетъ потерю голоса; изолированный параличъ *m. crico-thyreoidei* обуславливаетъ только нѣкоторую хрипоту, которую можно

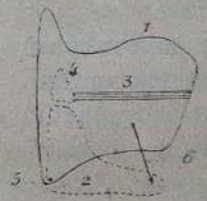


Рис. 187. Схема дѣйствія *m. crico-thyreoidei*.

1. — щитовидный хрящъ въ профилѣ. 2 — с. cricoidea. 3 — голосовая связка. 4 — с. arytaenoidea. 5 — сочлененіе маленькаго рожка щитовиднаго хряща съ с. cricoidea. 6 — стрѣлка, указывающая направленіе тяги *m. crico-thyreoidei* (с. thyreoidea приближается къ cart. cricoidea, вращаясь вокругъ точки 5).

устранить, замѣняя нормальную функцію этой мышцы искусственнымъ опусканіемъ щитовиднаго хряща, надавливая на Адамово яблоко снаружи.

3. Иннервація гортани.—Къ гортани подходятъ двѣ вѣтви блуждающаго нерва: *верхнегортанный* и *нижнегортанный* или *возвратный нервъ*. *N. laryngeus superior* является, главнымъ образомъ, чувствительнымъ нервомъ, онъ снабжаетъ чувствующими вѣтвями слизистую оболочку гортани; однако, маленькая вѣтка этого нерва, *n. laryngeus externus*, иннервируетъ *m. crico-thyreoideus*. Послѣ перерѣзки *n. laryngei superioris* эта мышца парализуется, и гортань теряетъ чувствительность; кашлевой рефлексъ становится невозможнымъ, и вслѣдствіе этого инородныя тѣла проникаютъ въ гортань; голосъ становится хриплымъ. Всѣ прочія мышцы гортани иннервируются *нижнегортаннымъ* нервомъ; поэтому параличъ этого нерва вызываетъ *полную афонію*. При перерѣзкѣ *n. laryngei inferioris* съ одной стороны голосъ не пропадаетъ совсѣмъ, но дѣлается очень хриплымъ. Въ клиникѣ при параличѣ возвратнаго нерва наблюдаютъ иногда изолированные параличи суживателей или расширителей гортани. По Кл. Бернару, двигательныя волокна гортанныхъ нервовъ входятъ въ нихъ не изъ блуждающаго, а изъ Виллизіева нерва. Послѣдній при выходѣ изъ черепа дѣлится на двѣ вѣтви: *внутреннюю*, которая тотчасъ же соединяется съ блуждающимъ нервомъ и передаетъ ему двигательныя волокна для гортанныхъ мышцъ, и *наружную*, иннервирующую грудинно-ключично-сосковую и трапецевидную мышцу (эти мышцы получаютъ также вѣтви изъ шейнаго сплетенія). Двѣ послѣднія мышцы косвенно участвуютъ въ фонаціи; онѣ поддерживаютъ грудную клѣтку въ положеніи вдоха; такимъ образомъ, спаденіе грудной клѣтки происходитъ очень постепенно, и названныя мышцы регулируютъ выходъ воздуха изъ грудной полости, что необходимо, напр., при продолжительномъ пѣвѣи какого нибудь звука. Слѣдоват., Виллизіевъ нервъ является голосовымъ нервомъ *par excellence*, такъ какъ онъ не только иннервируетъ гортань, но также отчасти регулируетъ дѣйствіе легочнаго мѣха. При экстирпаціи корешковъ Виллизіева нерва обѣ его функціи исчезаютъ: голосъ пропадаетъ, а животное обнаруживаетъ характерные признаки одышки. Натуживанье также становится невозможнымъ, такъ какъ оно требуетъ сильнаго замыканія голосовой щели. Замѣтимъ еще, что *m. sternocleidomastoideus* и *trapezius* больше другихъ мышцъ участвуютъ въ мимическихъ движеніяхъ головы; поэтому Виллизіевъ нервъ можно назвать *мимическимъ нервомъ*.

Кл. Бернарь предполагаетъ, что часть волоконъ, иннервирующихъ гортанныя мышцы, происходитъ отъ блуждающаго нерва, но эти волокна завѣдуютъ лишь тѣми движеніями, которыя участвуютъ не въ фонаціи, а въ дыханіи. Голосовая щель во время вдоха расширяется, во время выдоха суживается; послѣ перерѣзки возвратныхъ нервовъ голосовыя связки сближаются и препятствуютъ прохожденію тока воздуха; у взрослыхъ животныхъ при этомъ все таки остается проходъ для воздуха, и дыханіе продолжается безъ видимаго затрудненія. Но дѣло происходитъ иначе у молодыхъ животныхъ, голосовая щель которыхъ еще недостаточно развита; у нихъ парализованныя голосовыя связки образуютъ пробку, закупоривающую гортань; поэтому такія животныя, если имъ нѣ сдѣлана трахеотомія,

погибають отъ задушенія. Итакъ, по Кл. Бернару, блуждающій и Виллизіевъ нервъ можно считать антагонистами: первый завѣдуетъ обычнымъ, произвольнымъ дыханіемъ; второй—усиленнымъ, произвольнымъ дыханіемъ, необходимымъ для фонаціи и для патуживанія.

Какъ бы ни было, несомѣнно, что гортань иннервируется изъ двухъ центровъ, дыхательнаго и голосоваго. Первый находится въ связи съ дыхательнымъ центромъ продолговатаго мозга и работаетъ, главнымъ образомъ, по рефлексу, хотя мы и можемъ вліять по произволу на дыхательныя движенія. Наоборотъ, иннервація голоса сознательная, она родится въ нервномъ центрѣ, расположенномъ въ мозговой корѣ: корковый центръ гортани, расположенный въ основаніи восходящей лобной извилины. Отходящія оттуда волокна направляются въ продолговатый мозгъ и управляютъ двигательнымъ центромъ гортани, лежащимъ въ ядрѣ Виллизіева перва.

§ 2.—Рѣчь.

Гортань сама по себѣ можетъ издавать звуки различной высоты, но всегда одного и того же тембра. Рѣчь же состоитъ изъ ряда звуковъ очень различнаго тембра. Измѣненія тембра гортаннаго звука происходятъ въ верхней части дыхательныхъ путей, въ глоткѣ, въ носовой и ротовой полости. Рѣчь состоитъ изъ *гласныхъ* и *согласныхъ* звуковъ.

1. Гласные звуки.—Гласные звуки представляютъ собой, согласно изслѣдованіямъ Гельмгольца и Дондерса, музыкальные тоны, возникающіе въ гортани; нѣкоторые изъ ихъ обертоновъ усиливаются въ глоткѣ и во рту, какъ въ резонаторахъ; благодаря подвижности стѣнокъ, эти полости могутъ мѣнять форму и объемъ при произнесеніи той или другой гласной. Такъ, при низкихъ гласныхъ, *о* и *у*, надгортанная труба удлинняется благодаря вытягиванію губъ и опусканію гортани, и въ то же самое время она расширяется въ поперечномъ размѣрѣ; наоборотъ, при произнесеніи высокихъ гласныхъ (*і*) резонирующая полость суживается и укорачивается благодаря движенію губъ кзади и поднятію гортани. При послѣдовательномъ произнесеніи гласныхъ *у*, *ю*, *о*, *а*, *е*, и резонирующая полость постепенно уменьшается. Движенія языка, большее или меньшее раскрываніе рта, движенія мягкаго неба, открывающія болѣе или менѣе свободный выходъ воздуху черезъ носовыя полости—все эти движенія также принимаютъ участіе при произнесеніи гласныхъ.

2. Согласные звуки.—Въ основѣ согласныхъ лежатъ *шумы*, возникающіе въ разныхъ узкихъ частяхъ резонирующей полости; сами по себѣ эти шумы неуловимы и могутъ быть произнесены только вмѣстѣ съ гласной. Смотря по тому, возникаютъ ли эти шумы въ губахъ, надъ языкомъ или въ глоткѣ, согласныя раздѣляются на губныя, язычныя и гортанныя; въ каждой изъ этихъ группъ отличаютъ еще нѣсколько категорій (шляпныя и проч.), смотря по характеру звука.

ГЛАВА III.

Физиологія нервныхъ центровъ.

Мы изучимъ функцію нервныхъ центровъ въ порядкѣ ихъ постепеннаго усложненія: сначала спинной мозгъ, затѣмъ продолговатый, средний и большой мозгъ. Общія замѣчанія, касающіяся физиологіи нервныхъ клѣтокъ, даны выше. Поэтому мы обратимся непосредственно къ частной физиологіи спинного мозга.

1-й отд.—Спинной мозгъ.

Макроскопически спинной мозгъ состоитъ изъ центрального сѣраго вещества, одѣлаго слоемъ бѣлаго мозгового вещества. Бѣлое вещество состоитъ изъ мякотныхъ нервныхъ волоконъ; сѣрое—изъ нервныхъ клѣтокъ и безмякотныхъ волоконъ (сѣтъ протоплазматическихъ отростковъ клѣтокъ). На разрѣзѣ сѣрое вещество имѣетъ форму буквы Н, двѣ парныя

вѣтки которой изображаются передними и задними рогами, расположенными симметрично въ двухъ половинахъ спинного мозга, а непарную поперечную черточку представляетъ собой сѣрая коммиссура.

Передніе корешки спинномозговыхъ нервовъ *выходятъ* изъ мозга на уровнѣ головки переднихъ роговъ, задніе *входятъ* въ мозгъ на уровнѣ головки заднихъ роговъ (рис. 188). Въ составъ спинномозговыхъ нейроновъ входятъ двоякаго рода клѣтки: 1) клѣтки съ короткимъ и 2) клѣтки съ длиннымъ невритомъ. Пер-

вые (*клетки Гольджи*) выслаютъ свой невритъ въ сѣрое вещество, гдѣ онъ и развѣтвляется; этого рода клѣтки сосредоточены въ заднемъ рогѣ. Клѣтки съ длиннымъ невритомъ раздѣляются на двѣ категоріи: 1) *клетки корешковъ* и 2) *клетки столбовъ*; эти категоріи отлича-

ются другъ отъ друга въ томъ отношеніи, что первая выслаетъ свои невриты въ передніе корешки, вторая—въ бѣлые столбы спинного мозга.

Корешковые клѣтки расположены въ переднихъ рогахъ сѣраго вещества (рис. 189, а); онѣ многоугольной или звѣздообразной формы и довольно значительныхъ размѣровъ; ихъ сильно развитые дендриты развѣтвляются во всѣ стороны, а невритъ идетъ прямо кнаружи и переходитъ въ осевой цилиндръ передняго корешка. Клѣтки столбовъ, по общему правилу, меньше предыдущихъ; онѣ разбѣяны по всему сѣрому веществу; ихъ невритъ выходитъ изъ сѣраго вещества въ бѣлое и здѣсь дѣлаетъ изгибъ, принимая продольное направленіе и идя дальше вверхъ или внизъ въ составѣ

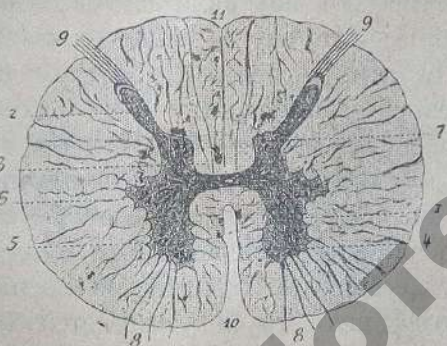


Рис. 188.

Поперечный разрѣзъ спинного мозга челоѣка (грудная область), на которомъ видно распределеніе бѣлаго и сѣраго вещества.

1—передніе рога. 2—задніе рога. 3—сѣрая коммиссура съ каналомиъ эпидимы. 4—передне-внутреннее ядро. 5—передне-наружное ядро. 6—латеральное ядро. 7—ядро Штиллинга (Бларковъ столбъ). 8—передніе корешки; 9—задніе корешки. 10—передняя срединная борозда спинного мозга. 11—задняя срединная борозда.

Корешковые клѣтки расположены въ переднихъ рогахъ сѣраго вещества (рис. 189, а); онѣ многоугольной или звѣздообразной формы и довольно значительныхъ размѣровъ; ихъ сильно развитые дендриты развѣтвляются во всѣ стороны, а невритъ идетъ прямо кнаружи и переходитъ въ осевой цилиндръ передняго корешка. Клѣтки столбовъ, по общему правилу, меньше предыдущихъ; онѣ разбѣяны по всему сѣрому веществу; ихъ невритъ выходитъ изъ сѣраго вещества въ бѣлое и здѣсь дѣлаетъ изгибъ, принимая продольное направленіе и идя дальше вверхъ или внизъ въ составѣ

соответствующаго пучка; обычно невритъ этихъ клѣтокъ дѣлится на двѣ части, восходящую и нисходящую. Пройдя болѣе или менѣе значительное пространство внутри бѣлаго вещества, онъ возвращается въ сѣрое вещество.

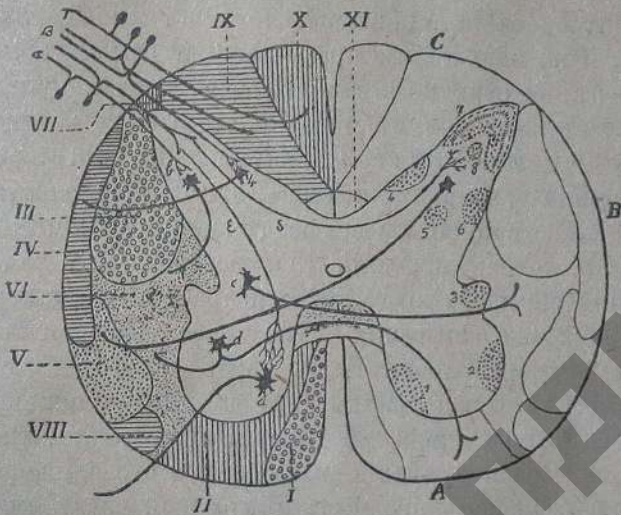


Рис. 189.

Схематическій поперечный разрѣвъ спинного мозга.

А—передній столбъ; В—боковой столбъ; С—задній столбъ; D—передній корешокъ; I—прямой пирамидный путь; II—основной пучокъ передняго столба; III—перекрестный пирамидный путь; IV—прямой мозжечковый пучокъ; V—пучокъ Говерса; VI—пограничный пучокъ бокового столба; VII—зона Лиссауера; VIII—fasciculus vestibulospinalis; IX—Бурдаховъ пучокъ; X—Голлери пучокъ; XI—вентральная часть задняго столба.

Въ лѣвой половинѣ рисунка въ сѣромъ веществѣ изображены различныя типы клѣтокъ спинного мозга; *a*—корешковая клѣтка, *b*, *c*, *d*—клетки столбовъ. Въ правой половинѣ намѣчены группы клѣтокъ 1, 2, 3 и т. д.

α , β , γ —волокна заднихъ корешковъ; δ —коммиссуральная коллатераль; ϵ —рефлекторная коллатераль.

ство и развѣтвляется здѣсь, образуя конечное дерево, приходящее въ соприкосновение съ дендритами другой клѣтки; но еще проходя въ столбахъ бѣлаго вещества, невритъ столбовыхъ клѣтокъ отдаетъ коллатерали, отдѣляющіяся отъ главнаго ствола подъ прямымъ угломъ и входящія на разныхъ высотахъ въ сѣрое вещество. Такимъ образомъ клѣтки столбовъ служатъ для соединенія различныхъ этажей спинного мозга и образуютъ нѣчто въ родѣ продольной коммиссуры; онѣ же служатъ для соединенія спинного мозга съ вышележащими частями центральной нервной системы. Невритъ столбовой клѣтки или остается на той же сторонѣ спинного мозга (рис. 189, *b*), или переходитъ въ бѣлые столбы другой половины (*c*), или, наконецъ, одинъ его отростокъ остается на той же сторонѣ, а другой переходитъ на противоположную сторону (*d*).

Большая часть нервныхъ клѣтокъ сближаются другъ съ другомъ и образуютъ на поперечныхъ разрѣзахъ спинного мозга изолированныя группы или ядра, а на продольныхъ разрѣзахъ эти ядра сливаются въ столбы. Въ переднемъ рогѣ различаютъ внутреннюю (1) и наружную (2) группу, въ

боковымъ рогъ (3) отмѣчаютъ группу столбовыхъ клѣтокъ, образующую боковой или *промежуточный столбъ*. Въ заднемъ рогѣ слѣдуетъ отличать, во-первыхъ, важную группу клѣтокъ, расположенную у основанія и на внутреннемъ краю этого рога, это т. назыв. *клетки Кларковыхъ столбовъ* (4); далѣе, посрединѣ основанія задняго рога лежитъ группа *срединныхъ клѣтокъ Вальдейера* (5), а на наружномъ краю—группа *боковыхъ клѣтокъ Бехтерева* (6). Наконецъ, на верхушкѣ задняго рога лежитъ группа клѣтокъ, образующая фигуру въ видѣ полумѣсяца, охватывающаго конецъ задняго рога; это—*желатинозная субстанція Роландо* (7); на вогнутой сторонѣ полумѣсяца расположена группа маленькихъ клѣтокъ (8) или *ядро головки* (Вальдейеръ).

Бѣлое вещество спинного мозга раздѣляется входящими и выходящими корешками на 3 столба: передній (А), боковой (В) и задній (С). Но для изученія функціи спинного мозга такое подраздѣленіе далеко недостаточно. Доказано, что волокна, имѣющія одинаковое физиологическое значеніе, сгруппированы внутри столбовъ въ пучки; поэтому бѣлые столбы спинного мозга можно раздѣлить на участки, обладающіе различной функціей. Это распредѣленіе сдѣлано на рис. 189. Ниже мы укажемъ, на какомъ основаніи производится такое распредѣленіе, и разберемъ его ближе.

Послѣ перерѣзки спинного мозга въ грудной части, туловища и конечности ниже мѣста перерѣзки парализуются (*паралегія*) и теряютъ чувствительность (*анэстезія*). Животное не можетъ двигать мышцами парализованныхъ участковъ, оно не чувствуетъ боли при самыхъ сильныхъ раздраженіяхъ кожи или чувствительныхъ нервовъ пораженной области. Слѣдовательно, спинной мозгъ является проводникомъ для центробѣжныхъ и центростремительныхъ импульсовъ, образуя соединительное звено между высшими центрами и периферіей.

Во всякомъ случаѣ, хотя перерѣзка спинного мозга и ведетъ къ потерѣ произвольныхъ движеній и сознательныхъ ощущеній, однако, нельзя утверждать, что послѣ перерѣзки пропадаетъ вообще всякое движеніе и всякая чувствительность. Въ самомъ дѣлѣ, если въ этихъ условіяхъ ущипнуть слегка кожу задней конечности, нога отдергивается въ силу сокращенія ея мышцъ; въ этомъ случаѣ периферическое раздраженіе передается спинному мозгу и превращается здѣсь въ двигательную реакцію; это—*рефлекторный актъ*, въ происхожденіи котораго ни воля, ни сознаніе не принимаютъ никакого участія. Въ этомъ актѣ участвуетъ чувствительность спинного мозга, но эта чувствительность—безсознательная; воспріятіе ощущеній составляетъ функцію высшихъ центровъ. Эта спинномозговая чувствительность обнаруживается въ рабочей реакціи, напримѣръ, въ сокращеніи мышцы. Слѣдов., спинному мозгу присуще значеніе нервнаго центра. Вслѣдствіе всего вышесказаннаго мы можемъ совершенно естественно подраздѣлить функціи спинного мозга, рассматривая этотъ органъ сперва, какъ проводникъ нервныхъ импульсовъ, а затѣмъ—какъ нервный центръ.

§ 1.—Значеніе спинного мозга, какъ проводника.

Замѣтимъ прежде всего, что передніе корешки содержатъ двигательныя, а задніе—чувствующія волокна; мы постараемся далѣе прослѣдить ходъ тѣхъ и другихъ внутри спинного мозга.

А) Корешки спинномозговыхъ нервовъ.

Передніе корешки—двигательные и проводятъ раздраженіе отъ центра къ периферіи, задніе—чувствующіе и проводятъ раздраженія въ центро-стремительномъ направленіи. Такъ гласитъ *законъ*, приписываемый обычно *Белло*, хотя *Мажанди* первый доказалъ его вполне точнымъ образомъ. Функція корешковъ доказывается путемъ ихъ перерѣзки и раздраженія.

1. Перерѣзка корешковъ.—Перерѣзка передняго корешка вызываетъ двигательный параличъ въ ограниченной области, соответствующей области распредѣленія этого корешка. Волокна переднихъ корешковъ состоятъ изъ невритовъ большихъ корешковыхъ клѣтокъ передняго рога, которые и являются для нихъ трофическимъ центромъ; поэтому послѣ перерѣзки корешка перерождается периферическій конецъ его волоконъ, а центральный остается нетронутымъ (рис. 191).

Перерѣзка задняго корешка уничтожаетъ чувствительность въ соответствующей области. Волокна заднихъ корешковъ состоятъ изъ невритовъ биполярныхъ клѣтокъ межпозвоночныхъ узловъ; невриты этихъ клѣтокъ

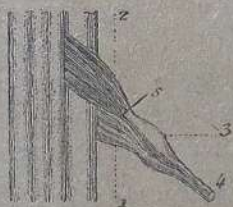


Рис. 190.



Рис. 191.

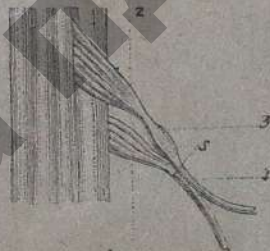


Рис. 192.

Направленіе, въ которомъ идетъ перерожденіе при перерѣзкѣ корешковъ.

Рис. 190. Перерѣзка задняго корешка.

Рис. 191. Перерѣзка передняго корешка.

Рис. 192. Перерѣзка смѣшаннаго нервнаго ствола.

1—передній корешокъ, 2 задній корешокъ; 3—межпозвоночный узелъ; 4—смѣшанный нервъ; S—мѣсто разрѣза.

входятъ въ мозгъ и здѣсь вступаютъ въ соприкосновеніе съ нервными клѣтками спинного мозга на болѣе или менѣе далекомъ разстояніи отъ мѣста вхожденія въ мозгъ. Трофическимъ центромъ заднихъ корешковъ являются клѣтки межпозвоночныхъ узловъ; въ силу этого, послѣ перерѣзки заднихъ корешковъ периферическій конецъ чувствующаго волокна сохраняетъ цѣлость, а центральный конецъ, идущій къ мозгу, перерождается внутри спинного мозга на болѣе или менѣе значительномъ протяженіи, соответ-ственно своей длинѣ (рис. 190).

Если на одной сторонѣ перерѣзать всѣ передніе корешки, а съ противоположной стороны—всѣ задніе корешки, мы получимъ въ одной половинѣ тѣла параличъ движенія безъ анестезіи, а въ другой половинѣ—анестезію безъ двигательнаго паралича.

2. Раздраженіе корешковъ.—Раздраженіе передняго корешка вызываетъ сокращеніе въ строго опредѣленной группѣ мышцъ; раздраженіе задняго корешка вызываетъ распространенную двигательную реакцію, указывающую на то, что животное испытываетъ при этомъ боль (крикъ, рѣзкія дви-

жения). Если раздражать концы перерезанных корешков, то въ переднемъ корешкѣ раздраженіе периферическаго конца вызываетъ соответствующія движенія, а раздраженіе центрального конца не даётъ никакой реакціи; для задняго корешка имѣетъ силу противоположное правило. Следовательно, передній корешокъ состоитъ изъ двигательныхъ центробѣжныхъ волоконъ, а задній—изъ чувствительныхъ центростремительныхъ волоконъ.

Однако, нѣкоторые опыты надъ млекопитающими, повидимому, опровергаютъ законъ Белля—Мажанди, такъ какъ здѣсь при раздраженіи переднихъ корешковъ получаютъ не только двигательную, но и чувствительную реакцію. Однако, Кл. Бернарь показалъ, что эта возвратная чувствительность зависитъ отъ примѣси къ переднему корешку чувствительныхъ волоконъ, которыя затѣмъ кружнымъ путемъ черезъ задній корешокъ входятъ въ спинной мозгъ. Эти волокна вступаютъ въ спинной мозгъ не прямо чрезъ передній корешокъ; сперва они направляются къ периферіи въ стволъ смѣшаннаго нерва и затѣмъ, продѣлавши болѣе или менѣе длинный обратный ходъ, изгибаются и входятъ въ мозгъ черезъ задній корешокъ (рис. 193).

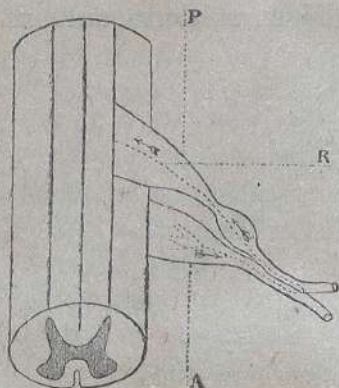


Рис. 193.

Схема возвратной чувствительности.

А—передній, Р—задній корешокъ,
B—возвратное волокно.

Поэтому чувствительность переднихъ корешковъ называется *возвратной чувствительностью*. Изъ изложенныхъ отношеній ясно, что чувствительными свойствами обладаетъ не центральный, а периферическій конецъ перерезаннаго передняго корешка, и что послѣ перерѣзки задняго корешка передній теряетъ свою чувствительность. Кл. Бернарь показалъ, что возвратная чувствительность исчезаетъ и послѣ перерѣзки смѣшаннаго нерва и притомъ даже на далекомъ разстояніи отъ мѣста слиянія обоихъ корешковъ; это доказываетъ, что изгибъ возвратныхъ волоконъ можетъ происходить далеко на протяженіи смѣшаннаго нерва.

Возвратная чувствительность свойственна не только переднимъ корешкомъ, она представляетъ явленіе чрезвычайно общее. На периферіи нервы анастомозируютъ другъ съ другомъ и обмѣниваются волокнами, которыя, продѣлавъ обратный ходъ, направляются на большую или меньшую высоту вверхъ въ нервный стволъ.

Итакъ, двигательныя волокна выходятъ изъ спинного мозга чрезъ передніе корешки; всѣ чувствительныя волокна входятъ въ мозгъ чрезъ задніе корешки. Чувствительность переднихъ корешковъ находится лишь въ *мнимомъ противорѣчii* съ закономъ Белля, такъ какъ чувствительныя волокна этихъ корешковъ, какъ и всѣ прочія центростремительныя волокна, входятъ въ спинной мозгъ чрезъ задніе корешки.

Есть, однако, *дѣйствительное исключеніе* изъ закона Белля. Небольшое количество центробѣжныхъ двигательныхъ волоконъ, выходящихъ изъ нервныхъ клѣтокъ, которыя лежатъ въ сѣромъ веществѣ спинного мозга, покидаютъ спинной мозгъ чрезъ задніе корешки. Но волокна эти не предназначены для скелетныхъ мышцъ; чрезъ симпатическій нервъ они напра-

вляются къ органамъ растительной жизни; это сосудодвигательныя и трофическія волокна.

В) Проводящіе пути спинного мозга.

Для разрѣшенія труднаго вопроса о проводящихъ путяхъ спинного мозга пользовались различными методами: методомъ частичныхъ перерѣзокъ и раздраженій, подкрѣпляемымъ анатомопатологическими и клиническими данными, и методомъ анатомическимъ, основаннымъ на изученіи въ серіи послѣдовательныхъ микроскопическихъ сѣзковъ хода развитія и перерожденія нервныхъ волоконъ. Сначала мы попытаемся опредѣлить ходъ двигательныхъ и чувствительныхъ путей на основаніи данныхъ, полученныхъ по первому методу; вторымъ методомъ мы воспользуемся для дополненій и обобщеній физиологическихъ данныхъ.

1. Проведеніе двигательныхъ импульсовъ.—Вѣрные столбы спинного мозга реагируютъ на всѣхъ обычныхъ раздражителей нервовъ, но особенно они чувствительны къ механическому раздраженію. Что касается сѣраго вещества, до послѣдняго времени его считали невозбудимымъ совершенно; но въ настоящее время доказано, что нервныя кѣтки переднихъ роговъ раздражаются механически (уколомъ). При раздраженіи переднебоковыхъ столбовъ спинного мозга, въ опредѣленныхъ мышечныхъ группахъ наблюдаются сокращенія; но этотъ результатъ можетъ зависѣть отъ распространенія раздраженія на передніе корешки. Однако, слѣдующій опытъ Вюльмана говоритъ въ пользу прямой возбудимости переднебоковыхъ столбовъ. Перерѣзавши на извѣстномъ протяженіи спинного мозга (5—6 сантим.) всѣ передніе и задніе корешки, продольнымъ разрѣзомъ отдѣляютъ переднебоковую столбъ отъ его связей, такъ что онъ образуетъ ленту, соединенную со спиннымъ мозгомъ только въ верхней и нижней части; послѣ этого даютъ животному успокоиться, чтобы прошли задерживающія вліянія травматическаго шока, и затѣмъ раздражаютъ механически изолированный пучокъ, захватывая его пинцетомъ; при этомъ въ задней части туловища появляются судороги, особенно на сторонѣ, соответствующей раздраженію. Этотъ опытъ доказываетъ: 1) что переднебоковые столбы дѣйствительно возбудимы и 2) что они проводятъ двигательные импульсы. Подтвержденіемъ этому служитъ поперечная перерѣзка этихъ столбовъ; при этомъ мышцы той же стороны ниже разрѣза парализуются. Наоборотъ, перерѣзка заднихъ столбовъ не сопровождается двигательнымъ параличемъ. Слѣдовательно, двигательные импульсы проводятся переднебоковыми столбами; даѣе, передача здѣсь прямая, не перекрестная (почти). Переднебоковые пучки проводятъ двигательные импульсы не только для произвольныхъ, но и для рефлекторныхъ движеній (дыхательныя движенія, сосудодвигательные рефлексы).

2. Проведеніе чувствительныхъ импульсовъ.—Ходъ чувствительныхъ путей изслѣдованъ сравнительно недостаточно. Прежде всего не надо забывать, что чувствительность бываетъ различнаго рода: отличаютъ болевую, осязательную, тепловую и мышечную чувствительность (не считая ощущеній, исходящихъ изъ высшихъ органовъ чувствъ). Проводящіе пути для

этихъ различныхъ ощущеній проходятъ вмѣстѣ въ периферическихъ нервахъ, откуда и вступаютъ чрезъ задніе корешки въ центральную нервную систему; но внутри спинного мозга пути для всѣхъ этихъ разныхъ родовъ чувствительности раздѣляются и проходятъ отдѣльно.

Тотъ фактъ, что раздраженіе заднихъ столбовъ вызываетъ болевое ощущеніе, не доказываетъ еще, что эти столбы проводятъ болевья ощущенія, потому что нѣтъ возможности, раздражая задніе столбы, избѣжать раздраженіе заднихъ корешковъ.

Можно даже положительно утверждать, что болевая чувствительность проводится не чрезъ задніе столбы, потому что послѣ поперечной перерѣзки послѣднихъ, болевая чувствительность ниже мѣста перерѣзки остается нормальной. Замѣчательно, что болевая чувствительность сохраняется послѣ очень обширныхъ разрушеній спинного мозга; она сохраняется при перерѣзкѣ всѣхъ бѣлыхъ столбовъ и исчезаетъ только при глубокомъ разрушеніи сѣраго вещества (рис. 194 и 195). Повидимому, болевая чувствитель-

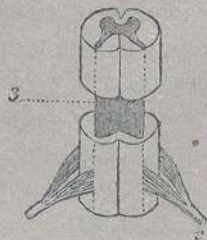


Рис. 194.

Схема перерѣзокъ спинного мозга.

Рис. 194. Перерѣзка всѣхъ бѣлыхъ столбовъ. Сѣрое вещество 3) нетронуто. 1 и 2— корешки. Чувствительность сохраняется ниже перерѣзки.

Рис. 195. Разрушеніе центра сѣраго вещества (3) при цѣлости бѣлыхъ столбовъ. Ниже перерѣзки—аналгезія и терм-анестезія. Осозательная чувствительность сохраняется.

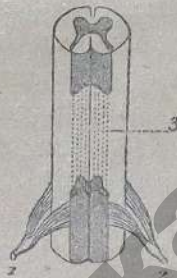


Рис. 195.

ность, по крайней мѣрѣ отчасти, проводится по сѣрому веществу спинного мозга. Этотъ экспериментальный фактъ подтверждается клиническимъ наблюденіемъ особаго страданія, носящаго названіе *сирингоміэліи*; при этой болѣзни центральное сѣрое вещество разрушается на болѣе или менѣе значительномъ протяженіи, а бѣлые столбы остаются незатронутыми; клинически при сирингоміэліи наблюдается потеря болевой и тепловой чувствительности (*аналгезія* и *терм-*

анэстезія), но осозательная чувствительность сохраняется. Согласно сказанному, болевья ощущенія тепла и холода проходятъ въ спинномъ мозгу по сѣрому веществу; осозательная же ощущенія идутъ по другому пути. Гдѣ лежитъ этотъ путь?

Перерѣзая поперечно весь спинной мозгъ за исключеніемъ заднихъ столбовъ (рис. 196), Шиффъ наблюдалъ, что животное теряло совершенно болевую чувствительность, но сохраняло слѣды осозанія въ областяхъ, лежащихъ ниже мѣста перерѣзки. Обратное, послѣ перерѣзки заднихъ столбовъ исчезала осозательная чувствительность, и животное начинало ходить, пошатываясь, подобно тому, какъ это наблюдается послѣ перерѣзки заднихъ корешковъ. Припомнимъ, что осозательная анестезія сопровождается рѣзкимъ расстройствомъ походки: у животнаго, которому перерѣзали большую часть заднихъ корешковъ, несмотря на сохраненіе нормальной двигательной способности, движенія обнаруживаютъ характерное расстройство координаціи, носящее названіе *атаксіи*. У человека, при т. назыв. *спинной сухоткѣ* (*tabes dorsalis*) координація движеній при ходьбѣ сильно наруша-

отся. Мышцы сохраняютъ при этомъ свою нормальную силу, но движенія не координируются сообразно съ поставленной имъ цѣлью, потому что центростремительные сигналы съ периферіи (осязаніе и мышечное чувство) отсутствуютъ или подавлены. Анатомически спинная сухотка характеризуется перерожденіемъ заднихъ столбовъ спинного мозга. Поэтому въ высокой степени вѣроятно, что задніе столбы проводятъ осязательныя ощущенія.

Въ то время какъ двигательные импульсы въ спинномъ мозгу проводятся прямо, чувствительные испытываютъ перекрестъ (по крайней мѣрѣ, пути, проводящіе болевую чувствительность). Это доказывается двоякаго рода опытами, опытами поперечной и продольной перерѣзки спинного мозга.

При половинной перерѣзкѣ спинного мозга (рис. 197) ниже мѣста перерѣзки наблюдаются слѣдующія явленія (*Броунъ-Секаровскій параличъ*):

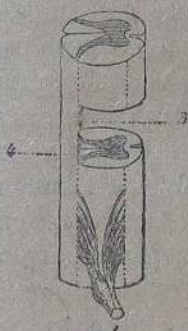


Рис. 196.

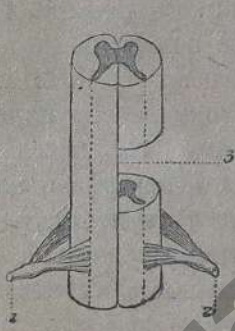


Рис. 197.

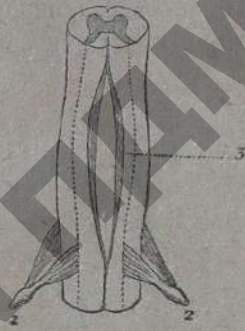


Рис. 198.

Схема перерѣзокъ спинного мозга.

Рис. 196. Перерѣзка всего спинного мозга, за исключеніемъ заднихъ столбовъ (4). Осязательная чувствительность сохраняется (опытъ Шиффа).

Рис. 197. Половинная перерѣзка спинного мозга; 1—анестезія, 2—двигательный параличъ и гиперестезія (*Броунъ-Секаровскій параличъ*).

Рис. 198. Продольный разрѣвъ спинного мозга. Болевая чувствительность исчезаетъ въ 1 и 2 (опытъ Галена).

на сторонѣ перерѣзки получается двигательный параличъ, но чувствительность не только сохраняется, а даже вначалѣ обостряется; малѣйшее прикосновеніе причиняетъ боль (*гиперестезія*); на противоположной сторонѣ, наоборотъ, движеніе сохраняется, но болевая чувствительность исчезаетъ совершенно; животное не чувствуетъ ни уколовъ, ни ожога, ни даже полного размозженія членовъ. Слѣдовательно, половинная перерѣзка спинного мозга вызываетъ параличъ на сторонѣ перерѣзки и анестезію на противоположной сторонѣ и такимъ образомъ расчленяетъ чувствительность и движеніе. Что касается гиперестезіи на сторонѣ перерѣзки, она, вѣроятно, обязана повышенію возбудимости, вызываемому постояннымъ раздраженіемъ съ мѣста разрѣза на отдаленные центры (*динамическое дѣйствіе* по Броунъ-Секару). Если разрѣзать спинной мозгъ на известномъ протяженіи вдоль, такъ чтобы были перерѣзаны обѣ комиссуры, то при этомъ подвергается перерѣзкѣ большое число чувствительныхъ волоконъ, переходящихъ съ одной стороны на другую (рис. 198). Результатомъ этого опыта является если не полное угасаніе, то во всякомъ случаѣ значительное подавленіе болевой чувствительности ниже мѣста разрѣза.

3. Приложение анатомическаго метода къ изученію проводящихъ путей спинного мозга.—Мы знаемъ, что когда невритъ отдѣленъ разрѣзомъ отъ

своего трофическаго центра, т. е. отъ нервной клѣтки, его периферическій конецъ подвергается перерожденію. Благодаря этому, мы имѣемъ въ рукахъ средство установить, откуда исходятъ спинномозговья волокна, и прослѣдить ихъ ходъ на всемъ протяженіи. Въ этомъ и состоитъ методъ т. назыв. *вторичныхъ перерожденій*. Путемъ этого метода было доказано, что далеко не для всѣхъ нейроновъ, входящихъ въ составъ мозга, нервныя клѣтки лежатъ также въ спинномъ мозгу или въ межпозвоночныхъ узлахъ; отчасти онѣ лежатъ также въ болѣе высоко расположенныхъ центрахъ. Послѣ поперечной перерѣзки спинного мозга одни волокна перерождаются по направлению кверху отъ мѣста перерѣзки, другія—книзу отъ него. Первые, обнаруживающія *восходящее перерожденіе*, очевидно исходятъ изъ нервныхъ клѣтокъ, лежащихъ въ спинномъ мозгу или въ межпозвоночныхъ узлахъ гдѣ-нибудь ниже мѣста перерѣзки; въ дальнѣйшемъ они группируются въ пучки и занимаютъ опредѣленное положеніе на поперечномъ разрѣзѣ спинного мозга.

Клѣтки, изъ которыхъ исходятъ волокна, обнаруживающія *нисходящее перерожденіе*, находятся въ спинномъ мозгу выше мѣста перерѣзки или еще выше въ другихъ отдѣлахъ центральной нервной системы; описываемыя волокна перерождаются въ ниже лежащихъ сегментахъ спинного мозга, причемъ перерожденіе занимаетъ другое положеніе, чѣмъ въ сегментахъ, лежащихъ кверху отъ мѣста разрѣза. Слѣдовательно, направленіе, въ которомъ перерождаются спинномозговья волокна, опредѣляетъ собой направленіе, въ которомъ нормально проводится возбужденіе по этимъ волокнамъ; такъ, двигательныя волокна подвергаются нисходящему, а чувствительныя—восходящему перерожденію.

Методъ вторичныхъ перерожденій дополняется *эмбриологическимъ методомъ* Флексига, позволяющимъ обособлять группы нервныхъ волоконъ на основаніи того, что разныя пучки ихъ не въ одно и то же время обкладываются мѣлиномъ. Оба эти метода дали возможность установить точную топографію бѣлаго вещества спинного мозга въ томъ видѣ, какъ она изображена на рис. 189.

Комбинируя эту картину разрѣза спинного мозга съ рис. 199, изображающимъ связи и ходъ нервныхъ пучковъ, а также съ рис. 224, 225, 226 и 227, будетъ нетрудно понять нижеслѣдующее изложеніе.

А. Передніе столбы.—Въ переднихъ столбахъ самая внутренняя часть, лежащая по краю передней продольной борозды (I), называется *прямымъ пирамиднымъ пучкомъ* или *пучкомъ*

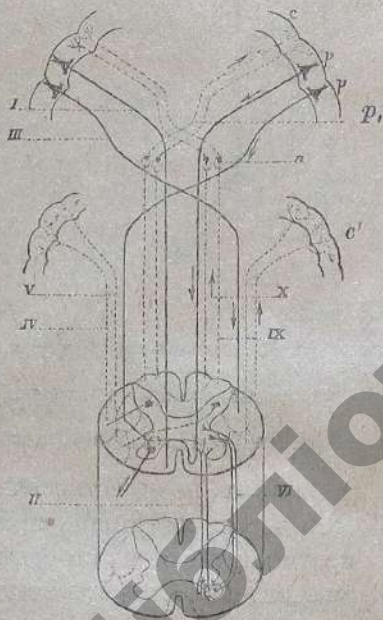


Рис. 199.

Схема хода и связи спинномозговыхъ пучковъ.

c—мозговая кора; c'—кора мозжечка. p, p'—пирамидныя клѣтки; n—клѣтки ядеръ Голдмана и Бурдахова пучка; v—петли. I—Тирновъ пучекъ; II—основной пучекъ передняго столба; III—перекрестный пирамидный путь; I—V прямой мозжечковый пучекъ; V—пучекъ Говерса; VI—глубокий пучекъ бокового столба; IX—пучекъ Бурдаха; X—пучекъ Голла (обозначеніе тѣ же, что и на рис. 189). Стрѣлки указываютъ направленіе функциональнаго дѣйствія и перерожденія.

Тюрка. Этотъ пучокъ состоитъ изъ длинныхъ волоконъ, перерождающихся въ нисходящемъ направленіи: ихъ нервныя клітки (р) находятся въ корѣ большихъ полушарій той же стороны, а конечное развѣтвленіе стоитъ въ связи съ корешковой кліткой переднихъ роговъ спинного мозга. Этотъ пучокъ идетъ, не перекрещиваясь, отъ головного мозга вплоть до спинного, проходя въ составѣ основной части мозговой ножки и пирамиды продолговатаго мозга той же стороны (отсюда его названіе); однако, въ дальнѣйшемъ большая часть его волоконъ переходитъ чрезъ переднюю комиссуру на другую сторону спинного мозга, гдѣ и вступаетъ въ связь съ корешковыми клітками передняго рога. Слѣдовательно, этотъ пучекъ также въ большой части своихъ волоконъ подвергается перекресту, но только въ концѣ своего пути.

Остальная часть передняго столба (II), или *передній корешковый пучекъ*, состоитъ изъ короткихъ комиссуральныхъ волоконъ (перерождающихся на небольшомъ протяженіи то кверху, то книзу отъ мѣста разрѣза). Эти волокна служатъ для соединенія различныхъ этажей переднихъ роговъ.

Б. Боковые столбы.—Въ боковыхъ столбахъ расположенъ объемистый пучекъ волоконъ (III), носящій названіе *перекрестнаго пирамиднаго пути*. Онъ занимаетъ обширное пространство въ заднемъ сегментѣ бокового столба; внутри онъ граничитъ съ наружнымъ краемъ задняго рога, снаружи этотъ пучекъ отдѣленъ отъ поверхности мозга тонкимъ слоемъ прямого мозжечковаго пучка; волокна пирамиднаго пучка, перерождающіяся въ нисходящемъ направленіи, берутъ начало изъ пирамидныхъ (р') клітокъ коры полушарія *противоположной стороны*; до продолговатаго мозга они идутъ вмѣстѣ съ волокнами Тюрковскаго пучка; но здѣсь эти волокна перекрещиваются въ *decussatio pyramidum* съ одноименными волокнами противоположной стороны (поэтому пучекъ носитъ названіе перекрестнаго пирамиднаго пучка). Перекрещиваются, впрочемъ, не всѣ волокна, такъ что такъ называемый перекрестный пирамидный пучекъ содержитъ нѣкоторое количество волоконъ той же стороны. Въ дальнѣйшемъ перекрещивающіяся и неперекрещивающіяся волокна пирамиднаго пучка остаются на той же сторонѣ спинного мозга; на дальнѣйшемъ протяженіи часть волоконъ мало-по-малу отдѣляется отъ пучка и входитъ въ связь съ корешковыми клітками переднихъ роговъ на той же сторонѣ. Вслѣдствіе этого поперечный діаметръ пирамиднаго пучка по направленію сверху внизъ уменьшается. Но такъ какъ число волоконъ этого пучка несравненно меньше числа корешковыхъ клітокъ переднихъ роговъ, то каждое волокно пирамиднаго пучка отдаетъ на пути рядъ тонкихъ коллатералей, проникающихъ на разныхъ высотахъ въ передніе рога спинного мозга подобно конечнымъ вѣтвямъ самого основнаго волокна. То-же происходитъ и съ волокнами Тюркова пучка. Благодаря этому, каждая корешковая клітка передняго рога чрезъ посредство своихъ дендритовъ стоитъ въ связи съ какой нибудь вѣточкой осевого отростка мозговой клітки (см. рис. 203 и 204). Перекрещивающійся пирамидный пучекъ образуетъ вмѣстѣ съ прямымъ пирамиднымъ пучкомъ двигательные пути, соединяющіе пирамидальныя клітки двигательныхъ извилинъ головного мозга съ двигательными клітками спинного мозга.

Кнаружи отъ перекрестнаго пирамиднаго пучка въ IV находится *прямой мозжечковый пучекъ Флексига*. Волокна этого пучка перерождаются въ восходящемъ направленіи; они берутъ начало отъ нервныхъ клѣтокъ Кларковыхъ столбовъ и поднимаются къ полушарію мозжечка той же стороны, гдѣ и оканчиваются въ корѣ задней части верхняго червячка, большей частью съ той же стороны, отчасти на противоположной.

Этотъ пучекъ представляетъ собой длинный чувствительный путь, передающій мозжечку периферическія раздраженія, которыя участвуютъ въ координаціи движеній; нѣкоторые ученые считаютъ этотъ пучекъ проводникомъ мышечнаго чувства.

Кпереди отъ предыдущихъ расположенъ *пучекъ Говерса*. Его волокна начинаются отъ клѣтокъ столбовъ, лежащихъ въ противоположной половинѣ сѣраго вещества; отсюда они идутъ въ комиссуру, гдѣ перекрещиваются съ такими же волокнами противоположной стороны и затѣмъ восходятъ кверху въ составѣ бокового столба, занимая здѣсь пространство, обозначенное цифрой V. Отсюда они направляются въ боковую часть продолговатаго мозга и Вароліева моста, оканчиваясь въ корѣ передней части верхняго червячка мозжечка. Эти волокна подвергаются восходящему перерожденію, но окончаніе ихъ въ точности неизвѣстно. Пучекъ Говерса составляетъ часть длиннаго чувствительнаго пути, который въ нижней своей части, подвергается перекресту, а затѣмъ на всемъ остальномъ пути внутри спинного и головного мозга остается неперекрещеннымъ.

Остальная часть бокового столба, т. назыв. *глубокій боковой пучекъ*, помѣщается въ углубленіи между переднимъ и заднимъ рогомъ въ области, отмѣченной цифрой VI; онъ состоитъ изъ тонкихъ комиссуральныхъ волоконъ, соединяющихъ различные этажи спинного мозга; слѣдовательно, по своей функціи этотъ пучекъ аналогиченъ пучку передняго корешковаго пояса съ переднихъ столбахъ.

Совсѣмъ сзади, подлѣ задняго рога, подъ цифрой VIII, изображена *зона Лиссауера*, образованная волокнами задняго корешка.

Помимо длинныхъ нисходящихъ волоконъ, образующихъ въ переднихъ и боковыхъ столбахъ прямые и перекрестные пирамидные пучки (*кортико-спинальные волокна*), въ тѣхъ же столбахъ проходятъ еще и другія нисходящія длинная волокна (нѣкоторыя изъ нихъ достигаютъ нижней части спинного мозга), начинающіяся нѣсколько ниже мозговой коры въ сѣромъ веществѣ мозгового ствола (ножки, Вароліевъ мостъ, продолговатый мозгъ). Волокна эти служатъ рефлекторными путями и образуютъ связь между нѣкоторыми частями сѣраго вещества ножекъ, Вароліева моста и продолговатаго мозга, съ одной стороны, и двигательными спинно-мозговыми ядрами, съ другой. Большинство этихъ волоконъ въ спинномъ мозгу примѣшиваются къ волокнамъ пирамидныхъ пучковъ, образуя въ перекрещивающихся пирамидныхъ пучкахъ *руброспинальный пучекъ* или *пучекъ Монакова* (см. рис. 203 и 225), начинающійся въ *красномъ ядрѣ* противоположной стороны (красныя ядра расположены въ чепцѣ ножекъ); въ пирамидныхъ же пучкахъ находятъ и волокна, происходящія отъ диффузной сѣрой субстанции Вароліева моста (*ретикулярная субстанція*). Среди пирамидныхъ волоконъ пучка Тюрка разсыяны волокна, происходящія изъ ретикулярной субстанции про-

дологоватаго мозга, равно какъ волокна изъ зрительнаго бугра и образующія *задний продольный пучекъ*. Наконецъ, еще одинъ пучекъ длинныхъ нисходящихъ волоконъ обособляется и по своему положенію и по происхожденію отъ пирамидныхъ пучковъ. Онъ расположенъ на периферіи спинного мозга (VIII) впереди пучка Gowers'a и получилъ названіе *вестибуло-спинальнаго пучка*, такъ какъ ведетъ свое происхожденіе отъ *ядра Deyters'a*, представляющаго сѣрую массу вестибулярныхъ волоконъ слухового нерва, заложенную въ наружномъ углу четвертаго желудочка (см. рис. 219).

В. Задніе столбы.—Задніе столбы издавна дѣлятся на два пучка—*Голлевъ* (X) и *Бурдаховъ* (IX), отдѣленные другъ отъ друга прослойкой соединительной ткани; эти пучки состоятъ изъ двоякаго рода волоконъ; одни изъ нихъ происходятъ внѣ спинного мозга и поэтому заслуживаютъ названіе *экзогенныхъ* волоконъ; они подвергаются восходящему перерожденію, другія происходятъ въ сѣромъ веществѣ спинного мозга и въ немъ же кончаются; это *эндогенныя* волокна.

а. *Экзогенныя волокна*. Они идутъ изъ заднихъ корешковъ спинномозговыхъ нервовъ, поэтому они называются также *корешковыми волокнами*. Всѣ волокна заднихъ корешковъ начинаются отъ клѣтокъ спинномозговыхъ узловъ. Эти клѣтки, кажущіяся униполярными, въ дѣйствительности биполярны, потому что единичный отростокъ, отдаваемый ими, скоро раздѣляется на двѣ вѣтви, изъ которыхъ одна идетъ къ периферіи (въ составѣ чувствительнаго нерва), а другая, представляющая собой истинный невритъ этого нейрона, направляется къ спинному мозгу (корешковое волокно). Какъ только корешковое волокно проникаетъ въ спинной мозгъ, оно дѣлится на двоякаго рода вѣтви, изъ которыхъ однѣ идутъ внизъ, другія вверхъ и входятъ въ связь съ различными нейронами спинного мозга. Наиболѣе важныя, восходящія волокна раздѣляются на короткія, среднія и длинныя. Короткія волокна (α , рис. 189) оканчиваются въ заднемъ рогѣ на уровнѣ входа въ спинной мозгъ. Волокна средней длины (β), пройдя нѣкоторое разстояніе въ восходящемъ направленіи, оканчиваются на различныхъ высотахъ въ заднемъ рогѣ, входя въ связь съ срединными клѣтками и съ клѣтками Кларковыхъ столбовъ. Длинныя вѣтви (γ) не менѣе многочисленны, но ихъ ходъ очень замѣчателенъ; онѣ проходятъ въ составѣ задняго столба и тянутся безъ перерыва вплоть до продолговатаго мозга, гдѣ и оканчиваются въ клѣткахъ двухъ ядеръ, расположенныхъ въ задней части продолговатаго мозга, именно въ *ядрахъ нѣжнаго и клиновиднаго пучка* (n и n' на рис. 226). Описываемыя волокна занимаютъ въ заднемъ столбѣ неодинаковое положеніе на всемъ своемъ протяженіи; волокна каждаго входящаго въ спинной мозгъ корешка сначала помѣщаются на внутреннемъ краю задняго рога; далѣе, въ слѣдующихъ этажахъ кверху они отбѣняются кнутри волокнами новыхъ корешковъ, входящихъ въ спинной мозгъ и т. далѣе; вслѣдствіе этого на разрѣзахъ шейной части спинного мозга волокна самыхъ нижнихъ корешковъ помѣщаются во внутреннихъ частяхъ заднихъ столбовъ; функционально же никакого различія между Голлевымъ и Бурдаховымъ пучкомъ нѣтъ. Невриты, происходящіе изъ клѣтокъ ядеръ нѣжнаго и клиновиднаго канатика, подвергаются перекресту (*чувствительный перекрестъ петли*) и идутъ къ полушарію большого мозга проти-

воположной стороны, прерываясь въ зрительныхъ буграхъ (*г*, рис. 199 и *е* 226). Слѣдов., чувствительный путь заднихъ столбовъ—прямой въ спинномъ мозгу и перекрестный въ продолговатомъ.

Корешковая волокна отдають на своемъ пути большое число коллатералей, изъ которыхъ однѣ, короткія, оканчиваются въ клѣткахъ Роландова вещества, другія, средней длины, въ клѣткахъ Кларковыхъ столбовъ той же стороны и въ клѣткахъ задняго рога противоположной стороны, куда онѣ переходятъ чрезъ сѣрую комиссуру (*коммиссуральныя волокна*, рис. 199, *д*); наконецъ длинныя волокна переходятъ въ передній рогъ и вступаютъ въ связь съ корешковыми клѣтками; эти послѣднія (*е*) образуютъ т. назыв. *коллатеральный рефлекторный пучекъ Келликера* или *сенсомоторный пучекъ Кахаля*; онѣ представляютъ собой наиболѣе прямой путь, соединяющій чувствительный нейронъ съ двигательнымъ, т. е. наиболѣе короткую рефлекторную дугу.

б. Эндогенныя волокна.—Сюда относятся комиссуральныя волокна, соединяющія различные этажи задняго рога; они не образуютъ ясно отграниченной системы, какъ въ переднихъ и боковыхъ столбахъ. Однако, въ самой глубокой части заднихъ столбовъ, въ области, отмѣченной цифрой XI, въ сосѣдствѣ съ комиссурой, лежитъ небольшой пучекъ комиссуральныхъ волоконъ, остающихся незатронутыми при спинной сухоткѣ; этотъ пучекъ называется *основнымъ пучкомъ* или *центральнымъ поясомъ задняго столба*.

Изъ всего сказаннаго явствуетъ, что въ составъ бѣлыхъ столбовъ входятъ двоякаго рода волокна: 1) короткія комиссуральныя волокна, устанавливающія связь между различными этажами сѣраго вещества, и 2) длинныя волокна, соединяющія спинной мозгъ съ вышележащими центрами, продолговатымъ мозгомъ, мозжечкомъ и большимъ мозгомъ. Одни изъ этихъ послѣднихъ имѣютъ центробѣжное направленіе и ведутъ еще происхожденіе либо отъ коры мозга (прямой и перекрестный пирамидный путь), либо отъ сѣраго вещества ножекъ, Варолиева моста и продолговатаго мозга. Другія волокна проходятъ въ центростремительномъ направленіи; таковы пучки Говерса, Голля и Бурдаха, идущіе къ большому мозгу, и прямой мозжечковый пучекъ—къ мозжечку. Всѣ эти данныя стоятъ въ полномъ согласіи съ результатами вивисекціонныхъ опытовъ. Въ самомъ дѣлѣ, легко понять, что половинная перерѣзка спинного мозга вызываетъ параличъ на той же сторонѣ и потерю чувствительности на противоположной сторонѣ, потому что главный двигательный пучекъ—перекрестный пирамидный путь—въ спинномъ мозгу идетъ, не перекрещиваясь, и, слѣдовательно, перерѣзка его должна давать параличъ съ той же стороны. Иначе обстоитъ дѣло съ чувствительностью. Известно, что половинная перерѣзка спинного мозга вызываетъ анестезію на противоположной сторонѣ тѣла, этотъ фактъ объясняли перерѣзкой пучка Говерса. Пучекъ Говерса проводить, согласно этому взгляду, ощущеніе боли къ мозговымъ центрамъ, перекрестъ его происходитъ у самаго его начала въ спинномъ мозгу, а потому перерѣзка его вызываетъ перекрестную анестезію. Въ настоящее время, когда установлено, что пучекъ Говерса является путемъ, идущимъ отъ спинного мозга къ мозжечку, невозможно приписывать этому пучку роль проводника болевыхъ ощущеній. Въ нѣсколькихъ

патологическихъ случаяхъ были сдѣланы наблюденія, что разрушеніе Говерсова пучка не приводило къ нарушенію болевой чувствительности, а удаленіе мозжечка безспорно тоже не оказываетъ вліянія на этотъ родъ чувствительности. Проводящіе пути для болевой чувствительности еще до сихъ поръ не опредѣлены анатомически, т. е. ихъ нельзя локализовать ни въ одномъ изъ бѣлыхъ столбовъ; единственно установленнымъ физиологическимъ данымъ является тотъ фактъ, что для передачи болевой чувствительности необходима цѣлость сѣраго вещества.

§ 2.—Функции спинного мозга, какъ нервнаго центра.

Мы изучимъ въ этомъ параграфѣ рефлекторныя движенія, обусловленныя дѣятельностью сѣраго вещества спинного мозга, дайте, то его свойство, которое получило названіе автоматизма, и, наконецъ, локализацию нѣкоторыхъ рефлекторныхъ явленій. Въ концѣ мы разсмотримъ вопросъ о томъ, необходимо ли сохраненіе цѣлости спинного мозга для поддержанія жизни.

1. Рефлексы.—Всякая реакція организма на внѣшнее раздраженіе является, въ сущности, рефлекторнымъ актомъ. Въ такомъ актѣ нужно различать три явленія: 1) передачу возбужденія по периферическому нерву къ нервному центру, 2) видоизмѣненіе этого возбужденія въ нервномъ центрѣ и обратная передача его на центробѣжный путь и 3) проведеніе возбужденія по одному или нѣсколькимъ центробѣжнымъ нервамъ на периферію. Цѣпь нервныхъ образованій, участвующихъ въ рефлексѣ, называется *рефлекторной дугой*. Декартъ въ 1640 г. впервые понялъ сущность рефлекторнаго механизма; теорію рефлексовъ далъ Прохаска въ 1784 г. Представимъ себѣ лягушку, у которой перерѣзанъ спинной мозгъ въ грудной части; черезъ нѣкоторое время раздраженіе, вызванное травмой, проходитъ, и теперь достаточно слегка ущипнуть кончикъ задней лапки животнаго, чтобъ заставить лапку согнуться. Если спинной мозгъ перерѣзанъ на шеѣ, то такое же движеніе можно вызвать въ переднихъ лапкахъ. Можно разрѣзами раздѣлить спинной мозгъ на цѣлый рядъ отрѣзковъ, и каждый отрѣзокъ, если только онъ соединенъ съ чувствительнымъ и двигательнымъ нервомъ, можетъ давать явленіе рефлекса; каждый кусокъ угля, разрѣзаннаго на части, обнаруживаетъ при раздраженіи рефлекторныя движенія. Такимъ образомъ, для выполненія рефлекторныхъ движеній достаточно участія одного спинного мозга безо всякаго вмѣшательства сознанія и воли; но какъ только спинной мозгъ разрушается уколомъ въ спинномозговой каналъ, рефлекторная дѣятельность угасаетъ. Такія же явленія наблюдаются и у млекопитающихъ, только здѣсь рефлекторная дѣятельность начинаетъ обнаруживаться во всей чистотѣ лишь спустя нѣсколько дней послѣ перерѣзки спинного мозга, когда травматическое раздраженіе уже проходитъ. Легче рефлекторныя движенія получаютъ у новорожденныхъ животныхъ, у которыхъ спинной мозгъ менѣе чувствителенъ къ травмѣ; впрочемъ, у нихъ все вообще движенія даже въ нормальномъ состояніи происходятъ по типу рефлексовъ, потому что и кора большого мозга, и пирамидные пути, служащіе для прогеденія волевыхъ импульсовъ,—недостаточно развиты.

а. *Возбудители рефлекторныхъ движеній.*—Рефлекторныя движенія вызываются не только раздраженіемъ чувствительной поверхности кожи или слизистой оболочки, но также и раздраженіемъ чувствительнаго нерва гдѣ-нибудь на его протяженіи. Однако тогда, когда раздраженію подвергаются концы чувствующихъ нервовъ на какой-либо чувствительной поверхности, рефлекторное движеніе вызывается легче и бываетъ болѣе интенсивно. Далѣе, природа раздражителя и способъ раздраженія также не остаются безъ вліянія. Въ случаѣ механическаго раздраженія, легкое и повторяющееся раздраженіе, напр., поглаживаніе, щекотаніе, легче вызываетъ рефлексъ, чѣмъ рѣзкое раздраженіе, напр., щипокъ, сильное сдавливаніе, вызывающее у нормальнаго животнаго боль. Особенно дѣятельны химическіе раздражители; такъ, капля подкисленной воды, нанесенная на кожу лапки, у обезглавленной лягушки вызываетъ всегда отдергиваніе лапки, тогда какъ щипаніе той же самой области можетъ остаться безо всякаго результата. При такъ называемыхъ сухожильныхъ рефлексахъ сокращеніе мышцы вызывается легкимъ ударомъ по чувствительнымъ нервнымъ волокнамъ сухожилія. Если, напримѣръ, ударить по колѣвному сухожилію, то четырехглавая мышца бедра сокращается и приподымаетъ ногу (колѣнный рефлексъ).

б. *Законы рефлекторныхъ движеній.*—Рефлекторныя движенія бываютъ тѣмъ сильнѣе и тѣмъ сложнѣе, чѣмъ интенсивнѣе раздражитель. При легкомъ раздраженіи кожи задней конечности получается локализованное рефлекторное движеніе въ мышцахъ раздражаемой области; если немного усилить раздраженіе, сокращеніе распространяется на болѣе обширныя мышечныя группы, оставаясь все время въ предѣлахъ раздражаемой конечности (*законъ локализаціи*). При дальнѣйшемъ усиленіи раздраженія сокращенія появляются въ одноименной конечности противоположной стороны (*законъ симметріи*), затѣмъ въ верхнихъ конечностяхъ (*законъ иррадиаціи*), наконецъ, въ мышцахъ всего тѣла (*законъ генерализаціи*). Таковы законы рефлексовъ, данныя Пфлоггеромъ. Всѣ перечисленныя явленія зависятъ отъ распространенія возбужденія на все болѣе и болѣе обширныя группы нейроновъ. Иррадиація въ спинномъ мозгу сначала проявляется въ поперечномъ, а затѣмъ въ продольномъ направленіи. Надо также замѣтить, что послѣ превращенія раздраженія возбужденное состояніе рефлекторныхъ центровъ продолжается въ теченіе нѣкотораго времени (*законъ послѣдствительнаго возбужденія*) подобно тому, какъ колоколь звучитъ долгое время спустя послѣ удара въ него.

в. *Обиця свойства рефлекторныхъ движеній.*—Рефлекторныя движенія обнаруживаютъ узко-машинообразный характеръ, что даетъ возможность безъ труда отличить ихъ отъ произвольныхъ движеній. Тѣмъ не менѣе рефлексъ обнаруживаютъ замѣчательную цѣлесообразность; они появляются одновременно въ мышцахъ, принадлежащихъ къ данной функціональной группѣ, и притомъ сокращеніе этихъ мышцъ строго согласовано съ поставленной цѣлью. Такъ, раздраженіе слизистой оболочки гортани вызываетъ кашлевой рефлексъ, раздраженіе слизистой оболочки носа—чиханіе; оба эти движенія требуютъ координированнаго дѣйствія многихъ мышцъ. При раздраженіи ножнаго пальца у обезглавленной лягушки, лап-

ка сгибается и отдергивается, избѣгая раздраженія; если ущипнуть кожу въ анальной области, лапка движется къ раздражаемому пункту, силясь удалить раздраженіе; если нанести на верхнюю часть голени каплю кислоты, движеніе получаетъ опять таки новую форму: лапка третъ раздражаемое мѣсто, стараясь удалить кислоту. Далѣе, если, нанеся на кожу раздражающую каплю, ампутировать конечность, животное дѣлаетъ сначала нѣсколько бесплодныхъ попытокъ стереть каплю культей отрѣзанной конечности, а затѣмъ прибѣгаетъ къ другой, цѣлой конечности. Пфлюгеръ, опираясь на этотъ и другіе подобные факты, приписывалъ спинному мозгу смутную сознательность. Но нѣтъ необходимости прибѣгать къ участию психики для объясненія этихъ явленій. Можно предполагать, что спинно-мозговые центры образовали, благодаря своей предшествующей работѣ, группы, иннервирующія совершенно опредѣленныя мышцы, такъ что периферическое раздраженіе безо всякаго участія сознанія приводитъ въ дѣйствіе механизмъ, какъ разъ приспособленный для данной наличной цѣли. Впрочемъ, мысль объ участіи сознанія въ рефлекторныхъ процессахъ опровергается, между прочимъ, и слѣдующимъ опытомъ Гольца; двѣ лягушки, одна нормальная, другая обезглавленная, помещаются въ воду, которую экспериментаторъ медленно подогреваетъ: обезглавленная лягушка окоченѣваетъ и сваривается, не обнаруживая никакой реакціи; наоборотъ, нормальная лягушка при 30° обнаруживаетъ сильнѣйшее безпокойство. Конечно, нельзя сказать, что въ нормальномъ состояніи всѣ рефлекторные акты неминуемо должны быть безсознательными; многіе изъ нихъ доходятъ до сознанія, но въ этихъ случаяхъ периферическое раздраженіе идетъ по двумъ путямъ—короткому, передающему его на двигательную клѣтку спинного мозга, и длинному, доводящему раздраженіе до мозговыхъ центровъ.

Спинной мозгъ и у птицъ можетъ послѣ отдѣленія отъ высшихъ нервныхъ центровъ быть исходнымъ пунктомъ сложныхъ рефлекторныхъ движеній. Обезглавленная утка можетъ въ теченіе нѣсколькихъ мгновеній ходить, плавать, ударять крыльями. У голубя съ перерѣзаннымъ въ грудной области спиннымъ мозгомъ достаточно простого прикосновенія къ подстилкѣ клѣтки, чтобы вызвать энергичныя движенія лапками. Если приподнять птицу за крылья и слегка прижать одну изъ лапокъ, послѣдняя выдергивается, сгибаясь въ суставъ, въ то время какъ другая лапка выпрямляется. Иногда удается вызвать въ нижней конечности чередующіяся движенія сгибанія и разгибанія, слѣдующія другъ за другомъ черезъ $\frac{1}{2}$ секунды и продолжающіяся иногда долѣе минуты. Если привести въ наклонное положеніе пень, на которомъ стоитъ птица, такимъ образомъ, что послѣдняя теряетъ свое равновѣсіе по направленію къзади, то птица распускаетъ свой хвостъ въ видѣ вѣера.

Мы увидимъ ниже, что у млекопитающихъ сложныя рефлекторныя движенія, обнаруживающія высокую степень генерализаціи и координаціи, требуютъ участія продолговатаго мозга и среднихъ частей мозга. Однако, даже у высшихъ животныхъ довольно сложныя рефлекторныя движенія могутъ быть осуществлены при участіи одного только спинного мозга. Такъ, собака, у которой перерѣзанъ спинной мозгъ, черезъ нѣсколько дней

еще производить нижними конечностями движенія, напоминающія только что описанныя движенія голубя, когда его поднимаютъ за крылья. Раздраженіе прямой кишки или полового члена вызываетъ выдѣленіе мочи и кала. У обезьяны, пораженной параличѣй, дефекація происходитъ вполне нормально, если раздражать задній проходъ или нажимать на прямую кишку чрезъ брюшные покровы; процессъ сопровождается обычнымъ приподыманіемъ хвоста и сгибаніемъ бедеръ и колѣнъ, по окончанія же дефекаціи слѣдуютъ боковыя движенія хвостомъ. Если мѣсто перерѣзки находится въ верхней части грудного отдѣла спинного мозга, то треніе кожи груди или плеча вызываетъ у собаки почесываніе, характеризующееся быстрыми послѣдовательными сгибаніями и разгибаніями бедра соответствующей стороны съ вытяженіемъ конечности впередъ.

У человѣка при изслѣдованіи патологическихъ явленій въ нервныхъ центрахъ въ клиникѣ пользуются нѣкоторыми такъ называемыми *клиническими рефлексами*. Вотъ важнѣйшіе изъ нихъ: 1) *плантарный рефлексъ*, состоящій въ сгибаніи пальцевъ ноги при легкомъ щекотаніи кожи подошвы, особенно на внутренней ея половинѣ; сокращенія могутъ распространиться и на остальную сгибательную мускулатуру конечности и перейти со ступни на голень, а оттуда на тазъ. Въ патологическихъ случаяхъ рефлексъ можетъ проявиться лишь въ расправленіи и отведеніи пальцевъ (симптомъ Бабинскаго); 2) *рефлексъ кремастера*, состоящій въ быстромъ подыманіи кремастеромъ мошонки при легкомъ раздраженіи кожи на верхне-внутренней части бедра; 3) *брюшной рефлексъ*, т. е. сокращеніе широкихъ мышцъ брюшнаго покрова при щекотаніи кожи боковыхъ частей живота. Сухожильные рефлексы: 4) *рефлексъ Ахиллова сухожилия*, проявляющійся въ сокращеніи трехглавой мышцы голени и вытяженіи ступни при ударѣ по Ахиллову сухожилію; 5) *колѣнный рефлексъ*, т. е. сокращеніе четырехглавой мышцы бедра и вытяженіе голени при постукиваніи по колѣнному сухожилію; 6) *рефлексъ трехглавой и двухглавой мышцы* верхней конечности.

г. *Вліянія, измѣняющія проявленія рефлекторной дѣятельности*. — Нѣкоторыя причины ослабляютъ, другія усиливаютъ проявленіе рефлекторной дѣятельности.

Рефлекторная дѣятельность ослабѣваетъ подъ вліяніемъ нѣкоторыхъ ядовъ, какъ оцій, хлороформъ, бромистый натрій и проч., вообще, подъ вліяніемъ снотворныхъ и обезболивающихъ средствъ. Она подавляется также подъ вліяніемъ выпележащихъ центровъ. Головной мозгъ оказываетъ ясно выраженное угнетающее дѣйствіе на рефлексы; такъ, энергичнымъ усиленіемъ воли можно задержать, напр., мигательный рефлексъ. По Сѣченову, зрительная доля у лягушки играютъ роль центровъ, задерживающихъ рефлексы; раздражая эти участки мозга, напр., поваренной солью, можно видѣть, что рефлекторная дѣятельность спинного мозга сильно ослабляется или даже совсѣмъ угасаетъ, если удалить раздраженіе, рефлексы появляются вновь. Опыты Сѣченова представляютъ собой частный случай общаго закона, который гласитъ: всякое сильное раздраженіе нервной системы угнетаетъ рефлексы; такъ, напр., можно остановить чиханіе, поглаживая крылья носа, подавить рефлексы, вызываемые щекотаніемъ, кусая языкъ; сильная боль вызываетъ задерживающее вліяніе въ нервныхъ

центрахъ и тѣмъ подавляетъ рефлексы; такъ объясняется подавленіе нервной дѣятельности при сильномъ механическомъ раздраженіи, т. назыв. *шокъ*. Слѣдовательно, рефлекторный отвѣтъ на данное раздраженіе зависитъ не только отъ характера и силы этого раздраженія, но также отъ состоянія, въ которомъ въ данный моментъ находится нервная система.

Рефлекторная дѣятельность усиливается послѣ перерѣзки спинного мозга въ его верхнихъ участкахъ; эта перерѣзка устраняетъ задерживающее вліяніе, исходящее изъ высшихъ центровъ. Когда дѣятельность головного мозга подавлена, напр., во снѣ, рефлексы вызываются очень легко (напр., одергиванье ноги при щекотаніи подошвы). Нѣкоторые яды, какъ стрихнинъ, бруцинъ, пикротоксинъ, ядъ тетауса, собачьяго бѣшенства, значительно усиливаютъ рефлекторную дѣятельность; такъ, у животного, отравленнаго стрихниномъ, малѣйшее прикосновеніе, даже ударъ по столу, на которомъ лежитъ животное, вызываетъ сильныя рефлекторныя судороги.

Хлоралоза (соединеніе хлорала и глюкозы) обладаетъ особымъ свойствомъ усыплять и анестезировать животныхъ, повышая въ то же время, на подобіе слабой дозы стрихнина, рефлекторную возбудимость нервныхъ центровъ.

д. *Скорость передачи рефлекса*.—Эту скорость опредѣляютъ, измѣряя время, протекающее между моментомъ раздраженія и моментомъ реакціи, и вычитая отсюда время, затрачиваемое на проведеніе возбужденія по чувствительному и двигательному нерву. Скорость рефлекторной передачи очень измѣнчива; въ среднемъ, она равна 8 метрамъ въ секунду, слѣдовательно, гораздо медленнѣе соотвѣтствующей величины для периферическихъ нервовъ. Это зависитъ отчасти отъ того, что нервное возбужденіе встрѣчаетъ сильное сопротивленіе въ мѣстѣ соприкосновенія отростковъ одного нейрона съ другимъ.

е. *Анатомическая теорія рефлексовъ*.—Хотя извѣстное число чувствительныхъ волоконъ оканчивается въ спинномъ мозгу и стоитъ, повидимому, въ очень тѣсной связи съ рефлекторной дугой, однако, вѣроятно, особыхъ нервныхъ путей для рефлексовъ не существуетъ, и тѣ же самые центро-стремительные проводники служатъ и для рефлекторной дѣятельности, и для проведенія сознательныхъ ощущеній. Въ этомъ нѣтъ ничего удивительнаго, такъ какъ каждое чувствительное волокно, прежде чѣмъ подняться къ высшимъ центрамъ, отдаетъ на своемъ пути большое число коллатералей, входящихъ въ связь съ спинномозговыми нейронами на различныхъ высотахъ. Поэтому можно анатомически представить себѣ возрастающую сложность рефлекторныхъ актовъ въ слѣдующей схемѣ: коллатераль чувствительнаго волокна, исходящаго изъ межпозвоночнаго узла, вступаетъ въ связь съ корешковой клѣткой передняго рога (рис. 200 а, а, е), пройдя предварительно поперекъ все сѣрое вещество; такова короткая рефлекторная дуга, представляющая собой наиболѣе простую связь двигательнаго и чувствительнаго нейрона. Болѣе сложная рефлекторная дуга получается путемъ комбинаціи трехъ нейроновъ, какъ на рис. 200 б, с, е. Чувствующій элементъ и здѣсь представленъ волокномъ заднихъ корешковъ; оно входитъ въ связь съ клѣткой столбовъ, какъ съ центральнымъ чувствительнымъ элементомъ, откуда чрезъ коллатерали возбужденіе передается на корешковыя клѣтки (е) той же или противоположной стороны. Можно, наконецъ, пред-

ставить себѣ еще болѣе сложную рефлекторную дугу, состоящую изъ четырехъ нейроновъ (рис. 201), вставляя между двумя периферическими нейронами — чувствительнымъ и двигательнымъ — два центральные нейрона, одинъ чувствительный (с), другой двигательный (g); такъ, напр., возбужденіе, идущее съ периферіи, можетъ восходить до мозжечка (f) чрезъ прямой мозжечковый пучекъ и отражаться на периферію по центробѣжному мозжечковому пути.

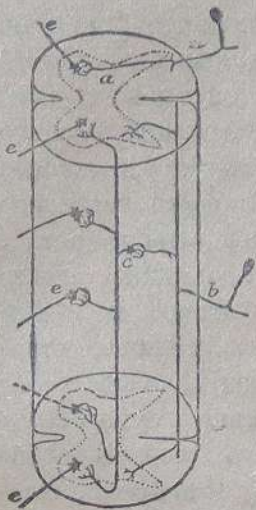


Рис. 200.

Рис. 200. Схема короткой рефлекторной дуги, а, e, и сложной рефлекторной дуги, состоящей изъ цѣпи трехъ нейроновъ b, c, e.

Рис. 201.

Рис. 201. Схема рефлекторной дуги, состоящей изъ цѣпи четырехъ нейроновъ (b, c, g, e); f — кора мозжечка.

И действительно, бываютъ еще болѣе сложныя рефлекторныя дуги, состоящія изъ значительнаго числа нейроновъ.

И действительно, бываютъ еще болѣе сложныя рефлекторныя дуги, состоящія изъ значительнаго числа нейроновъ.

2. Автоматизмъ спинного мозга.—Выше мы уже разъяснили, въ какомъ смыслѣ нужно понимать автоматизмъ нервныхъ центровъ, и указывали,

что нервныя элементы въ дѣйствительности не обнаруживаютъ самопроизвольныхъ дѣйствій, а работаютъ только подъ вліяніемъ раздраженія. Другими словами, всякое проявленіе дѣятельности нервныхъ центровъ есть реакція на раздраженіе, и потому всѣ т. назыв. автоматическія процессы должны быть отнесены къ категоріи рефлексовъ. Прекрасный примѣръ этому мы встрѣчаемъ въ спинномъ мозгѣ. Въ нормальномъ состояніи изъ спинного мозга все время исходятъ центробѣжныя импульсы, поддерживающіе въ вѣкоторомъ напряженіи мышцы (тонусъ скелетныхъ мышцъ, сосудистый тонусъ и проч.). Это вліяніе, кажущееся съ перваго взгляда автоматическимъ, несомнѣнно относится къ рефлекторнымъ процессамъ; оно возбуждается тѣми сигналами, которые идутъ къ мозгу отъ мышцъ, связокъ, кожи и пр.; въ самомъ дѣлѣ, мышечный тонусъ исчезаетъ не только тогда, когда перерѣзается двигательный нервъ, но также послѣ перерѣзки заднихъ корешковъ спинного мозга. Благодаря мышечному тонусу члены тѣла обезглавленной лягушки принимаютъ характерное слегка согнутое положеніе, когда животное подвѣшено за голову; конечности поджимаются подъ туловище (сидячее положеніе, позволяющее тотчасъ же сдѣлать прыжокъ),—когда животное кладутъ на подставку; если осторожно оттянуть лапку кзади и затѣмъ отпустить, она тотчасъ же принимаетъ прежнее согнутое положеніе.

3. Локалізація рефлекторныхъ центровъ въ спинномъ мозгу.—Мы рассмотримъ отдѣльно рефлексы, управляющіе произвольными мышцами, и рефлексы, завѣдующіе явленіями растительной жизни.

А. Рефлексы на произвольную мускулатуру.—Теоретически все сѣрое вещество спинного мозга можно разсматривать, какъ цѣль

рефлекторныхъ центровъ, изъ которыхъ каждый отвѣчаетъ отдѣльной парѣ корешковъ и даже каждому волокну ихъ. Корешковая клѣтка переднихъ роговъ въ комбинаціи съ чувствительнымъ нервнымъ волокномъ, соприкасающимся съ ея дендритами своими конечными развѣтвленіями, — эта клѣтка и представляетъ собой рефлекторный центръ. Повидимому, каждая корешковая клѣтка стоитъ въ связи съ центростремительнымъ волокномъ, исходящимъ изъ той самой области, куда идетъ двигательное волокно.

Для клиническихъ цѣлей можно раздѣлить спинной мозгъ на рядъ отрѣзковъ, изъ которыхъ каждый соотвѣтствуетъ иннерваціи опредѣленнаго отдѣла тѣла. Клиницисты различаютъ слѣдующіе отдѣлы:

а. *Медулярный конусъ* или самый нижній отдѣлъ спинного мозга, откуда выходятъ три послѣднихъ пары крестцовыхъ нервовъ и копчиковые нервы; чувствительной областью для этого отдѣла является кожа крестцовой, копчиковой, заднепроходной и перинеальной области, его двигательный районъ — мышцы соотвѣтствующихъ областей. Въ этой части спинного мозга заложены центры ано-везикальнаго и ниже описанныхъ половыхъ рефлексовъ.

б. *Крестцовая часть спинного мозга*, дающая начало первымъ парамъ крестцовыхъ и послѣдней парѣ поясничныхъ нервовъ, занимаетъ въ позвоночномъ каналѣ часть, соотвѣтствующую уровню перваго поясничнаго позвонка. Выходящія отъ этой части спинного мозга чувствительныя волокна иннервируютъ заднюю и наружную поверхность нижнихъ конечностей, включая и подошву ноги; область распространенія двигательныхъ волоконъ, отходящихъ отсюда, являются мышцы, доворачивающія голень кнаружи, сгибатели голени и разгибатели стопы. Въ этомъ участкѣ заложены центры плантарнаго и ахиллова рефлекса.

в. *Поясничная часть спинного мозга* соотвѣтствуетъ 4 первымъ поясничнымъ корешкамъ и находится на уровнѣ 10, 11 и 12 грудного позвонка. Областью распространенія чувствительныхъ ея волоконъ является передняя и внутренняя поверхность нижней конечности, а двигательныя волокна иннервируютъ приводящую мускулатуру, мышцы, разгибающія ногу и вращающія ее кнаружи. Въ поясничной части спинного мозга заложены центры колѣннаго и мошонковаго рефлексовъ. Для колѣннаго рефлекса у человѣка, повидимому, необходима цѣлость 2, 3 и 4-го поясничныхъ корешковъ.

Представимъ себѣ человѣка въ положеніи на всѣхъ четырехъ конечностяхъ, при чемъ нижнія конечности повернуты на 90° кнаружи такъ, что внутренняя ихъ поверхность смотреть впередъ. Три вышеперечисленныхъ отрѣзка спинного мозга, расположенные одинъ за другимъ, иннервируютъ три расположенныхъ въ такомъ же порядкѣ соотвѣтствующихъ сегмента тѣла: конусъ иннервируетъ копчиковый сегментъ, крестцовая часть иннервируетъ задненаружную часть нижнихъ конечностей, а поясничная часть снабжаетъ нервами передневнутреннюю часть нижнихъ конечностей.

г. *Грудной отрѣзокъ спинного мозга* простирается отъ 9 до 12-го грудного корешка и внутри позвоночнаго канала занимаетъ протяженіе отъ 2 до 9-го грудного позвонка. Областью распространенія его двигательныхъ и чувствительныхъ нервовъ являются стѣнки туловища. Каждая пара нервовъ иннервируетъ горизонтальную полосу туловища. Изъ рефлексовъ, центръ ко-

торыхъ заложенъ въ этомъ отрѣзкѣ спинного мозга, самымъ важнымъ для клиницистовъ является абдоминальный рефлексъ.

д. *Относящійся къ верхней конечности отрѣзокъ спинного мозга* простирается отъ 4-го шейнаго до 2-го груднаго позвонка и даетъ начало 5, 6, 7 и 8-й парѣ шейныхъ и 1-ой парѣ грудныхъ нервовъ, т. е. всѣмъ ко-решкамъ, образующимъ плечевое сплетеніе. Нервы, отходящіе отъ этого отрѣзка, иннервируютъ верхнюю конечность.

е. *Шейная часть спинного мозга* соотвѣтствуетъ тремъ первымъ шейнымъ позвонкамъ и даетъ начало 4-мъ первымъ парамъ шейныхъ нервовъ. Чувствительныя волокна, отходящіе отсюда, иннервируютъ шею (затылочная область, ухо и передняя часть шеи), двигательныя волокна—мышцы, управляющія различными движеніями головы на туловищѣ (наклоненіе, поворачиваніе въ стороны, подыманіе головы), а также діафрагму (nn. phrenici).

Б. Рефлексы на органы растительной жизни.—Въ спинномъ мозгу расположены также рефлекторныя центры для произвольныхъ движеній органовъ растительной жизни (сокращенія внутреннихъ органовъ, отдѣленіе соковъ). Эти центры лежатъ въ тѣхъ частяхъ сѣраго вещества, откуда выходятъ соотвѣтствующіе нервы. Подобно предыдущимъ, эти центры стоятъ въ связи съ высшими центрами, но, повидимому, подчинены имъ въ меньшей степени, такъ что органъ можетъ работать исключительно рефлекторнымъ путемъ. Извѣстны слѣдующіе центры этой категоріи:

а. *Centrum cilio-spinale*.—Этотъ центръ расположенъ въ нижней порціи шейной части спинного мозга и въ верхнихъ частяхъ его груднаго отдѣла; онъ завѣдуетъ расширеніемъ зрачка (см. *зрачекъ*).

б. *Сердечный центръ*.—Расположенъ въ той же области, какъ предыдущій; отъ него отходятъ ускоряющія волокна, переходящіе затѣмъ въ симпатическую нервную систему (см. *ускоряющіе нервы сердца*).

Три слѣдующихъ центра расположены въ нижней части спинного мозга, у человѣка въ медуллярномъ конусѣ:

в. *Centrum ano-spinale*.—Расположенъ въ поясничной части; онъ дѣйствуетъ на сфинктеръ задняго прохода, поддерживая его тонусъ.

г. *Centrum vesico-spinale*.—Завѣдуетъ сокращеніемъ пузыря. Повидимому, этотъ центръ двойной: часть его дѣйствуетъ на мышцы пузыря стѣнки, другая часть связана съ мышцами шейки пузыря. Послѣ перерѣзки спинного мозга выше этого центра, мочеиспусканіе можетъ происходить по рефлексу при щекотаніи головки члена.

д. *Centrum genito-spinale*.—У самцовъ онъ управляетъ сокращеніями мышцъ сѣменныхъ пузырьковъ и выносящихъ протоковъ; въ составѣ его находится также центръ для эрекции, т. е. центръ, изъ котораго исходятъ сосудорасширяющіе нервы полового члена (nn. erigentes Эгардта). Послѣ перерѣзки спинного мозга надъ этимъ центромъ возможно еще вызывать эрекцію и эякуляцію рефлекторнымъ путемъ. У самки описываемый центръ управляетъ движеніями матки и влагалища. У суки, у которой спинной мозгъ былъ перерѣзанъ въ грудной части, оплодотвореніе и родовая актъ могутъ происходить совершенно нормально.

е. *Другіе центры*.—Что касается дыхательныхъ, сосудодвигательныхъ и потоотдѣлительныхъ центровъ,—о нихъ сказано выше.

Локалізація рефлекторныхъ центровъ и подраздѣленіе спинного мозга на сегменты даютъ клиницисту возможность опредѣлить, на какомъ приблизительно уровнѣ поврежденъ спинной мозгъ. При постановкѣ діагноза клиницистъ опирается на изученіе поясовъ чувствительнаго и двигательнаго паралича и на состояніе рефлексовъ. Что касается послѣднихъ, то существуетъ физиологическій законъ, въ силу котораго рефлексы, центры которыхъ находятся въ области пораженной части, исчезаютъ, межъ тѣмъ какъ рефлекторные центры, лежащіе ниже мѣста пораженія, сохраняютъ свою функцію, и даже наблюдается усиленіе этихъ рефлексовъ. Клинически правило это подтверждается, хотя и съ исключеніями; именно, нередко случается наблюдать, что у человѣка послѣ перерѣзки спинного мозга исчезаютъ рефлексы ниже мѣста поврежденія. Исходя изъ этихъ отрицательныхъ случаевъ, Фанъ Гехухтенъ высказалъ предположеніе, что у человѣка центры клиническихъ рефлексовъ заложены не въ спинномъ мозгу, а въ высшихъ нервныхъ центрахъ; центры для кожныхъ рефлексовъ лежатъ въ корѣ мозга, для сухожильныхъ рефлексовъ въ красныхъ ядрахъ. Теорія эта ни въ коемъ случаѣ не можетъ быть признана вѣрной, такъ какъ она находится въ противорѣчій не только съ данными физиологіи, но также съ тѣми положительными клиническими случаями, въ которыхъ сохранились рефлексы ниже мѣста поврежденія.

Установленное клинически исчезновеніе рефлексовъ, центры которыхъ расположены ниже мѣста поврежденія, должно быть объяснено инымъ путемъ. Возможно либо поврежденіе спинномозговыхъ центровъ шокомъ, либо вторичныя измѣненія нервовъ или нервныхъ клѣтокъ ниже мѣста поврежденія.

4. Послѣдствія разрушенія спинного мозга.—Разрушеніе спинного мозга вызываетъ не только расстройство чувствительности и движенія (рефлекторнаго и произвольнаго), но влечетъ за собой также настолько серьезныя расстройства въ органахъ растительной жизни, что жизнь животнаго становится, повидимому, невозможной. Сосуды теряютъ тонусъ и расширяются, кровяное давленіе падаетъ до очень низкихъ величинъ, и температура внутри тѣла значительно понижается; появляются трофическія расстройства (изъязвленія на тѣхъ пунктахъ кожи, которые подвергаются давленію, атрофія мышцъ и проч.); наблюдается недержаніе мочи и кала. Все эти явленія имѣютъ мѣсто у человѣка при воспаленіи спинного мозга.

На основаніи этихъ наблюденій до послѣдняго времени думали, что отправления спинного мозга безусловно необходимы для жизни. Но интересныя опыты Гольца и Эвальда показали, что этотъ взглядъ не вполне правиленъ. Этимъ ученымъ удалось поддержать жизнь животныхъ, у которыхъ была разрушена большая часть спинного мозга. Такъ, напр., собакѣ, послѣ перерѣзки спинного мозга въ шейной части выше выхода нервовъ верхней конечности, удалось сохранить жизнь, принимая извѣстныя предосторожности, имѣющія цѣлью устраненіе трофическихъ расстройствъ въ кожѣ и паденія температуры тѣла; затѣмъ, черезъ нѣкоторое время у этой собаки была вырѣзана поясничная и крестцовая часть спинного мозга. Такимъ образомъ, центральная нервная система этого животнаго была раздѣлена на три части: передняя часть состояла изъ головнаго и шейной части спинного мозга, средняя—изъ груднаго отдѣла спинного мозга, на-

конецъ, въ нижней части центральная нервная система была разрушена совершенно. Часть тѣла животнаго, иннервируемая переднимъ сегментомъ, дышитъ и ѣсть не только за себя, но и за остальныхъ два сегмента, но не заботится о нихъ (однажды собака отгрызла себѣ кусокъ лапы до сустава). Средняя часть животнаго обнаруживаетъ только нѣсколько жизненныхъ явленій, состоящихъ изъ болѣе или менѣе сложныхъ рефлексовъ (дрожь при обливаніи холодной водой, изгибаніе позвоночника при поглаживаніи). Въ заднемъ сегментѣ рефлексъ сильно ослабленъ, однако, сохраняютъ еще значительную сложность. Жомъ задняго прохода сохранилъ въ извѣстной мѣрѣ свой тонусъ, что стоитъ въ противорѣчій съ господствующимъ взглядомъ; приходится допустить, что sphincter ani, кромѣ центральной иннервации изъ головного и спинного мозга, обладаетъ еще какой то иннервацией, быть можетъ, заложенной внутри самой мышцы.

Нѣсколько недѣль спустя послѣ операціи пищеварительные процессы совершаются вполне нормально, опорожненія кишечника происходятъ правильно; то же самое относится къ мочеиспусканію. Моча остается свѣтлой и не содержитъ ни бѣлка, ни сахара. Тонусъ сосудовъ также черезъ нѣсколько дней восстанавливается, и животное становится вновь способнымъ бороться противъ охлажденія и сохранять температуру тѣла. Во всякомъ случаѣ животное обнаруживаетъ трофическія разстройства; мышцы перерождаются, замѣняясь тяжами соединительной ткани, кости подвергаются глубокимъ измѣненіямъ, волосы передняго сегмента сохраняютъ свой нормальный блескъ, а на заднемъ сегментѣ они становятся тусклыми и легко выпадаютъ.

Изъ этихъ опытовъ можно сдѣлать выводъ, что въ отсутствіи спинного мозга симпатическая нервная система пріобрѣтаетъ важное значеніе и поддерживаетъ въ удовлетворительномъ состояніи различныя функціи, которыя, по общепринятому взгляду, считались подчиненными исключительно спинному мозгу.

2-ой отд.—Продолговатый мозгъ и Вароллиевъ мостъ.

Въ продолговатомъ мозгу и Вароллиевомъ мосту, кромѣ продолженія бѣлаго и сѣраго вещества спинного мозга, мы встрѣчаемъ новыя системы центровъ и проводниковъ.

Столбы спинного мозга продолжаютъ и на протяженіи продолговатаго, но ихъ положеніе измѣняется. Прямой и перекрестный пирамидные пучки помещаются въ переднихъ частяхъ продолговатаго мозга, образуя его пирамиды; прямой пирамидный пучекъ, испытывающій, какъ извѣстно, перекрестъ въ спинномъ мозгу, въ продолговатомъ идетъ съ той же стороны, какъ и въ спинномъ; перекрестный пирамидный пучекъ выходитъ изъ состава бокового столба и перекрещивается въ нижней части продолговатаго мозга съ такимъ же пучкомъ другой стороны, направляясь внутрь и впередъ (*decussatio pyramidum*). Оба эти пучка, какъ упомянуто выше, происходятъ отъ двигательныхъ клѣтокъ мозговой коры; слѣдуя по ихъ пути въ центростремительномъ направленіи, т. е. въ направленіи, противоположномъ обычному направленію нерваго возбужденія въ этихъ пучкахъ, можно прослѣдить, что эти пучки восходятъ къ Вароллиеву мосту.

проникая подъ его поверхностныя дугообразныя волокна, затѣмъ входятъ въ составъ основанія мозговой ножки и проникаютъ, наконецъ, въ большой мозгъ. Въ составѣ пирамиднаго пути находятся волокна, не спускающіяся въ спинной мозгъ, а оканчивающіяся въ двигательныхъ ядрахъ продолговатаго мозга и Вароліева моста; это—т. назыв. бульварная часть пирамиднаго пучка; волокна этой части также выходятъ изъ пирамидныхъ клѣтокъ двигательной области мозговой коры, а конечными своими развѣтвленіями вступаютъ въ связъ съ двигательными ядрами черепныхъ нервовъ. Эти бульбарныя волокна также подвергаются перекресту, только гораздо выше спинномозговыхъ волоконъ, въ Вароліевомъ мосту (рис. 224).

Волокна заднихъ столбовъ оканчиваются, какъ мы уже говорили, въ ядрахъ клиновиднаго и нѣжнаго пучка. Невриты, начинающіеся отъ клѣтокъ этихъ ядеръ, перекрещиваются съ одноименными волокнами другой стороны (*чувствительный перекрестъ*, происходящій немного выше *decussatio pyramidum*). Далѣе они поднимаются вверхъ по продолговатому мозгу и Вароліеву мосту, сначала располагаясь сзади пирамиды, а затѣмъ отодвигаясь все болѣе и болѣе кнаружи. На этомъ пути къ нимъ присоединяются волокна, исходящія изъ чувствительныхъ ядеръ, заложенныхъ въ продолговатомъ мозгу и Вароліевомъ мосту, въ которыхъ оканчиваются черепные чувствующие нервы (рис. 226). Совокупность всѣхъ этихъ волоконъ называется чувствительнымъ пучкомъ или *петлей*; онъ поднимается къ полушаріямъ мозга, проходя черезъ верхній отдѣлъ мозговой ножки (т. назыв. *чепецъ*).

Прямые мозжечковыя пучки остаются на той же сторонѣ и входятъ въ мозжечковое полушаріе черезъ веревочное тѣло. Вслѣдствіе перехода всѣхъ перечисленныхъ волоконъ въ новыя области, боковой столбъ спинного мозга уменьшается все болѣе и болѣе и въ концѣ концовъ въ продолговатомъ мозгу состоитъ только изъ основного пучка (или глубокаго бокового пучка); наоборотъ, передній столбъ въ области продолговатаго мозга увеличивается въ объемъ вслѣдствіе присоединенія къ нему перекрестнаго пирамиднаго пучка и чувствительныхъ волоконъ петли.

Бѣлое вещество въ продолговатомъ мозгу и въ Вароліевомъ мосту увеличивается въ объемъ благодаря присоединенію новыхъ волоконъ: въ продолговатомъ мозгу присоединяются *нижнія мозжечковыя ножки* и дугообразныя волокна, въ Вароліевомъ мосту—*среднія мозжечковыя ножки*; кромѣ

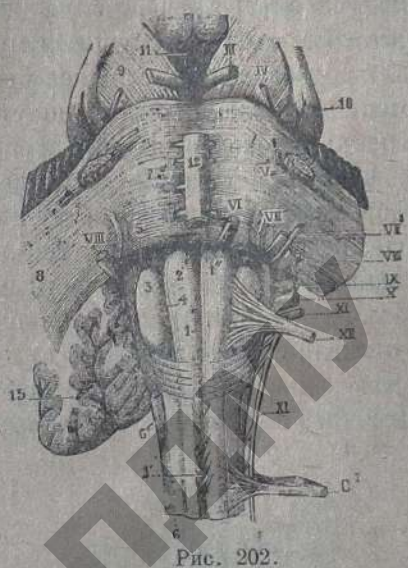


Рис. 202.

Продолговатый мозгъ и Вароліевъ мостъ, видъ спереди (по Testut).

1. Передняя срединная борозда продолговатаго мозга съ 1' перекрестомъ пирамидныхъ пучковъ.
- 1''—слѣзное отверстие. 2—передній пирамиды. 3—оливка. 4—борозда, отдѣляющая оливу отъ пирамиды. 5—fossa supraolivaris. 6—боковой пучекъ съ 6'—tuberculi. Rolandi. 7—Вароліевъ мостъ. 8—среднія мозжечковыя ножки. 9—ножки большого мозга. 10—Tractus opticus и corpora geniculata. 11—spat. interpeduncul. 12—Truncus basillaris. 13—мозжечекъ. III, IV, V и пр. — 3-ья, 4-ая, 5-ая и т. д. пара черепныхъ нервовъ. C¹—первая пара шейныхъ нервовъ.

того, въ томъ и другомъ изъ описываемыхъ отдѣловъ присоединяются въ большомъ числѣ ассоціативныя волокна, служащія для связи различныхъ областей сѣраго вещества между собою. Нижняя мозжечковая ножка, или *веревочное тѣло*, кажущееся простымъ продолженіемъ задняго столба, на дѣлѣ имѣетъ очень сложное строеніе: она состоитъ изъ слѣдующихъ пучковъ, поднимающихся къ полушаріямъ мозжечка: 1) прямой мозжечковый пучекъ; 2) волокна, идущія отъ оливы и бокового ядра продолговатаго мозга; 3) волокна, служащія продолженіемъ переднихъ и заднихъ наружныхъ дугообразныхъ волоконъ и берущія начало въ сѣромъ сѣтевидномъ веществѣ продолговатаго мозга (рис. 202). Всѣ эти волокна направляются къ мозжечку и занимаютъ наружную часть нижнихъ ножекъ мозжечка. Внутренняя же часть ихъ занята: 4) происходящими отъ вестибулярнаго нерва восходящими и нисходящими волокнами; 5) нисходящимъ пучкомъ, идущимъ отъ продолговатаго мозга къ мозжечку (крючковатый пучекъ Russell'я) и соединяющимъ ядро крыши мозжечка съ сѣрымъ веществомъ продолговатаго мозга.

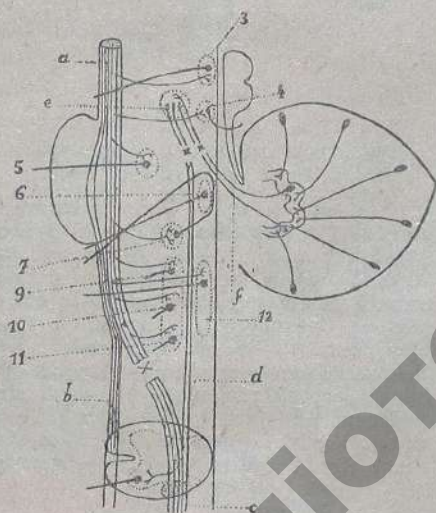


Рис. 203.

Схема двигательныхъ ядеръ черепныхъ нервовъ.

a—пирамидный пучекъ, отдающій на своемъ пути черезъ продолговатый мозгъ и Вароллиевъ мостъ коллатерали къ двигательнымъ ядрамъ черепныхъ нервовъ. *b*—пучекъ Тюрка. *c*—перекрестный пирамидный пучекъ. *d*—рубро-спинальный пучекъ, начинающійся отъ красного ядра. *e*; *f*—верхняя мозжечковая ножка, приходящая отъ мозжечковой оливы и направляющаяся къ красному ядру. 3—ядро глазодвигательнаго нерва. 4—ядро блуждающаго нерва. 5—двигательное ядро тройничнаго нерва. 6—ядро отводящаго нерва и добавочное ядро лицеваго нерва. 7—ядро лицеваго нерва. 9—ядро языкоглоточнаго нерва. 10—ядро блуждающаго нерва. 11—ядро Виллизиева нерва. 12—ядро язычнаго нерва.

участки вслѣдствіе формировація отдѣльныхъ ядеръ черепныхъ нервовъ. Одни изъ этихъ ядеръ—двигательныя (рис. 203), слѣдов., состоятъ изъ ко-

Вся центральная часть Вароллиева моста состоитъ изъ компактныхъ пучковъ поперечныхъ волоконъ, входящихъ въ составъ среднихъ мозжечковыхъ ножекъ; одни изъ этихъ волоконъ устанавливаютъ связь между двумя полушаріями мозжечка; другія, составляющія большинство, начинаются отъ ядеръ моста (разсѣянныхъ среди поперечныхъ волоконъ Вароллиева моста) или же отъ сѣраго вещества въ верхнемъ этажѣ Вароллиева моста и идутъ къ корѣ обоихъ мозжечковыхъ полушарій (рис. 225). Съ другой стороны, волокна, происходящія отъ двигательной части мозговой коры и идущія въ составѣ пирамидныхъ путей, заканчиваются въ ядрахъ моста. Дорзальная часть продолговатаго мозга состоитъ изъ большого числа волоконъ, перекрещивающихся по средней линіи и образующихъ собой т. назыв. *garhe*; это—*внутреннія дугообразныя волокна*; относительно связей этихъ волоконъ извѣстно еще очень мало.

Сѣрое вещество спинного мозга продолжается въ продолговатомъ мозгу, но его фигура здѣсь значительно мѣняется вслѣдствіе перемѣщенія и перекреста волоконъ столбовъ и вслѣдствіе образования дна четвертаго желудочка; передніе и задніе рога разбиваются на отдѣльные

решковыхъ клітокъ (подобныхъ кліткамъ переднихъ роговъ спинного мозга), отдающихъ невритъ, входящій потомъ въ составъ двигательнаго черепного нерва. Рядъ этихъ ядеръ образуетъ въ продолговатомъ мозгу продолженіе переднихъ роговъ спинного мозга; продолженіемъ основанія роговъ служатъ (на внутренней части дна четвертаго желудочка) ядра подъязычнаго, отводящаго и добавочное ядро лицевого нерва, ядра блокового и глазодвигательнаго нервовъ; продолженіемъ передней части роговъ (передней двигательной колонны) являются переднебоковое ядро Штиллинга или двигательное ядро смѣшанныхъ черепныхъ нервовъ (языкоглоточнаго, блуждающаго и Виллизіева), ядро лицевого и двигательное ядро тройничнаго нерва. Остальные ядра черепныхъ нервовъ (см. рис. 204) стоятъ въ связи съ чувствительными волокнами этихъ послѣднихъ и являются, такимъ образомъ, продолженіемъ заднихъ роговъ; на продолженіи основанія заднихъ роговъ лежатъ (въ наружныхъ частяхъ дна четвертаго желудочка) ядро слухового нерва и чувствительныя ядра смѣшанныхъ черепныхъ нервовъ; на продолженіи головки задняго рога расположено чувствительное ядро тройничнаго нерва. Двигательныя ядра являются началомъ двигательныхъ черепныхъ нервовъ; но нельзя сказать того же самаго о чувствительныхъ ядрахъ; начало чувствительныхъ нервовъ расположено въ гангліяхъ, лежащихъ внѣ черепноспинной нервной оси; такими гангліями для спинномозговыхъ нервовъ служатъ межпозвоночные узлы, а для черепныхъ нервовъ соответствующіе узлы, расположенные на протяженіи этихъ нервовъ (Гассеровъ узелъ для тройничнаго нерва, узелъ Андерша для языкоглоточнаго и яремный узелъ для блуждающаго). Невриты клітокъ, входящихъ въ составъ этихъ узловъ, вступаютъ въ связь съ клітками, составляющими ядра чувствительныхъ нервовъ; слѣдовательно, эти ядра служатъ не началомъ, а окончаніемъ чувствительныхъ волоконъ.

Добавочными массами сѣраго вещества въ продолговатомъ мозгу являются олива и добавочная олива, ядра Голля и Бурдаха, боковое ядро; въ Вароліевомъ мосту присоединяется верхняя олива и ядро трапецивиднаго тѣла. Помимо этихъ тѣсно сплоченныхъ группъ клітокъ, среди переплетающихся во всѣхъ направленіяхъ бѣлыхъ волоконъ Вароліева моста и продолговатаго мозга разсѣяны многочисленные нервныя клітки; эта смѣшанная ткань носить названіе *сктевиднаго образованія*.

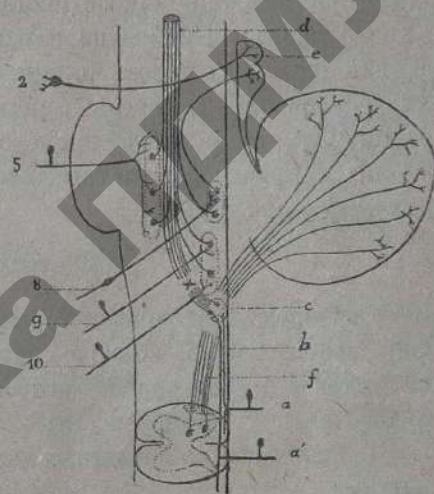


Рис. 204.

Схема чувствительныхъ ядеръ черепныхъ нервовъ и ихъ связей.

a, a' — волокна заднихъ корешковъ спинного мозга; *b* — лучи Голля и Бурдаха, заканчивающіеся въ соответствующихъ же ядрахъ *c*; *d* — чувствительный пучекъ, составленный изъ волоконъ, приходящихъ отъ ядеръ Голля и Бурдаха и отъ некоторыхъ чувствительныхъ ядеръ черепныхъ нервовъ; *e* — четверохолміе *f* — правой мозжечковой пучекъ; 2 — зрительный нервъ; 5 — тройничный нервъ, чувствительная его часть; 8 — слуховой нервъ; 9 — языко-глоточный нервъ; 10 — блуждающій нервъ (чувствительныя волокна его).

Эти анатомическія данныя уже даютъ понятіе о проводящихъ путяхъ и о разнообразныхъ нервныхъ центрахъ въ области продолговатаго мозга и Вароліева моста.

§ 1. Проводящіе пути.

Раздраженіе поверхности пирамидъ продолговатаго мозга вызываетъ движеніе въ противоположной половинѣ тѣла; если раздраженіе проникаетъ въ глубину пирамидъ, оно вызываетъ боль; перерѣзка пирамидъ вызываетъ параличъ, перерѣзка волоконъ петли—анестезію на противоположной сторонѣ тѣла (*гемиплегія* и *геміанестезія*). Что касается двигательнаго паралича, онъ бываетъ перекрестнымъ одновременно на лицѣ и въ туловищѣ только въ томъ случаѣ, если пораненіе нанесено въ самыхъ высшихъ частяхъ Вароліева моста, т. е. выше перекреста всѣхъ двигательныхъ волоконъ; если же перерѣзка производится въ средней части моста, разрѣвъ проходитъ черезъ пирамидные пути черепныхъ нервовъ уже послѣ ихъ перекреста, а черезъ пирамидные пути для туловища раньше перекреста; вслѣдствіе этого происходитъ параличъ лицевыхъ мышцъ той же стороны и прочихъ скелетныхъ мышцъ на противоположной сторонѣ (*перекрестный параличъ*).

§ 2. Нервные центры.

Рефлексы, центромъ которыхъ служатъ продолговатый мозгъ и Вароліевъ мостъ, можно, подобно спинномозговымъ рефлексамъ, раздѣлить на двѣ категоріи; къ первой относятся рефлексы на скелетныя мышцы, ко второй—на внутренніе органы.

1. Рефлексы на скелетныя мышцы.—Ядра черепныхъ нервовъ служатъ центрами нѣкоторыхъ специальныхъ рефлексовъ; здѣсь находится мимическій центръ для лица, жевательный и сосательный центры, центръ фонаціи, мигательный центръ, центръ для движенія вѣкъ, центръ для движенія глазъ. По изслѣдованіямъ Дюваля, центръ для движенія глазъ расположенъ на уровнѣ ядра VI-й пары и соединенъ съ ядромъ глазодвигательнаго и блокового нерва; вслѣдствіе этого возможно координированное дѣйствіе всѣхъ глазныхъ мышцъ. Далѣе, предполагаютъ, что въ Вароліевомъ мосту расположенъ координаціонный центръ для движеній, принимающихъ участіе при стояніи и ходьбѣ, а Ловже и Вюльпианъ считаютъ Вароліевъ мостъ, кромѣ того, чувствительнымъ центромъ. Въ самомъ дѣлѣ, послѣ удаленія частей мозга, расположенныхъ выше продолговатаго мозга, животное въ состояніи держаться на ногахъ и выполнять локомоторныя движенія; оно кричитъ и бьется при раздраженіи чувствительнаго нерва; испускаемые имъ крики, продолжительные и жалобные, указываютъ, по видимому, на ощущеніе боли; послѣ удаленія Вароліева моста до продолговатаго мозга животное издаетъ лишь короткій, отрывистый крикъ. Вюльпианъ наблюдалъ, что крыса, у которой удалены полушарія большого мозга, дрожить, когда вблизи животнаго раздается неожиданный шумъ, напр., ворчаніе кошки. Поэтому Вюльпианъ считаетъ Вароліевъ мостъ центромъ для выраженія душевныхъ движеній. Однако, мы совершенно не въ состояніи рѣшить, сопровождаются ли при этихъ условіяхъ ощущенія сознаниемъ; все, что

можно сказать, это лишь, что раздраженіе вызываетъ тѣ же самыя движенія, какія имѣютъ мѣсто при сознательныхъ ощущеніяхъ. Но надо помнить, что всѣ эти движенія могутъ быть чисто рефлекторными, хотя и очень сложными актами, такъ какъ обычная реакція животнаго на болевое раздраженіе не даетъ повода дѣлать заключеніе, что животное дѣйствительно ощущаетъ при этомъ боль; наоборотъ, существуетъ много поводовъ думать, что воспріятіе опущеній происходитъ только въ мозговыхъ полушаріяхъ. Такъ, въ начальныхъ стадіяхъ хлороформеннаго наркоза сознаніе исчезаетъ вмѣстѣ съ возбудимостью большихъ полушарій мозга; но центры средняго мозга сохраняютъ еще возбудимость и раздраженіе ихъ проявляется въ стопахъ и крикахъ, хотя сознаніе при этомъ уже отсутствуетъ.

2. Рефлексы на внутренніе органы.—Мы уже разсматривали въ соответствующихъ главахъ дѣйствіе рефлекторныхъ центровъ этой категоріи. Поэтому, отсылая читателя къ сказанному выше, мы ограничимся перечисленіемъ этихъ центровъ: дыхательный центръ, задерживающій сердечный центръ, сосудодвигательный, тепловой, глотательный, секреторные центры, центръ, завѣдующій процессомъ образованія сахара, потоотдѣлительные, слюноотдѣлительные центры.

3-й отд.—Среднія части мозга.

Въ составъ среднихъ частей мозга входятъ, кромѣ Варолліева моста, отнесеннаго нами къ продолговатому мозгу, еще мозжечекъ, четверохолміе и ножки къ большому мозгу и мозжечку. Мы сперва отдадимъ себѣ отчетъ въ функціяхъ всѣхъ этихъ отдѣловъ въ совокупности, послѣ разберемъ роль каждаго изъ нихъ отдѣльно.

§ 1. Функціи среднихъ частей мозга вообще.

Внимательное изученіе функцій животныхъ, у которыхъ удалены полушарія большого мозга, дастъ намъ понятіе о роли центровъ среднихъ частей мозга; въ то же время выпадающія при этомъ функціи укажутъ въ общихъ чертахъ на главныя отправленія удаленныхъ полушарій.

1. Послѣдствія удаленія большого мозга.—Послѣ удаленія полушарій большого мозга у животныхъ исчезаютъ всѣ психическія отправленія; сознательныхъ ощущеній и произвольныхъ движеній такое животное совершенно не обнаруживаетъ. Остающіяся у него функціи бываютъ различными, смотря по ступени зоологической лѣстницы, на которой стоитъ это животное, т. е. смотря по тому, какую роль играютъ мозговья полушарія среди отправленій всей нервной системы этого животнаго.

Лягушка, лишенная головного мозга, настолько похожа на нормальную лягушку, что ихъ можно просто смѣшать другъ съ другомъ; ея поза совершенно нормальна; если ее опрокинуть на спину, она тотчасъ же переворачивается; при раздраженіи она прыгаетъ; если бросить ее въ воду, она начинаетъ плавать, и притомъ всѣ ея движенія точно координированы. Лягушка избѣгаетъ препятствія и прекрасно сохраняетъ равновѣсіе тѣла; если помѣстить животное на пластинку и эту пластинку мало-по-малу наклонять, лягушку переползаетъ съ верхняго края пластинки на верхній

безо всякихъ колебаній (опытъ Гольца, т. назыв. акробатическій опытъ). При поглаживаніи кожи спины, животное квакаетъ, выражая удовольствіе. И однако, такая лягушка значительно отличается отъ нормальной; во-первыхъ, замѣчательно то, что когда животное ничѣмъ не раздражается, оно остается неподвижнымъ неопредѣленно долгое время; слѣдовательно, всѣ движенія этого животнаго раффлекторнаго характера и вызываются непосредственно периферическими раздраженіями. Далѣе, животное самопривольно не принимаетъ совершенно пищи, хотя бы она лежала непосредственно около животнаго и хотя глотаніе происходитъ у него вполне нормально, если ввести пищу въ ротъ такой лягушкѣ; а сама по себѣ она можетъ умереть среди полнаго изобилія пищи; всякія желанія, всякія потребности, всякіе инстинкты исчезаютъ у такого животнаго¹⁾.

Голубь, у котораго вырѣзанъ мозгъ (рис. 205), остается неподвижнымъ, въ полуснѣ, съ закрытыми глазами, съ головой и шеей втянутой внутрь (рис. 206); онъ поддерживаетъ нормально равновѣсіе тѣла; если толкнуть его,

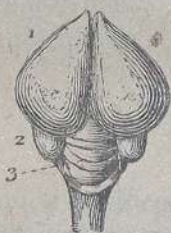


Рис. 205.

Головной мозгъ голубя.

1—полушарія большого мозга. 2—зрительныя доли; 3—мозжечекъ.



Рис. 206.

Голубь послѣ удаленія полушарій большого мозга. (Дальтонъ).

онъ хлопаетъ крыльями, стараясь достигнуть равновѣсія; брошенный на воздухъ, онъ летаетъ, избѣгая препятствій; если ущипнуть его за лапу, онъ производитъ соответствующимъ крыломъ защитительныя движенія; при сильномъ шумѣ онъ дрожитъ. Но какъ только его оставятъ въ покоѣ, онъ впадаетъ снова въ свое подавленное состоя-

ніе. Однако, отъ времени до времени голубь вздрагиваетъ, перестаетъ держать перья взъерошенными, затѣмъ вновь погружается въ сонливость. Подобно лягушкѣ, лишенной мозга, голубь не принимаетъ пищи и умираетъ съ голода, если не кормить его искусственно; но если вкладывать ему пищу въ глотку, онъ ее проглатываетъ, и такимъ образомъ жизнь животнаго можно сохранить въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ и даже цѣлаго года.

У млекопитающихъ удаленіе головного мозга переносятъ только молодые животныя. Послѣ такой операціи у кроликовъ и морскихъ свинокъ наблюдаются въ общемъ тѣ же явленія, что у низшихъ животныхъ. Равновѣсіе тѣла сохраняется, но локомоторная функція значительно понижена; тѣмъ не менѣе животное сохраняетъ способность ходить, прыгать; при раз-

¹⁾ Новѣйшая работа Шрадера показываетъ, что лягушка, лишенная полушарій большого мозга, не только повидимому, а въ дѣйствительности мало отличается отъ нормальной и что самое главное, не теряетъ той активности, которая издавна считалась признакомъ психической жизни; такъ, животное охотится за мухами совершенно такъ же, какъ и нормальное животное. Это зависитъ отъ того, что у лягушекъ полушарія большого мозга не играютъ такой первенствующей роли, какъ у высшихъ животныхъ.

драженіи чувствительнаго нерва; напр., при ущемленіи хвоста животное кричить, стремительно бросается впередъ; однако это движеніе носить характеръ инстинктивнаго, слѣпнаго. Трудно рѣшить, сохранено ли у такого животнаго зрѣніе, или оно отсутствуетъ; тѣмъ не менѣе животное способно избѣгать препятствія, хотя функція органовъ чувствъ значительно измѣнена.

Гольцу удалось сохранить жизнь двумъ собакамъ послѣ удаленія большей части полушарій мозга. Эти животныя не проявляли никакого участія къ окружающему; локомоторная функція не была совершенно утеряна, но движенія были неловкія, неправильныя; на гладкой поверхности животныя скользили и не были въ состояніи удерживать своими лапами кости. Предоставленные самимъ себѣ эти животныя безъ отдыха переходили съ мѣста на мѣсто, не обращая вниманія на происходящее вокругъ нихъ. Чувства ихъ были въ значительной мѣрѣ притуплены. Хотя онѣ казались совершенно слѣпыми, зрачекъ ихъ сокращался отъ свѣта, и онѣ закрывали глаза, если въ темнотѣ направляли на нихъ снопы свѣта; тѣмъ не менѣе наврядъ ли эти животныя могли бы воспользоваться зрѣніемъ. Онѣ не были совершенно глухи, такъ какъ сильный шумъ заставлялъ ихъ встрепетунуться. Онѣ съ большими затрудненіями самостоятельно принимали пищу и часто не могли попасть въ миску, поставленную имъ подъ самый носъ. Кожная чувствительность была значительно притуплена. При ущемленіи лапы, животное отдергивало ее и проявляло попытки укусить. Обѣ собаки представляли собой, по выраженію Гольца, рефлекторныя машины, способныя двигаться, ѣсть, пить. Кожная чувствительность и движенія всѣми мышцами сохранились у обѣихъ собакъ. Главнымъ же недостаткомъ животныхъ, лишенныхъ большихъ полушарій мозга, является потеря всѣхъ тѣхъ проявленій и чувствъ, въ которыхъ участвуетъ разумъ, память, смысленность.

Во всякомъ случаѣ, для высшихъ животныхъ, обезьянъ и человѣка, на основаніи нашихъ общихъ свѣдѣній объ отравленіяхъ головного мозга можно предполагать, что если бы эти животныя перенесли удаленіе головного мозга, то у нихъ исчезла бы и чувствительность, и произвольное движеніе; изъ всѣхъ функцій нервной системы такія животныя сохранили бы, быть можетъ, только нѣсколько рефлексовъ, имѣющихъ совершенно опредѣленное назначеніе, сохраняющихся, напр., и у собаки послѣ удаленія большого мозга. Въ самомъ дѣлѣ, чѣмъ выше мы поднимаемся по зоологической лѣстницѣ, тѣмъ тѣснѣе становится функціональная связь между корковыми центрами полушарій и средними частями мозга, такъ что невозможно устранить первые безъ сильнаго нарушенія функціональной дѣятельности вторыхъ.

Какъ бы ни было, изъ предыдущаго описанія можно видѣть, что животныя, лишенныя большого мозга, становятся автоматами, сохраняющими, кромѣ функцій питанія, нѣкоторыя отравленія, связанныя съ отношеніемъ къ внѣшней средѣ, каковы *поддержаніе равновѣсія тѣла, координація движеній и способность выражать чувства*. Объ этой послѣдней способности мы уже говорили при изложеніи функцій Варолліева моста; теперь намъ предстоитъ подробнѣе заняться центрами, завѣдующими поддержаніемъ тѣла въ равновѣсіи.

2. Поддержаніе равновѣсія тѣла. — Вышеизложенные опыты показывають, что поддержаніе равновѣсія тѣла составляетъ функцію среднихъ частей мозга. Эта функція, при детальномъ изслѣдованіи ея, оказывается состоящей изъ ряда комбинированныхъ рефлекторныхъ движеній, основанныхъ на совмѣстномъ дѣйствіи трехъ нервныхъ приборовъ: 1) системы сигнальныхъ нервовъ, 2) координаціоннаго центра и 3) системы двигательныхъ нервовъ, идущихъ къ мышцамъ, принимающимъ участіе въ процессѣ

Центры равновѣсія и отходящіе отъ нихъ пути будутъ разсмотрѣны ниже. Здѣсь мы коснемся лишь подходящихъ къ нимъ волоконъ. Приводящіе пути центра равновѣсія очень сложны, такъ какъ всякое вѣшнее ощущеніе можетъ вліять на сохраненіе или нарушеніе равновѣсія тѣла. Все множество ощущеній, вліяющихъ на состояніе равновѣсія тѣла, сводится къ 4-мъ категоріямъ: осязательныя ощущенія, кинѣстезическія ощущенія, зрительныя и слуховыя и, наконецъ, ощущенія, исходяція изъ лабиринта. Сигналы, идущіе къ координаціонному центру съ периферіи, имѣютъ своей причиной раздраженіе обычныхъ чувствующихъ нервовъ и нервовъ органовъ чувствъ; ихъ можно раздѣлить на три главныя категоріи: осязательныя, зрительныя сигналы и сигналы, исходящіе изъ ушнаго лабиринта.

а. Осязательныя сигналы. — Въ главѣ о передвиженіи въ пространствѣ, мы уже отмѣчали, что сохраненіе чувствительности безусловно необходимо для регуляціи мышечныхъ движеній, участвующихъ въ поддержаніи равновѣсія и въ передвиженіи; доказательствомъ этого служила та атаксія, которая наступаетъ вслѣдъ за перерѣзкой заднихъ корешковъ или вслѣдствіе перерожденія заднихъ столбовъ спиннаго мозга при спинной сухоткѣ. Послѣ перерѣзки заднихъ корешковъ, какъ и при спинной сухоткѣ, исчезаютъ не только осязательныя ощущенія, но и другія исходяція съ периферіи ощущенія. Если осязательныя ощущенія и оказываютъ безспорное регуляторное вліяніе на наши движенія, то все же они далеко не такъ важны, какъ рядъ ощущеній, извѣстныхъ подъ именемъ *кинѣстезическихъ*.

б. Кинѣстезическія ощущенія. — Сюда относятся ощущенія перемѣщенія, давленія, влеченія, исходнымъ пунктомъ которыхъ являются двигательныя органы, мышцы и сухожилія, связки, сочлененія, а также вѣшніе прокровы тѣла. Благодаря этого рода чувствительности мы воспринимаемъ ощущенія активнаго или пассивнаго перемѣщенія нашего тѣла и отдѣльныхъ его частей, чувство сопротивленія, вѣса, напряженія и усталости. *Кинѣстезіей*, главнымъ образомъ, обусловлена правильность и точность мышечныхъ сокращеній.

в. Зрительныя и слуховыя ощущенія. — Впечатлѣнія, воспринимаемыя органами вѣшнихъ чувствъ, въ значительной степени вліяють на регуляцію движеній. При выполненіи какого-либо движенія намъ на помощь приходитъ глазомѣръ. Въ темнотѣ, напримѣръ, наши движенія становятся неувѣренными. Особенно ярко проявляется важность зрѣнія съ этой стороны у атактиковъ, которымъ глаза замѣняютъ костыли, такъ какъ они при помощи зрѣнія возмѣщаютъ отсутствіе кинѣстезическихъ ощущеній. Некоординированность движеній достигаетъ максимума при переходѣ изъ свѣта къ темнотѣ (симптомъ Romberg'a): атактикъ, стоящій, хотя и съ трудомъ, со сдвинутыми ногами, начинаетъ безпокойно трястись и качаться, если ему велѣть закрыть глаза.

Слуховыя ощущенія также не остаются безъ вліянія на регуляцію нашихъ движеній. Правда, у нормальнаго человѣка они имѣютъ лишь второстепенное значеніе; но они пріобрѣтаютъ большое значеніе для слѣпца, который часто пользуется слухомъ для того, чтобы направлять свои движенія и обходить препятствія. У нѣкоторыхъ животныхъ слухъ играетъ роль настолько тонкаго регулятора движеній, что явилось даже предположеніе о существованіи у нихъ шестого органа чувствъ. Спаланцани доказали, что лишеныя зрѣнія летучія мыши могутъ летать по комнатѣ, не натываясь ни на стѣны, ни на другія препятствія. Доказано, что этой замѣчательной способностью онѣ обязаны слуху. Тогда же были приведены соображенія, говоряція за существованіе особаго мышечнаго чувства. Дале было упомянуто, что зрительныя ощущенія входятъ существенной составной частью въ общую сумму сигналовъ, принимающихъ участіе въ процессѣ поддержанія равновѣсія тѣла.

г. *Сигналы, исходящіе изъ ушного лабиринта.*—Опыты Фигурана показали, что пораненіе полукружныхъ каналовъ внутренняго уха влечетъ за собой значительное разстройство равновѣсія. Этѣхъ каналовъ 3 съ каждой стороны: 2 изъ нихъ вертикальныя, одинъ горизонтальный (рис. 207). У голубя легко обнажить и перерѣзать всѣ эти каналы. При перерѣзкѣ полукружныхъ каналовъ съ одной стороны животное обнаруживаетъ лишь незначительныя и временныя разстройства; при перерѣзкѣ одноименныхъ каналовъ съ обѣихъ сторонъ разстройства равновѣсія становятся очень интенсивными и пріобрѣтаютъ постоянный характеръ. Тотчасъ послѣ перерѣзки горизонтальныхъ каналовъ животное начинаетъ производить быстрыя движенія головой въ горизонтальной плоскости и имѣетъ наклонность вращаться вокругъ вертикальной оси; послѣ перерѣзки вертикальныхъ каналовъ голова колеблется въ вертикальной плоскости, и животное получаетъ стремленіе кувиркаться кзади, а послѣ перерѣзки нижнихъ вертикальныхъ каналовъ животное кувиркается впередъ. Слѣдовательно, во всѣхъ этихъ случаяхъ движеніе происходитъ приблизительно въ плоскости каналовъ. Производя перерѣзку сразу нѣсколькихъ каналовъ, можно вызвать самыя необыкновенныя положенія головы и тѣла. Перерѣзка полукружныхъ каналовъ дѣлаетъ координацію движеній невозможной; животное теряетъ способность ходить и летать; оно бьется въ судорожныхъ движеніяхъ и съ большимъ трудомъ принимаетъ пищу, потому что ему очень трудно схватывать ее.

Перерѣзка слуховаго нерва, вѣрнѣе той его части, которая носитъ названіе *вестибулярнаго нерва*, влечетъ за собой такія же нарушенія равновѣсія. Вестибулярный нервъ начинается отъ различныхъ частей перепон-

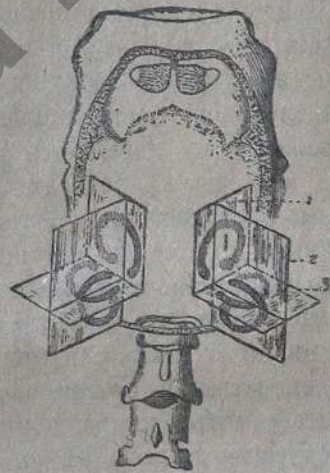


Рис. 207.

Плоскости полукружныхъ каналовъ (по Эвальду).

1—плоскость верхняго полукружнаго канала; 2—плоскость задняго (нижняго вертикальнаго) канала; 3—плоскость наружнаго (горизонтальнаго) канала.

чатаго лабиринта, заканчиваются же его волокна. отчасти подлѣ клѣтокъ *вестибулярнаго ядра* въ продолговатомъ мозгу, отчасти въ ядрѣ крыши мозжечка (см. рис. 219). Сверхъ того вестибулярныя ядра соединены при помощи такъ называемаго задняго продольнаго и вестибуло-спинальнаго пучковъ съ ядрами двигательныхъ глазныхъ нервовъ и съ ядрами спинного мозга. Связь съ мозжечкомъ будетъ описана ниже. Перерѣзка вестибулярнаго нерва путемъ подавленія исходящихъ отъ лабиринта ощущеній приводитъ къ нарушенію равновѣсія. Если произвести этотъ опытъ на живомъ кроликѣ, то голова животного сейчасъ же поворачивается на сторонѣ перерѣзки такимъ образомъ, что затылокъ обращенъ книзу, а носъ кверху. Движеніе это влечетъ за собой паденіе корпуса на сторону операци и вращеніе по продольной оси, напоминающее движеніе при поврежденіи средней мозжечковой ножки. Глазъ, соотвѣтствующій поврежденной сторонѣ, начинаетъ косить кнутри, другой глазъ—кнаружи, при чемъ оба глаза совершаютъ непрерывныя боковыя осцилляторныя движенія (нистагмъ).

Подобныя описаннымъ разстройства равновѣсія наблюдаются и у чловека при т. назыв. *Меньеровой болѣзни*, зависящей отъ поврежденія внутренняго уха. Наблюдающееся при этомъ заболѣваніи головокруженіе есть сознательное ощущеніе, сопровождающее разстройство равновѣсія.

Для объясненія описанныхъ явленій предложено нѣсколько теорій, изъ которыхъ наиболѣе вѣроятная принадлежитъ Гольцу. Сигналы, исходящіе изъ ушнаго лабиринта, имѣютъ своей причиной возбужденіе окончаній слухового нерва давленіемъ эндолимфы въ полукружныхъ каналахъ. Раздраженіе это передается затѣмъ къ центрамъ, координирующимъ движеніе, а также къ центрамъ, воспринимающимъ ощущенія. Полукружные каналы, расположенные по тремъ измѣреніямъ, являются такимъ образомъ исходнымъ пунктомъ ощущеній, ориентирующихъ наше сознаніе относительно положенія, занимаемаго головой и тѣломъ (*пространственное чувство*). Такимъ путемъ мы можемъ отдавать себѣ ясный отчетъ о перемѣщеніяхъ тѣла въ пространствѣ; и притомъ независимо отъ зрительныхъ и осязательныхъ впечатлѣній, ставши съ закрытыми глазами на вращающейся кругъ, мы можемъ судить о направленіи вращенія и его угловой скорости. При извѣстной скорости черезъ нѣкоторое время ощущеніе вращенія и исчезнетъ; но если теперь прекратить вращеніе, получается субъективное ощущеніе вращенія въ противоположномъ смыслѣ; это зависитъ отъ того, что эндолимфа давитъ на концы нервовъ во время вращенія въ одномъ направленіи, а послѣ остановки въ противоположномъ. Если теперь открыть глаза, противорѣчіе между зрительными впечатлѣніями и впечатлѣніями, идущими изъ лабиринта, производитъ въ сознаніи ощущеніе головокруженія (*головокруженіе Пуркинѣ*). Однако, участіе сознанія вовсе не необходимо для того, чтобъ въ этихъ условіяхъ наступили разстройства равновѣсія; поврежденіе полукружныхъ каналовъ у животныхъ съ вырѣзанными полушаріями большого мозга носитъ тотъ же характеръ, что и у нормальныхъ животныхъ; приходится, слѣдовательно, допустить, что центры среднихъ частей мозга вполне достаточны, чтобы преобразовать осязательныя, зрительныя впечатлѣнія и впечатлѣнія, идущія изъ лабиринта, въ двигательную реакцію, имѣющую цѣлью сохранить равновѣсіе тѣла и координировать движеніе.

Предполагали также, что впечатлѣнія, идущія отъ внутренностей, принимаютъ участіе въ процессѣ поддержанія равновѣсія тѣла. Въ самомъ дѣлѣ, извѣстно, что въ брыжжейкѣ кошки, животного съ поразительно развитымъ чувствомъ равновѣсія, встрѣчается много осязательныхъ Пачини-евыхъ тѣлецъ; съ другой стороны, рвота очень часто присоединяется къ болѣзненнымъ разстройствамъ равновѣсія (желудочное и головокруженіе, морская болѣзнь) и часто является слѣдствіемъ поврежденія полукружныхъ каналовъ.

Мы уже указали, что Варолліевъ мостъ играетъ нѣкоторую координаціонную роль при стоянціи и ходьбѣ, но наибольшее значеніе въ этомъ механизмѣ имѣютъ мозжечекъ и четверохолміе.

§ 2.—Функции различныхъ частей среднего мозга.

Мы уже отмѣтили, что Варолліевъ мостъ играетъ роль координаціоннаго центра при стоянціи и ходьбѣ, но главная роль въ этомъ механизмѣ принадлежитъ, безусловно, мозжечку и четверохолмію.

1. Мозжечекъ.—Въ составъ мозжечка входятъ бѣлое и сѣрое вещество. Сѣрое вещество образуетъ въ толщѣ органа особыя ядра, называемыя *мозжечковыми оливами* (рис. 208, *l*) и *ядромъ крышки*; то и другое ядро состоитъ изъ мультиполярныхъ клѣтокъ; на поверхности мозжечка сѣрое вещество образуетъ непрерывный слой, т. назыв. *корковый слой*. Въ составъ его входятъ три пласта, именно послѣдовательно, считая снаружи кнутри: молекулярный слой, слой клѣтокъ Пуркинѣ и ядерный слой. Наболѣе замѣчательнымъ элементомъ коры мозжечка надо считать клѣтку Пуркинѣ, объемистую клѣтку кругловатой формы, отдающую къ поверхности мозжечка очень сильно вѣтвящійся отростокъ, а въ глубину—невритъ, окончаніе котораго неизвѣстно. Тѣло этихъ клѣтокъ окружено развѣтвленіями, происходящими изъ отростковъ другихъ клѣтокъ молекулярнаго слоя. Бѣлое вещество мозжечка состоитъ изъ волоконъ, входящихъ въ составъ его различныхъ ножекъ; ни происхожденіе, ни окончаніе этихъ волоконъ, почти совершенно неизвѣстны. Тѣмъ не менѣе большое число этихъ соединеній мозжечка было точно опредѣлено и результаты вполне согласуются съ тѣмъ, что намъ извѣстно о функціяхъ этого органа. Изъ сдѣланныхъ въ этомъ смыслѣ опытовъ явствуетъ, что мозжечекъ играетъ роль центральнаго органа равновѣсія и въ качествѣ такового служитъ центромъ съ одной стороны для ощущеній, исходящихъ чуть не изъ всѣхъ областей организма, какъ съ периферическихъ покрововъ, такъ и изъ глуболежащихъ органовъ, особенно отъ слухового преддверія, съ другой стороны—для безознательныхъ двигательныхъ импульсовъ изъ большого мозга. Всѣ эти импульсы передаются мозжечкомъ двигательнымъ органамъ, дѣятельность которыхъ координируется имъ въ смыслѣ поддержанія равновѣсія. Съ анатомической точки зрѣнія является вопросъ, по какимъ путямъ передаются мозжечку чувствительные церебральные импульсы и по какимъ путямъ передаются импульсы отъ малаго мозга къ мышцамъ; наконецъ, какія внутреннія связи дѣлаютъ возможнымъ функцію мозжечка, какъ рефлекторнаго центра. Чувствительные импульсы, идущіе изъ спинного мозга,

проводятся пучкомъ Говерса и достигаютъ коры верхняго червячка, минуя мозжечковыя ножки; точно такъ же обстоитъ дѣло и съ волокнами, происходящими изъ чувствительной части тройничнаго нерва. Другіе чувствительные импульсы идутъ чрезъ нижнія мозжечковыя ножки (рис. 208, *e*), они направлены къ червячку (*f*) и проходятъ чрезъ прямой пучекъ Fleischig'a (*a*), чрезъ волокна, соединяющія продолговатый мозгъ съ мозжечкомъ или переднія дугообразныя волокна (*b*) и чрезъ волокна, идущія отъ оливы и ядеръ моста къ мозжечку (*c*, *d*). Наконецъ, нѣкоторые центростремитель-

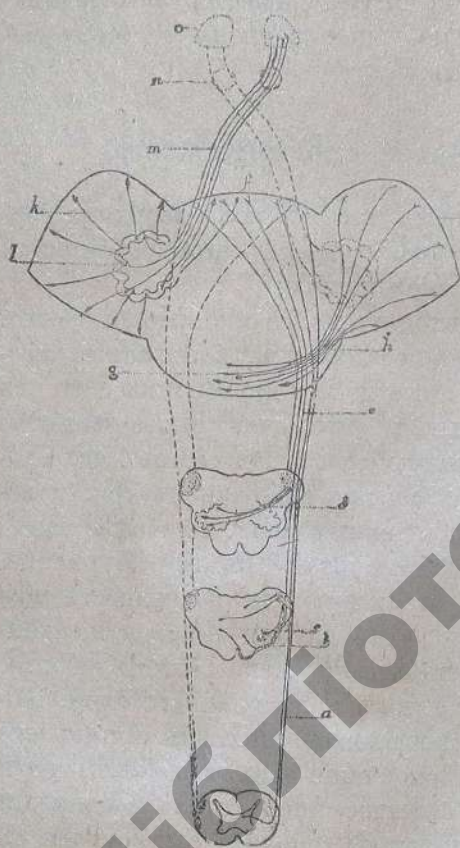


Рис. 208.

Связи мозжечка (по Гезуастену).
Объясненіе см. въ текстѣ.

ные импульсы передаются черезъ среднія мозжечковыя ножки изъ поперечныхъ волоконъ моста (*h*), соединяющихъ сѣрое вещество Варолльева моста (*g*) съ полушаріями мозжечка (*z*). По тому же пути чрезъ среднія мозжечковыя ножки идутъ волокна, соединяющія Вароллиевъ мостъ съ мозжечкомъ и проводящія безсознательные двигательные импульсы, приходящіе со стороны коры большого мозга (рис. 225). Итакъ, всё направляющіяся къ мозжечку ощущенія концентрируются въ немъ на корѣ либо полушарій, либо верхняго червячка.

Волокна (*k*), идущія изъ коры мозжечка къ мозжечковой оливѣ (*l*) и ядру крыши, несутъ импульсы отъ коры мозжечка къ этимъ сѣрымъ массамъ.

Оливы и ядра крыши даютъ начало отходящимъ отъ мозжечка путямъ. Одинъ изъ этихъ путей отходитъ отъ оливы чрезъ верхнія мозжечковыя ножки (*m*). Всё волокна этихъ ножекъ происходятъ изъ оливы и идутъ въ восходящемъ направленіи. Въ чепцѣ ножекъ мозга они перекрещиваются съ волокнами противо-

положной стороны и заканчиваются частью въ зрительномъ бугрѣ (*o*), частью въ сѣромъ веществѣ Варолльева моста и въ красномъ ядрѣ Штиллинга (*n*). Отъ краснаго ядра отходитъ пучекъ волоконъ (рис. 203 и 225), который послѣ пересѣченія срединной линіи спускается въ спинной мозгъ, гдѣ присоединяется къ перекрестному пирамидному пучку. Другой центробѣжный мозжечковый путь начинается въ ядрѣ крыши; ядро это является началомъ нисходящаго пучка, идущаго отъ мозжечка къ продолговатому мозгу (крюковидный пучокъ Russel'я). Онъ лежитъ вдоль внутренняго края нижнихъ мозжечковыхъ ножекъ и проходитъ чрезъ вестибулярныя ядра Дейтерса и Бехтерева (см. рис. 219). Чрезъ посредство этихъ двухъ ядеръ ощущенія

могутъ передаваться всѣмъ двигательнымъ ядрамъ продолговатаго и спинного мозга, либо путемъ вестибуло-спинальнаго пучка, начинающагося отъ ядра Дейтерса, либо путемъ задняго продольнаго пучка, получающаго волокна отъ ядеръ Бехтерева и Дейтерса и принимающаго потомъ участіе въ образованіи передняго столба спинного мозга.

Идущія со стороны преддверія ощущенія достигаютъ ядеръ крыши чрезъ посредство восходящихъ волоконъ вестибулярнаго нерва, а оттуда они передаются, вѣроятно, чрезъ крючковидный пучекъ Russel'я.

Въ конечномъ результатѣ оказывается, что нижнія и среднія мозжечковыя ножки представляютъ собой, главнымъ образомъ, восходящіе пути мозжечка, верхнія же мозжечковыя ножки заключаютъ въ себѣ лишь нисходящія мозжечковыя волокна. Ясно также, что путь отъ мозжечка къ спинному мозгу не представляетъ собой прямого пути, онъ перекрещивается и прерывается въ красныхъ и вестибулярныхъ ядрахъ.

На рис. 208 представлены гипотетическія связи мозжечковыхъ ножекъ съ другими частями нервныхъ центровъ. Волокна верхнихъ *мозжечковыхъ ножекъ* (*m*), выходящихъ изъ мозжечковой оливы, восходятъ къ большому мозгу и, претерпѣвши перекрестъ съ такими же волокнами противоположной стороны ниже четверохолмія, теряются въ красныхъ ядрахъ Штиллинга (*n*) и въ зрительныхъ буграхъ; нижнія мозжечковыя ножки (*e*) состоятъ изъ восходящихъ отъ спинного мозга волоконъ (*прямой мозжечковый пучекъ*), волоконъ, спускающихся отъ мозжечка къ спинному мозгу (*пограничный пучекъ*), далѣе, изъ волоконъ, идущихъ отъ ядеръ нѣжнаго и клиновиднаго пучка той же (*c*) и противоположной (*b*) стороны и, наконецъ, изъ волоконъ, идущихъ отъ *оливы продолговатаго мозга* противоположной стороны. Предполагаютъ, что всѣ эти волокна вступаютъ въ связь съ ядромъ крыши и мозжечковой оливой. *Среднія мозжечковыя ножки* (*h*) состоятъ изъ волоконъ, происходящихъ изъ коры мозжечка; одни изъ нихъ служатъ комиссуральными волокнами между двумя полушаріями мозжечка, другія перекрещиваются въ Варолліевомъ мосту съ одноименными волокнами противоположной стороны и, какъ думаютъ, оканчиваются въ *стврихъ ядрахъ моста*; изъ этихъ ядеръ возникаютъ другія волокна, поднимающіяся въ составѣ основанія мозговой ножки и внутренней капсулы въ корѣ большого мозга. Слѣдовательно, мозжечекъ связанъ со спиннымъ и продолговатымъ мозгомъ, съ Варолліевымъ мостомъ и большимъ мозгомъ; но подробности эти связи не изучены.

Какова функція мозжечка? Этотъ вопросъ пытались выяснитъ отчасти методомъ экстирпации, отчасти методомъ раздраженія.

а. *Удаленіе мозжечка.*—Удаляя послонно мозжечекъ у голубей, Флурансъ наблюдалъ, что прежде всего животное обнаруживаетъ неувѣренность движеній, постепенно усиливающуюся по мѣрѣ того, какъ поврежденіе касалось все болѣе глубокихъ слоевъ; когда мозжечекъ былъ удаленъ полностью, наступала рѣзкая картина неkoordinированности движеній. Голубь безъ мозжечка не обнаруживаетъ никакихъ явленій паралича; онъ не только не сидитъ неподвижно и въ полуснѣ, какъ голубь безъ большого мозга, а наоборотъ, находится въ непрерывномъ движеніи и сильно бьется (рис. 209), никакъ не можетъ достигнуть равновѣсія и соразмѣрить свои движенія съ

поставленной дѣлю; онъ кувьркается во всѣ стороны, а если бросить его на воздухъ, голубь падаетъ, какъ камень. Его чувствительность остается незатронутой; широко открытыми глазами онъ глядитъ по сторонамъ, замѣчаетъ угрожающій ударъ и старается его избѣжать. Изъ своихъ опытовъ Флурансъ сдѣлалъ заключеніе, что мозжечекъ обладаетъ свойствомъ *координировать произвольныя движенія*, выполняемые при помощи другихъ отдѣловъ центральной нервной системы. Слѣдовательно, мозжечекъ является координационнымъ центромъ произвольныхъ движеній. Если, не удаляя всего мозжечка, разрушить только нѣкоторую его часть, расстройства равновѣсія мѣняются, смотря по мѣсту поврежденія. Послѣ разрушенія передней части червячка животное

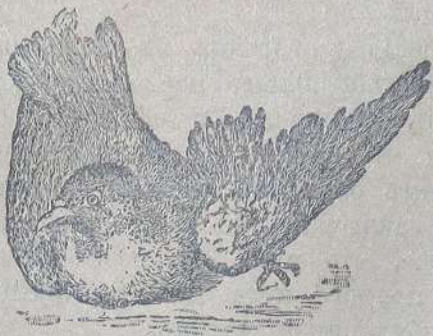


Рис. 209.

Голубь послѣ удаленія мозжечка (Дальтонъ).

шатается и при попыткахъ къ ходьбѣ падаетъ впередъ; послѣ разрушенія заднихъ частей червячка, голова закидывается къзади и животное обнаруживаетъ наклонность падать назадъ. При поврежденіи полушарій мозжечка, получается такой же результатъ, какъ и при поврежденіи средней мозжечковой ножки, т. е. вращеніе въ сторону, о чемъ подробнѣе будетъ сказано ниже. Замѣчательно, что при несимметричномъ пораженіи расстройства бывають гораздо болѣе значительны, чѣмъ при пораженіи симметричномъ съ обѣихъ сторонъ.

Лючіани удалось сохранить въ теченіе долгаго времени жизнь собакъ, у которыхъ былъ удаленъ мозжечекъ. Явленія, наблюдающіяся при этомъ, Лючіани дѣлитъ на явленія раздраженія и явленія выпаденія функціи. Первые состоятъ изъ опистотонуса (судорожное изгибаніе всего тѣла къзади) и изъ тонического вытягиванія конечностей; эти явленія преходящи; наоборотъ, явленія выпаденія функціи принадлежать къ постояннымъ явленіямъ. Эти послѣднія Лючіани дѣлитъ на три группы: *астатическія*, *астеническія* и *атоническія* явленія; совокупность ихъ и составляетъ всю клиническую картину, наблюдаемую послѣ удаленія мозжечка. Оперированное животное вначалѣ не можетъ совершенно стоять; въ дальнѣйшемъ эта *астазія* улучшается, но во всякомъ случаѣ животное навсегда сохраняетъ особую неувѣренность движеній (*мозжечковая атаксія*). Въ противность общепринятому мнѣнію, Лючіани наблюдалъ, что мышечная сила у оперированныхъ животныхъ, особенно въ заднихъ конечностяхъ, значительно падаетъ (*астенія*); расстройство координаціи движеній объясняется, по Лючіани, именно этимъ уменьшеніемъ мышечной силы. Такъ, собаки Лючіани на сушѣ не могли ни стоять, ни тѣмъ болѣе ходить, а брошенные въ воду онѣ хорошо плавають, производя совершенно точно координированныя движенія; но выйти изъ бассейна на берегъ собаки не въ состояніи. Лючіани даетъ слѣдующее объясненіе этому опыту: на сушѣ животное не въ силахъ поддерживать вѣсь собственного тѣла, на водѣ же тѣло плаваетъ въ силу своего низкаго удѣльнаго вѣса, и мышечной силы, развиваемой животнымъ,

оказывается достаточно, чтобы поддерживать и двигать впередъ тѣло животного; координація движеній появляется вслѣдствіе уменьшенія въ водѣ вѣса тѣла и меньшаго запроса на двигательную силу. Съ этой точки зрѣнія понятно, почему при нѣкоторыхъ страданіяхъ мозжечка у людей стояніе и передвиженіе становятся невозможными, въ то время какъ въ лежачемъ положеніи больные могутъ вполне точно управлять своими движеніями. *Атонія* (ослабленіе мышечнаго тонуса), наблюдавшаяся Лючіани на его собакахъ, въ сущности, представляетъ собой частный случай астениі. Впрочемъ, самъ авторъ заявляетъ, что „описанныя три группы явленій (астения, атонія и астазія) очень родственны между собой, соединены другъ съ другомъ тѣсной связью и съ трудомъ отдѣляются одна отъ другой, потому что, повидимому, воѣ три группы служатъ внѣшнимъ проявленіемъ одного и того же процесса“. Далѣе, разрушая одну половину мозжечка, Лючіани ясно показали, что расстройства въ этомъ случаѣ появляются въ мышцахъ той же стороны, на которой произведено поврежденіе. Слѣдовательно, вліяніе мозжечка на движеніе прямое, а не перекрестное, какъ у большого мозга.

Вслѣдъ за Лючіани, Тома тщательно изслѣдовалъ нарушенія равновѣсія, наблюдающіяся у собаки послѣ удаленія мозжечка, особенно подробно были изучены имъ викарныя функціи, развивающіяся по истеченіи нѣкотораго времени. Черезъ 15—20 дней животное въ состояніи стоять, растопыривая лапы, т. е. расширяя площадь опоры (рис. 210 и 211); однако, при всякомъ движеніи, перемѣщающемъ центръ тяжести, оно падаетъ. Позже замѣчается улучшеніе; къ животному понемногу возвращается способность сохранять равновѣсіе, оно въ состояніи ходить, бѣгать, но движенія его неповоротливы, сопровождаются дрожью и раскачиваньемъ всего тѣла; они не носятъ обычнаго автоматическаго характера ходьбы, а напоминаютъ произвольныя движенія; движеніе быстро вызываетъ утомленіе.

Клиника, съ своей стороны, даетъ матеріалъ для изученія функцій мозжечка. У лицъ, страдающихъ болѣзнями мозжечка, походка бываетъ колеблющейся, какъ у пьяныхъ, больной не подымаетъ ногъ, какъ



Рис. 210.

Положеніе собаки при попыткахъ къ ходьбѣ послѣ полного разрушенія мозжечка. Абдукція переднихъ лапъ.

(Рисов. съ моментальной фотографіи).

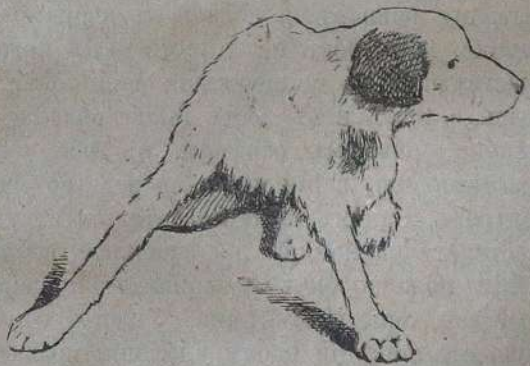


Рис. 211.

Положеніе собаки во время ходьбы въ періодъ улучшенія. Переднія конечности менѣе раздвинуты, передняя половина тѣла выше приподнята надъ землей. Заднія конечности еще волочатся по землѣ.

(По моментальной фотографіи).

атактической больной, но вмѣсто прямой, онъ ходитъ по ломаной линіи, онъ дѣлаетъ зигзаги; кромѣ того, чувствительность сохраняется, симптомъ Ромберга отсутствуетъ.

б. *Раздраженіе мозжечка.*—Электризуя различные участки поверхности мозжечка, Ферье наблюдалъ характерныя движенія головы и глазъ. При раздраженіи передней части червячка у обезьяны (рис. 212_а), глаза дви-

жутся кверху, а голова кзади; при раздраженіи заднихъ частей червячка (1) глаза и голова опускаются книзу; раздраженіе боковыхъ долей (3) вызываетъ движеніе головы и глазъ въ сторону раздраженія; въ общемъ мы наблюдаемъ явленія, противоположныя по смыслу тѣмъ, которыя имѣютъ мѣсто послѣ разрушенія тѣхъ же частей мозжечка. Въ то же время наблюдается суженіе зрачковъ (рѣзче выраженное на сторонѣ раздраженія) и послѣ прекращенія раздраженія *нистагмъ* (колебательное движеніе глазныхъ яблокъ). При продолжительномъ раздраженіи въ конечностяхъ появляются разнаго рода движенія, съ трудомъ поддающіяся описанію.



Рис. 212.

Мозжечекъ обезьяны.

1, 2—червячокъ; 3—боковая доля.

При электризаціи мозжечка по методу Гицига, ставя электроды батареи на сосцевидные отростки, наблюдаютъ головокруженіе; субъекту, надъ которымъ производится опытъ, кажется, что окружающіе предметы вертятся, а его тѣло внезапно опускается на сторонѣ положительнаго полюса. Наблюдается также отклоненіе глазныхъ яблокъ и нистагмъ. Всѣ эти явленія зависятъ, очевидно, отъ раздраженія боковыхъ долей мозжечка.

в. *Функціи мозжечка.* Если на основаніи всѣхъ вышеприведенныхъ опытовъ установить общій взглядъ на функціи мозжечка, его можно разсматривать какъ центръ, приспособляющій различные рефлексы къ поддержанію равновѣсія тѣла и къ координаціи движеній (теорія Флуранса). Однако, мозжечекъ не единственный органъ центральной нервной системы, участвующій въ поддержаніи равновѣсія. Какъ мы видали, продолговатый мозгъ и Вароллиевъ мостъ также обладаютъ этой функціей въ болѣе слабой степени; равнымъ образомъ въ ней участвуютъ четверохолміе, а также мозговья полушарія чрезъ посредство своихъ корковыхъ и подкорковыхъ центровъ. Рядомъ съ бессознательнымъ автоматическимъ равновѣсіемъ, существуетъ равновѣсіе произвольное, сознательное, т. е. регулированіе движеній можетъ быть совершаемо произвольно; въ этомъ случаѣ участіе мозговой коры несомнѣнно. Участіе это выясняется въ явленіяхъ возстановленія функціи послѣ удаленія мозжечка.

Имѣя въ виду сложность механизма, служащаго для поддержанія равновѣсія тѣла, легко понять, что центростремительные пути и центры, входящіе въ его составъ, могутъ взаимно замѣнять другъ друга. Такъ, послѣ удаленія у собаки мозжечка и разрушенія лабиринтовъ возстановленіе равновѣсія совершается при помощи большого мозга, такъ какъ послѣ разрушенія двигательной корковой области большого мозга (*gyrus sigmoidaeus*) оно снова нарушается. Но даже и въ этомъ случаѣ возможно

еще нѣкоторое востановленіе функцій, благодаря зрительнымъ впечатлѣніямъ; въ темной комнатѣ улучшенія не замѣчается (Эвальдъ).

Итакъ, мозжечекъ составляетъ главный органъ *автоматическаго равновѣсія*. Онъ выполняетъ эту функцію, сосредоточивая на себѣ рядъ чувствительныхъ впечатлѣній со стороны различныхъ органовъ чувствъ и перерабатывая эти впечатлѣнія въ двигательныя реакціи, служащія для поддержанія равновѣсія при стояннн и ходьбѣ. Для выполнения этой функціи достаточно одного лишь мозжечка, что ясно изъ результатовъ удаленія мозга у низшихъ животныхъ и даже у болѣе высшихъ видовъ, какъ собака. Но нормально дѣятельность его связана съ дѣятельностью большого мозга, и рефлекторныя пути, участвующіе въ сохраненіи равновѣсія, у нормальнаго животнаго должны быть длиннѣе, чѣмъ у животнаго, лишеннаго мозговыхъ полушарій. Мозжечекъ представляетъ собой мозговую массу, лежащую какъ бы сбоку по пути чувствительныхъ и двигательныхъ перебрспинальныхъ волоконъ (см. непрямые двигательные и чувствительные пути, стр. 428). Онъ вставленъ въ длинныя рефлекторныя пути, тянущіеся къ головному мозгу.

Другое заключеніе, вытекающее отсюда, состоитъ въ томъ, что послѣ удаленія мозжечка, всѣ виды чувствительности остаются ненарушенными и гипотеза *Луссана*, локализовавшаго въ мозжечекъ центръ мышечнаго чувства, неприемлема; что касается гипотезы *Галля*, относящаго въ эту часть центральной нервной системы центръ полового инстинкта, то она не опирается ни на одно заслуживающее вниманія данное. *Флурансъ* наблюдалъ сохраненіе этого инстинкта у пѣтуха, у котораго былъ удаленъ мозжечекъ: животное пыталось накрывать куръ, но безуспѣшно, вслѣдствіе нарушенія равновѣсія.

2. Четверохолміе.—У млекопитающихъ четверохолміе представляетъ собой кругловатыя массы нервнаго вещества съ сѣрымъ ядромъ внутри и со слоемъ бѣлаго вещества снаружн; передніе бугры четверохолмія крупнѣе, задніе—мельче. *Зрительныя* доли рыбъ, рептилій и птицъ анатомически соотвѣтствуютъ четверохолмію позвоночныхъ. Связь этихъ частей съ зрительными трактами очевидна. Зрительный трактъ входитъ въ связь у млекопитающихъ съ передними бугорками четверохолмія (черезъ посредство *наружнаго кольчататаго тѣла*), а у низшихъ животныхъ—съ зрительной долей. Далѣе, четверохолміе связано со многими другими отдѣлами центральной нервной системы, напр., съ петлевымъ слоемъ и съ слуховыми нервами (заднее четверохолміе). Слѣдовательно, отправленія четверохолмія связаны съ зрительнымъ актомъ; кромѣ того, четверохолміе принимаетъ участіе въ механизмѣ сохраненія равновѣсія тѣла.

а. Отношеніе къ зрительному акту.—У низшихъ позвоночныхъ и у тѣхъ млекопитающихъ, глаза которыхъ направлены въ стороны, волокна зрительнаго нерва подвергаются въ *chiasma* полному перекресту; слѣдовательно, здѣсь зрительный трактъ и зрительная доля или передній бугорокъ четверохолмія связаны съ глазомъ противоположной стороны. У млекопитающихъ съ бинокулярнымъ зрѣніемъ связи проходятъ иначе; перекрестъ волоконъ въ *chiasma* у нихъ неполный, такъ что въ составъ зрительнаго тракта на каждой сторонѣ входятъ волокна, идущія отъ наружной поло-

вины сѣтчатки глаза той же стороны и отъ внутренней половины сѣтчатки противоположнаго глаза, претерпѣвшія въ *chiasma* перекрестъ (см. рис. 218). Слѣдов., у этихъ животныхъ перерѣзка одного зрительнаго тракта или удаление одного передняго бугорка четверохолмія вызоветъ половинную слѣпоту, которая скажется во вишней части сѣтчатки глаза той же стороны и во внутренней половинѣ сѣтчатки противоположнаго глаза; это разстройство зрѣнія носитъ названіе *одноименной геміопіи* или *геміанопсіи*. Въ составъ зрительныхъ трактовъ входятъ, кромѣ того, комиссуральныя волокна, идущія отъ одного задняго четверохолмія къ другому; эти волокна проходятъ чрезъ заднюю часть хіазмы и чрезъ внутреннее колѣчатое тѣло (*Губденнова комиссура*).

Изъ того факта, что разрушеніе четверохолмія ведетъ къ слѣпотѣ, нельзя дѣлать вывода, что эти образования служатъ зрительными центрами; они являются только вставочнымъ звеномъ на пути зрительныхъ впечатлѣній; чтобъ достигнуть сознанія, послѣднія должны подняться въ кору большихъ полушарій. Удаленіемъ четверохолмія мы прерываемъ зрительный путь къ корѣ и вызываемъ такимъ образомъ слѣпоту. Однако, само по себѣ четверохолміе служитъ также центральнымъ приборомъ, но только для тѣхъ рефлексовъ, которые связаны съ зрѣніемъ. Наболѣе простой изъ этихъ рефлексовъ состоитъ въ томъ, что подъ вліяніемъ свѣта, падающаго на сѣтчатку, зрачекъ суживается. Анатомической основой этого пупиллярнаго (зрачковаго) рефлекса являются тѣ связи, которыя соединяютъ четверохолміе съ ядрами глазодвигательнаго нерва, расположенными немного ниже четверохолмія въ ихъ непосредственномъ сосѣдствѣ. Поэтому этотъ рефлексъ, сохраняющійся послѣ удаленія полушарій большого мозга, исчезаетъ вслѣдъ за разрушеніемъ четверохолмія. Раздраженіе свѣтомъ одного глаза вызываетъ зрачковый рефлексъ на обоихъ глазахъ; это служитъ доказательствомъ того, что движенія, которыя въ нормѣ происходятъ одновременно, чрезъ центръ каждой стороны координированы съ движеніями противоположной стороны. Четверохолміе, кромѣ того, является, повидимому, рефлекторнымъ центромъ для движеній глазныхъ яблокъ, вызываемыхъ зрительными впечатлѣніями и впечатлѣніями, идущими отъ лабиринта. Въ самомъ дѣлѣ, когда свѣтъ падаетъ на боковыя части сѣтчатки, глазное яблоко поворачивается такъ, чтобъ лучъ свѣта упалъ на центральное углубленіе сѣтчатки. И вотъ это движеніе, хотя оно можетъ быть и произвольнымъ, обычно носитъ характеръ рефлекторнаго движенія. Съ другой стороны, связи задняго четверохолмія съ слуховыми нервами объясняютъ движенія глазъ (вращеніе вокругъ передне-задняго діаметра глазнаго яблока), которыя появляются сами собой при наклоненіи головы; это—рефлексы, входящія въ общую сумму тѣхъ рефлекторныхъ движеній, которыя направлены къ сохраненію равновѣсія тѣла. Уже изъ этого можно видѣть, что четверохолміе играетъ извѣстную роль въ процессѣ сохраненія равновѣсія.

б. *Участіе четверохолмія въ механизмъ сохраненія равновѣсія тѣла.*—Четверохолмія развиты въ значительной степени даже у тѣхъ животныхъ, у которыхъ глаза или отсутствуютъ совершенно, или представляются недоразвитыми (кроты, землеройки); это указываетъ, что, кромѣ участія въ зрительномъ актѣ, четверохолміе играетъ еще какую-то роль въ отправленияхъ

центральной нервной системы. Въ самомъ дѣлѣ, Серръ показалъ, что разрушеніе зрительныхъ долей влечетъ за собой разстройства равновѣсія и координаціи движеній. Если у лягушки, у которой напередъ удалены полушарія большого мозга, разрушить зрительныя доли, движенія ея становятся очень тяжелыми и неловкими (Гольцъ); животное движется не скачками, какъ обычно, а передвигая попеременно переднія и заднія конечности, какъ ходятъ, напр., млекопитающія. Если положить животное на спину, оно еще перевертывается; но во всякомъ случаѣ равновѣсіе у такой лягушки разстраивается; она сама не выводитъ своихъ членовъ изъ насильственно приданнаго имъ ненормальнаго положенія, не вбирается вверхъ по наклонной пластинкѣ, а падаетъ, какъ камень, какъ только уклонъ пластинки достигаетъ значительной степени. При поглаживаніи кожи спины такая лягушка не квакаетъ. Надо замѣтить, что у лягушекъ мозжечекъ развитъ очень слабо и, быть можетъ, поэтому зрительныя доли приобретаютъ преобладающее вліяніе на сохраненіе равновѣсія тѣла. Впрочемъ, Ферье убѣдился, что у всѣхъ животныхъ эти образованія выполняютъ качественно одну и ту же роль.

3. Ножки въ мозгу и въ мозжечку.—Въ составѣ мозговой ножки различаютъ два этажа, нижній (*основаніе*) и верхній (т. назыв. *челець*), отдѣленные другъ отъ друга скопленіемъ нервныхъ клѣтокъ (*locus niger*). Роль этихъ клѣтокъ совершенно неизвѣстна. Что касается волоконъ мозговой ножки, то мы уже имѣли случай указывать, что чрезъ основаніе мозговой ножки проходятъ двигательныя волокна, идущія изъ большого мозга къ нижележащимъ центрамъ; челець заключаетъ въ себѣ чувствительныя волокна или т. назыв. петлевой слой, служащій главнымъ чувствительнымъ проводникомъ къ полушаріямъ головного мозга. Въ основаніи мозговой ножки пирамидныя волокна занимаютъ среднія и внутреннія части. Средняя часть состоитъ изъ *пирамиднаго пучка* въ тѣсномъ смыслѣ слова; во внутреннемъ отдѣлѣ проходитъ двигательный пучекъ для черепныхъ нервовъ, называющійся *кольчатимъ пучкомъ*, потому что выше оно проходитъ черезъ т. назыв. *кольцо* внутренней капсулы. Въ наружномъ отдѣлѣ основанія мозговой ножки идетъ пучекъ, связывающій Вароллиевъ мостъ съ корой полушарій. Пучекъ этотъ начинается въ средней части первой височной извилины и заканчивается въ ядрахъ моста.

О составѣ и связяхъ мозжечковыхъ ножекъ мы уже говорили. Перерѣзка мозговой ножки вызываетъ тотчасъ же паденіе животнаго въ противоположную относительно мѣста пораненія сторону, т. е. перекрестную гемиплегію и геміанѣстезію.

Пораненіе мозговыхъ и мозжечковыхъ ножекъ влечетъ за собой очень любопытныя движенія; ихъ можно раздѣлить на двѣ группы: 1) *манежныя движенія* и 2) *вращательныя движенія* (катаніе съ боку на бокъ). При манежныхъ движеніяхъ животное бѣгаетъ по окружности круга, какъ лошадь на аренѣ цирка; это движеніе переходитъ иногда въ *движеніе часовой стрѣлки*; въ этомъ послѣднемъ случаѣ животное вращается вокругъ задняго конца своего тѣла. При вращательныхъ движеніяхъ тѣло животнаго вращается вокругъ переднезадней оси, какъ катящаяся бочка. Манежныя движенія наблюдаются послѣ пораненій мозговой ножки, зрительныхъ долей, полоса-

таго тѣла. Туловище въ этихъ случаяхъ изгибается, голова и глаза поворачиваются въ сторону, и обыкновенно направленіе, въ которомъ поворачивается голова, указываетъ на направленіе вращенія (обычно отъ стороны поврежденія къ здоровой сторонѣ). Одновременно поворачиваніе головы и глазъ въ сторону, противоположную пораженію, при мозговыхъ кровоизліяніяхъ служитъ признакомъ приближающихся вращательныхъ движеній. Вращательное движеніе наблюдается въ наиболѣе чистой формѣ при пораженіи среднихъ мозжечковыхъ ножекъ (Мажанди). Тотчасъ послѣ пораненія животное начинаетъ энергично вращаться вокругъ оси, какъ бы повинуюсь какой то вѣшной силѣ, которой оно не въ состояніи противиться. Направленіе вращенія опредѣляется тѣмъ, на какую сторону животное падаетъ; обычно животное падаетъ на сторону пораненія, вращеніе происходитъ отъ здоровой стороны къ сторонѣ поврежденія. Передъ тѣмъ моментомъ, когда наступаютъ вращательныя движенія, замѣчается вращеніе головы и шеи и несимметричное отклоненіе глазныхъ яблокъ, т. наз. *strobismus divergens*: глазъ пораженной стороны поворачивается внизъ и внутрь, другой глазъ — вверхъ и наружи; это придаетъ лицу очень странное выраженіе. Вращательныя движенія не зависятъ отъ паралича какой либо мышечной группы, потому что при вращеніи принимаютъ участіе рѣшительно все мышцы скелета: скорѣе вращеніе зависитъ отъ раздраженія поврежденныхъ частей мозга. Получается такое впечатлѣніе, какъ будто животное повинуется какой-то непобѣдимой внутренней силѣ, заставляющей его вращаться; впрочемъ, выяснить механизмъ вращательныхъ движеній не легко. Мажанди высказалъ предположеніе, что въ полушаріяхъ большого мозга и въ среднихъ частяхъ мозга лежатъ симметрично съ обѣихъ сторонъ центры—антагонисты, уравнивающіе другъ друга; поврежденіе (ведущее къ раздраженію центра или къ его разрушенію) одного изъ нихъ вызываетъ нарушеніе этого равновѣсія благодаря тому, что центръ противоположной стороны оказывается при этомъ или слабѣе, или сильнѣе своего антагониста.

4-й отд. Полушарія большого мозга.

Полушарія большого мозга можно схематически представить въ видѣ оболочки изъ сѣраго вещества (*мозговая кора*), одѣвающей *бѣлое ядро*; исключеніемъ изъ этой схемы является то мѣсто, гдѣ въ полушаріе проникаетъ мозговая ножка; въ этой области расположены внутри полушарія скопленія сѣраго вещества, т. назыв. центральныя сѣрыя ядра, *зрительные чертоги* и *полосатыя тѣла*; волокна мозговыхъ ножекъ прежде, чѣмъ достигъ мозговой коры, должны пройти черезъ эти ядра. Волокна мозговой ножки вначалѣ проходятъ между зрительнымъ чертогомъ и хвостатымъ тѣломъ съ одной стороны и между чечевицеобразнымъ ядромъ съ другой, образуя т. назыв. *внутреннюю капсулу*; по выходѣ изъ нея волокна разсыпаются вѣерообразно и идутъ къ различнымъ пунктамъ коры полушарій (*corona radiata* Рейля). Эти волокна устанавливаютъ связь между корой полушарій и нижележащими нервными центрами; другая часть волоконъ мозговой ножки оканчивается въ центральныхъ сѣрыхъ ядрахъ полушарій, а эти ядра, въ свою

очередь, соединены съ корой; если прибавить къ сказанному, что въ каждомъ полушаріи есть еще волокна, соединяющія различные пункты его между собой, а также одно полушаріе съ другимъ (*corpus callosum*), то строепіе полушарій въ общихъ чертахъ будетъ исчерпано.

Въ послѣдующемъ мы изложимъ отдѣльно функціи коры, бѣлыхъ проводниковыхъ волоконъ и внутренней капсулы, наконецъ, центральныхъ сѣрыхъ ядеръ. Питаніе мозга составитъ предметъ дополнительнаго параграфа.

§ 1.—Корковые центры.

Изъ опытовъ съ удаченіемъ мозговыхъ полушарій Флурансъ едѣлалъ выводъ, что полушаріе является однороднымъ въ функциональномъ отношеніи во всѣхъ своихъ частяхъ, т. е. онъ не допускалъ, чтобы разнаго рода душевныя способности, воспріятія различныхъ ощущеній и проч. были связаны съ опредѣленными областями коры. Другими словами, Флурансъ отрицалъ *локализацию въ мозговой корѣ*. Первый ударъ теоріи Флуранса былъ нанесенъ открытіемъ рѣчевого центра (Брока), окончательно же она была уничтожена опытами Фрича и Гицига, произведенными въ 1870 году. Эти ученые показали, что при раздраженіи мозговой коры электричествомъ каждый участокъ даетъ движеніе въ различныхъ группахъ скелетныхъ мышцъ; путемъ такихъ опытовъ имъ удалось ограничить въ корѣ двигательную область. Въ дальнѣйшемъ свѣдѣнія о локализациі различныхъ функцій въ корѣ значительно расширились, благодаря работамъ Ферье, Мунка, Шарко и Питра, Грассеа и др., и въ настоящее время мы различаемъ двигательныя и чувствительныя волокна коры. Мы рассмотримъ сперва локализацию двигательныхъ чувствительныхъ центровъ въ корѣ, затѣмъ разберемъ вопросъ о локализациі въ корѣ центровъ, завѣдующихъ функціями питанія, и, наконецъ, коснемся локализациі психическихъ отправленій.

1. Двигательные центры.—Присутствіе въ мозговой корѣ двигательныхъ центровъ доказано какъ методомъ раздраженій и частичныхъ разрушеній коры, такъ и анатомо-клиническимъ методомъ. Комбинируя результаты, полученные по всѣмъ этимъ методамъ, удалось точно опредѣлить положеніе двигательныхъ центровъ какъ у человѣка, такъ и у животныхъ.

а. Методъ раздраженій.—Мозговая кора состоитъ изъ ряда наложенныхъ другъ на друга слоевъ клѣтокъ; изъ этихъ слоевъ наиболѣе важенъ слой *пирамидальныхъ клѣтокъ*, названныхъ такъ въ силу ихъ формы; изъ угловъ этихъ пирамидныхъ клѣтокъ отходятъ вѣтвящіяся дендриты, а отъ основанія отходитъ невритъ, спускающійся въ нижележащее бѣлое вещество.

Раздражая электрическимъ токомъ сигмоидальную извилину мозга собаки, Фричъ и Гицигъ вызывали опредѣленные движенія въ мышцахъ головы и шеи на противоположной сторонѣ, а также въ мышцахъ лица, переднихъ и заднихъ конечностей, смотря по положенію раздражаемаго пункта. Приводимая на рис. 213 схема указываетъ положеніе соответствующихъ пунктовъ коры. Ферье изслѣдовалъ двигательную область коры у обезьяны; рис. 214 изображаетъ положеніе извѣстныхъ въ настоящее время центровъ въ мозгу этого животнаго. Всѣ эти центры расположены вобругъ Роландовой борозды на двухъ центральныхъ извилинахъ (передней и зад-

ней), а также отчасти въ заднихъ отдѣлахъ верхней, средней и нижней лобныхъ извилинъ. Слѣдов., область центральныхъ извилинъ и есть двигательная область коры. Раздраженіе ея верхней части вызываетъ движе-



Рис. 213.

Мозгъ собаки, видъ сверху. Схема корковыхъ локализаций.

Треугольникомъ отмѣченъ центръ шейныхъ мышцъ; крестъ вѣво отъ треугольника обозначаетъ центръ разгибателей и аддукторовъ переднихъ лапъ; другой крестъ, немного взади отъ предыдущаго, указываетъ положеніе центровъ сгибанія и вращенія конечностей вокругъ ихъ осей; четырехугольникъ—центръ задней конечности; кругъ—центръ лицевыхъ мышцъ.

нiя въ нижней конечности, раздраженіе средней части—движенія въ верхнихъ конечностяхъ: сгибаніе, разгибаніе, схватываніе и проч. (см. объясненіе внизу рисунка); наконецъ, раздраженіе нижняго отдѣла двигательной области вызываетъ движенія лица, ноздрей и языка.

Изъ всѣхъ опытовъ раздраженія коры мозга (а такіе опыты дѣлались на самыхъ разнообразныхъ животныхъ) можно вывести слѣдующіе законы: 1) У всѣхъ животныхъ двигательная область занимаетъ средніе участки коры и окружена двумя невозбудимыми поясами, изъ которыхъ одинъ занимаетъ переднюю часть лобной доли, другой—большую часть теменной, височной и затылочной доли. 2) По мѣрѣ подъема по зоологической лѣтницы мозгъ оказывается развитымъ все болѣе и болѣе и приобретаетъ все большее значеніе для психическихъ функций; параллельно съ этимъ развивается и двигательная область коры, подраздѣляясь на многочисленныя, специализированныя центры; такъ, кора обезьяняго мозга гораздо богаче специальными двигательными центрами, чѣмъ гладкая поверхность мозга

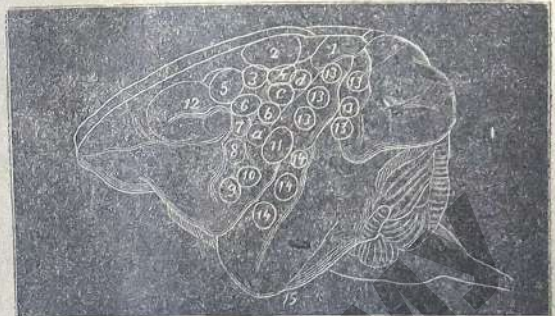


Рис. 214.

Наружняя поверхность мозга обезьяны. Схема корковой локализаций (по Ферье).

1—задняя конечность движется впередъ, какъ во время ходьбы; 2—комбинированное движеніе задней лапы и туловища, какъ бы для схватыванія какого либо предмета, или для того, чтобы поглядѣть животъ; 3—движенія хвоста; 4—рука оттягивается взади и приводится въ туловищу, ладонь согнута взади какъ при плаваніи; 5) вытаскиваніе впередъ руки и разгибаніе кисти; а, б, с, d—движенія отдѣльныхъ пальцевъ и всѣхъ пальцевъ вмѣстѣ, а также движенія запястья; все это вмѣстѣ дуетъ движеніе схватыванія; 6—супинація и сгибаніе предплечья, такъ что оно приближается ко рту; 7—оттягиваніе угла рта путемъ сокращенія скуловыхъ мышцъ. 8—подниманіе крыла носа и верхней губы; 9 и 10—открываніе рта одновременно съ высовываніемъ языка (9) или съ оттягиваніемъ его обратно въ ротъ (10); 11—оттягиваніе угла рта взади одновременно съ наклоненіемъ головы на бокъ вслѣдствіе сокращенія подкожной мышцы. 12—раскрываніе глазъ и отведеніе ихъ въ сторону одновременно съ поворачиваніемъ головы; зрачки расширяются. 13, 13'—глаза поворачиваются въ сторону и вверху (13) или книзу (13'), зрачки сужаются. 14—ухо настораживается, глаза и голова попертываются въ сторону, зрачки сильно расширяются. 15—сморщиваніе ноздри и губы.

грызуновъ. 3) Движенія, вызываемыя раздраженіемъ двигательныхъ центровъ коры, всегда происходятъ на противоположной сторонѣ тѣла; по характеру эти движенія иногда очень просты, напр. сгибаніе и разгибаніе конечности, иногда очень ограничены, напр. сгибаніе одного пальца; по съ другой стороны наблюдаются и очень сложныя, комбинированныя движенія, которыя произвольно возникаютъ у нормальнаго животнаго, когда оно хочетъ достигъ опредѣленной цѣли (напр. вытягиваніе передней конечности впередъ и сгибаніе кисти какъ бы для схватыванья). 4) Если раздраженіе коры очень сильно или очень продолжительно, мышечныя движенія, вызванныя этимъ раздраженіемъ, продолжаютъ въ теченіе нѣкотораго времени послѣ окончанія раздраженія; это явленіе носитъ названіе *контрактуры*. Очень сильное раздраженіе коры вызываетъ приступъ эпилепсии, характеризующійся начальнымъ стадіемъ *тонического сокращенія* мышцъ, за которымъ слѣдуетъ стадій конвульсій или *клоническихъ сокращеній*; эпилептический приступъ иногда локализуется въ одной какой нибудь группѣ мышцъ (моноспазмъ), иногда же охватываетъ всѣ мышцы тѣлой половины тѣла (*гемиплегическая* или *Джаксоновская эпилепсія*, по имени д-ра Джаксона, описавшаго эту форму у человѣка), или же, наконецъ, распространяется на обѣ половины тѣла. Приступы эпилепсии можно вызвать раздраженіемъ любого участка коры; слѣдов., не существуетъ какой-либо особой эпилептогенной зоны.

Нѣкоторые ученые высказали сомнѣніе въ томъ, что мозговая кора сама по себѣ возбудима, и объяснили опыты Фрича и Гицига и др. тѣмъ, что при этомъ раздражаются нижележація волокна бѣлаго вещества, благодаря прохожденію тока чрезъ сѣрый корковый слой. Дѣйствительно, раздраженіе волоконъ овальнаго центра полушарій, послѣ удаленія коры, даетъ тѣ же самыя двигательныя эффекты, какъ и раздраженіе самой коры, потому что подъ каждымъ двигательнымъ центромъ коры расположенъ пучекъ двигательныхъ волоконъ, идущихъ внизъ отъ этого центра; съ другой стороны, возбудимость мозговой коры какъ будто являлась исключеніемъ изъ общепринятаго правила, согласно которому сѣрое вещество не должно совершенно реагировать на искусственныя раздраженія. И однако, существуетъ рядъ опытовъ, говорящихъ въ пользу того, что двигательный эффектъ, получаемый при раздраженіи коры, зависитъ отъ возбужденія токомъ самой коры, а не ея проводниковъ. Наиболѣе убѣдительнымъ доказательствомъ въ пользу этого взгляда служить сравненіе двигательныхъ эффектовъ, сопровождающихъ раздраженіе коры и раздраженіе овальнаго ядра полушарій. Именно, Франкъ и Питръ установили, что существуетъ рядъ различій между обоими этими явленіями, различій, касающихся, между прочимъ, продолжительности скрытаго періода; этотъ періодъ при раздраженіи коры гораздо продолжительнѣе (0,05—0,1 сек.), чѣмъ при раздраженіи нижележащихъ бѣлыхъ волоконъ; далѣе, раздраженіе послѣднихъ никогда не сопровождается приступами эпилептическихъ судорогъ, характеризующихъ сильное раздраженіе коры. Эти факты доказываютъ, что сѣрое вещество реагируетъ на раздраженіе, что оно не относится къ послѣднимъ, какъ индифферентная масса, но накапливаетъ и перерабатываетъ раздраженіе въ особую форму.

Возбудимость сѣраго коркового вещества измѣняется въ зависимости отъ цѣлаго ряда условій. Прежде всего, она ослабѣваетъ уже при самомъ обнаженіи полушарій; въ послѣдствіи въ корѣ наступаютъ воспалительныя явленія, усиливающія ея возбудимость. Наркотическія вещества понижаютъ возбудимость коры; при усыпленіи животнаго хлороформомъ двигательная реакція при раздраженіи коры получается только въ начальныхъ стадіяхъ паркоза; въ дальнѣйшемъ, возбудимость мозговой коры совершенно исчезаетъ. Надо замѣтить, что у новорожденныхъ животныхъ (за исключеніемъ тѣхъ, которыя могутъ бѣгать тотчасъ послѣ рожденія) кора головного мозга въ первые дни жизни совершенно невозбудима, потому что у этихъ животныхъ кора и пучки двигательныхъ волоконъ въ эту пору жизни еще не развиты. Возбудимость коры возрастаетъ подъ вліяніемъ цѣлаго ряда условій: при повторныхъ раздраженіяхъ (сложеніе раздраженій), при различныхъ впечатлѣніяхъ, идущихъ съ периферіи. Такъ, Гейденгайнъ наблюдалъ слѣдующее любопытное явленіе: раздраженіе коры, само по себѣ слишкомъ слабое, чтобъ вызвать опредѣленную двигательную реакцію, становится достаточнымъ, если одновременно потирать кожу надъ тѣми мышцами, которыя приводятся въ движеніе раздражаемымъ центромъ коры. Съ другой стороны, Броунъ-Секаръ показалъ, что при разнаго рода пораженіяхъ нервной системы возбудимость нервныхъ центровъ увеличивается; напр., морскую свинку можно сдѣлать больной эпилепсіей, перерѣзая ей сѣдалищный нервъ или производя уколъ спинного мозга; при этихъ условіяхъ приступъ эпилепсіи можно вызвать простымъ сдавливаніемъ чувствительныхъ нервовъ шеи (рефлекторная эпилепсія).

б. *Методъ частичныхъ разрушеній коры.*—Удаленіе ножекъ или прижатіе ограниченныхъ участковъ полушарій вызываетъ перекрестный параличъ въ мышечныхъ группахъ, зависящихъ отъ удаленнаго операціей центра коры; когда поврежденіе охватываетъ всю двигательную область, параличъ наблюдается во всей противоположной половинѣ тѣла (*гемиплегія*). Однако, степень паралича и его продолжительность, смотря по виду животнаго, бываютъ различными.



Рис. 215.

Видъ собаки чрезъ короткое время послѣ удаленія *gurgus sigmoid.* на правой сторонѣ.
(Рис. съ фотограф. снимка).

У собаки, послѣ удаленія *сигмовидной извилины*, параличъ выраженъ рѣзко только въ начальной стадіи; затѣмъ онъ быстро улучшается, и черезъ нѣсколько дней животное ходитъ совершенно такъ, какъ нормальная собака; можно лишь замѣтить, что собака чаще поскользывается на гладкой поверхности, и что передняя лапа у нея легко сгибается подъ тяжестью тѣла, такъ что животное нерѣдко опирается на тыльную поверхность этой лапы; далѣе животное позволяетъ ставить члены своего тѣла въ самыя неудобныя положенія, ничѣмъ не реагируя на это, какъ будто бы оно утратило осезаніе (рис. 215). Для объясненія улучшенія

его тѣла въ самыя неудобныя положенія, ничѣмъ не реагируя на это, какъ будто бы оно утратило осезаніе (рис. 215). Для объясненія улучшенія

паралитическихъ явленій предполагаютъ, что одни участки коры могутъ замѣщать въ функциональномъ отношеніи другіе участки, что къ этому же способны подкорковые центры; но такой взглядъ мало обоснованъ. Во всякомъ случаѣ, восстанавливаются послѣ паралича только тѣ движенія, которыя носятъ преимущественно рефлекторный характеръ, напр., ходьба; нѣкоторыя движенія восстанавливаются рѣже; таковы тѣ движенія, которыя дѣлаютъ животныя, употребляя свою переднюю лапу, какъ мы употребляемъ руку, напр., удерживая кость во время ѣды; наконецъ, заученныя движенія, напр., протягиваніе по командѣ лапы, исчезаютъ навсегда. У высшихъ животныхъ, обезьяны и человѣка, параличъ, наступающій вслѣдъ за разрушеніемъ двигательныхъ центровъ, значительно глубже, и, главное, онъ не склоненъ къ улучшенію. Волокна, исходящія изъ двигательныхъ центровъ, отдѣленные при разрушеніи послѣднихъ отъ своего трофическаго центра, подвергаются перерожденію въ направленіи сверху внизъ вплоть до спинного мозга; эти волокна, какъ извѣстно, составляютъ собой пирамидные пучки. Чѣмъ большее значеніе имѣютъ эти пучки при жизни того или другого животного, тѣмъ значительнѣе и тѣмъ продолжительнѣе параличъ, наступающій вслѣдъ за пораненіемъ коры.

В. Анатомо-клинический методъ.—Этотъ методъ, въ сущности, тождественъ съ предыдущимъ; онъ состоитъ въ изученіи тѣхъ поражений центральной нервной системы, которыя наблюдаются при вскрытіяхъ труповъ людей, обнаруживающихъ при жизни ограниченныя параличи различныхъ мышечныхъ группъ. Основы этого метода даны были Шарко; работы Шарко и другихъ невропатологовъ позволили установить точную топографію двигательныхъ центровъ человѣка и начертить подробную карту.

Г. Топографія корковыхъ двигательныхъ центровъ.—Границы этихъ центровъ невозможно опредѣлить съ геометрической точностью. Возможно даже, какъ это думаютъ ученые итальянской школы (Люциани, Тамбурини и др.), что различныя корковые центры, двигательные и чувствительные, заходятъ одинъ въ область другого и такимъ образомъ, отчасти покрываютъ другъ друга своими краями. Можно лишь въ общихъ чертахъ установить топографію мозговыхъ центровъ въ слѣдующемъ видѣ:

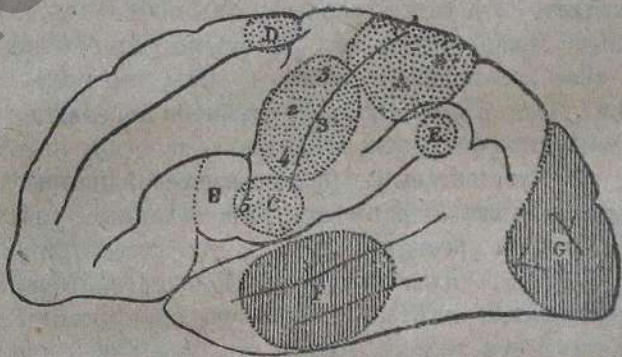


Рис. 216.

Схема наружной поверхности человеческого мозга, на которой показано вѣроятное расположеніе двигательныхъ центровъ коры.

А—центръ для нижней конечности. 1—движенія большого пальца ноги; 2—верхняя конечность. 2—предплечье и кисть. 3—мышцы плеча. 4—большой палецъ руки. С—лицо. 5—языкъ. Д—мышцы головы и шеи. Е—уши. Ф—слуховой центръ. Г—зрительный центръ. Н—центръ рѣчи. 1—центръ, пораженія котораго наблюдаются при аграфіи.

Двигательные центры нижнихъ конечностей (рис. 216, А) занимаютъ верхнюю треть обѣихъ центральныхъ извилинъ, проникая и на внутреннюю область полушарій,

въ такъ назыв. парацентральною дольку (двигательный центръ для большого пальца расположенъ въ концѣ Роландовой борозды, недалеко отъ верхняго края полушарія въ точкѣ 1);

средняя часть центральныхъ извилинъ (В) занята двигательными центрами верхней конечности, при чемъ въ передней центральной извилинѣ (2) помѣщаются, главнымъ образомъ, центры для движенія предплечія и кисти; немного выше ихъ (3)—центры движеній плеча, а ниже (4) для большого пальца руки;

центры для движеній нижней части лица помѣщаются въ нижнихъ отдѣлахъ центральныхъ извилинъ (С); центры, управляющіе движеніями гортани при фонаціи, въ заднемъ отдѣлѣ третьей лобной извилины и въ нижней части передней центральной извилины (5);

по Грассе центръ для движенія вѣкъ и для боковыхъ движеній глаза лежитъ въ точкѣ Е, въ *gyrus marginalis*;

центръ для движеній затылочныхъ мышцъ, мышцъ головы и шеи по Горслею лежитъ въ верхней лобной извилинѣ (D).

д. *Природа двигательныхъ корковыхъ центровъ.*—Вопросъ объ истинной природѣ этихъ центровъ до самаго послѣдняго времени составляетъ еще предметъ спора между физиологами; одни думаютъ, что означенныя области коры не суть истинные двигательные центры, а представляютъ собой чувствительныя поверхности, при раздраженіи которыхъ получаютъ рефлекторныя движенія, благодаря передачѣ раздраженія на истинные двигательные центры, расположенные ниже въ черепно-мозговой оси; согласно этому взгляду, разрушеніе двигательной области вызываетъ параличъ движеній вторичнымъ путемъ, а первично при этомъ исчезаетъ осязаніе и мышечное чувство. Другіе ученые считаютъ разбираемые участки коры истинными двигательными центрами, но способъ дѣйствія этихъ центровъ вновь находятъ себѣ самыя разнообразныя объясненія. Несомнѣнно, что эти центры нельзя отождествлять съ обычными двигательными центрами, они стоятъ въ связи съ волей, и, можетъ быть, въ нихъ вырабатываются двигательныя представленія, которыя затѣмъ и передаются на двигательные аппараты (Мункъ); поэтому этимъ центрамъ дано названіе *психомоторныхъ центровъ*.

2. Чувствительные (психосензорные) центры коры.—Въ корѣ полушарій удалось также отграничить опредѣленные участки, состоящіе въ связи съ различными органами чувствъ; мы рассмотримъ ихъ въ бѣгломъ очеркѣ.

а. *Зрительный центръ.*—Волокна зрительнаго нерва происходятъ отъ ганглиозныхъ клѣтокъ глубокаго слоя ретины. Отсюда по зрительнымъ трактамъ эти волокна идутъ къ переднимъ четверохолміямъ. У высшихъ животныхъ волокна, идущія отъ наружной половины, или, правильнѣе, отъ наружной трети сѣтчатки (височный ея отдѣлъ), проходятъ безъ перекреста, т. е. въ зрительномъ трактѣ той же стороны; волокна внутренней половины, точнѣе внутреннихъ двухъ третей сѣтчатки (носовой отдѣлъ ея), претерпѣваютъ въ хіазмѣ перекрестъ и идутъ черезъ зрительный трактъ противоположной стороны; центральное углубленіе сѣтчатки (*fovea centralis*) расположено на границѣ между этими отдѣлами; отъ него отходятъ двоякаго рода волокна, заканчивающіяся въ наружномъ колѣнчатомъ тѣлѣ, съромъ веществъ передняго четверохолмія и въ *подушкѣ* зрительнаго чер-

тога. Изъ этихъ областей выходятъ новые пучки волоконъ (*зрительныя волокна лучистаго вѣнца Грасиола*), располагающіеся въ заднемъ отдѣлѣ внутренней капсулы, а затѣмъ загибающіеся кзади и распредѣляющіеся въ корѣ затылочной доли (рис. 217).

Эти анатомическія данныя указываютъ, что затылочныя доли должны стоять въ извѣстномъ отношеніи къ зрѣнію. Въ самомъ дѣлѣ, Мункъ показалъ, что зрительный центръ занимаетъ не только *gyrus marginatus*, какъ это думалъ Ферье, но и значительную часть затылочной доли (рис. 216, G). — Послѣ разрушенія обѣихъ затылочныхъ долей у обезьяны, это животное поражается полной и неизлѣчимой слѣпотой; если разрушена только одна затылочная доля, зрѣніе пропадаетъ въ наружной трети глаза той же стороны и во внутреннихъ двухъ третяхъ противоположнаго глаза, слѣдов., наблюдается *hemioria lateralis homonuma*, какъ послѣ перерѣзки зрительнаго тракта. Поэтому послѣ разрушенія напр., лѣвой затылочной доли животное перестаетъ видѣть предметы, лежащіе справа отъ него, въ той части поля зрѣнія, образъ которой попадаетъ на лѣвые участки сѣтчатки. Приведенная схема (рис. 217) даетъ наглядное понятіе объ этомъ явленіи. По Мунку, каждому элементу сѣтчатой оболочки соотвѣтствуетъ опредѣленный участокъ коры въ затылочной долѣ, такъ что разрушеніе ограниченныя участковъ коры въ этой долѣ даетъ слѣпоту въ опредѣленныхъ пунктахъ сѣтчатки (*скотомы*).

Послѣ неполнаго разрушенія затылочныхъ долей слѣпота, наступающая у животнаго, улучшается, и черезъ нѣсколько дней животное начинаетъ кое-что видѣть. Для объясненія этого факта нѣтъ необходимости прибѣгать къ гипотезѣ викарнаго замѣщенія однѣхъ частей затылочной доли другими; ослабшія части сѣтчатки при этомъ не восстанавливаются, но животное научается лучше пользоваться оставшеюся частью ретины.

У человѣка та область коры, разрушеніе которой вызываетъ геміопію, ограничена внутренней поверхностью затылочной доли, т. назыв. клиновидной долькой (*cuneus*).

Разстройство зрѣнія, наблюдающееся у обезьяны вслѣдъ за разрушеніемъ обѣихъ затылочныхъ долей, есть, въ сущности, полная слѣпота; животное не видитъ ничего абсолютно, по крайней мѣрѣ, насколько можно судить объ этомъ по тому, какъ оно ходитъ, натыкаясь на всѣ препятствія на пути. Однако, у собаки, по Мунку, дѣло обстоитъ иначе; по мнѣ-

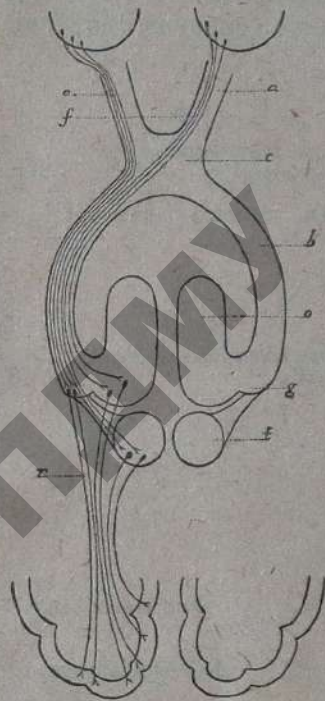
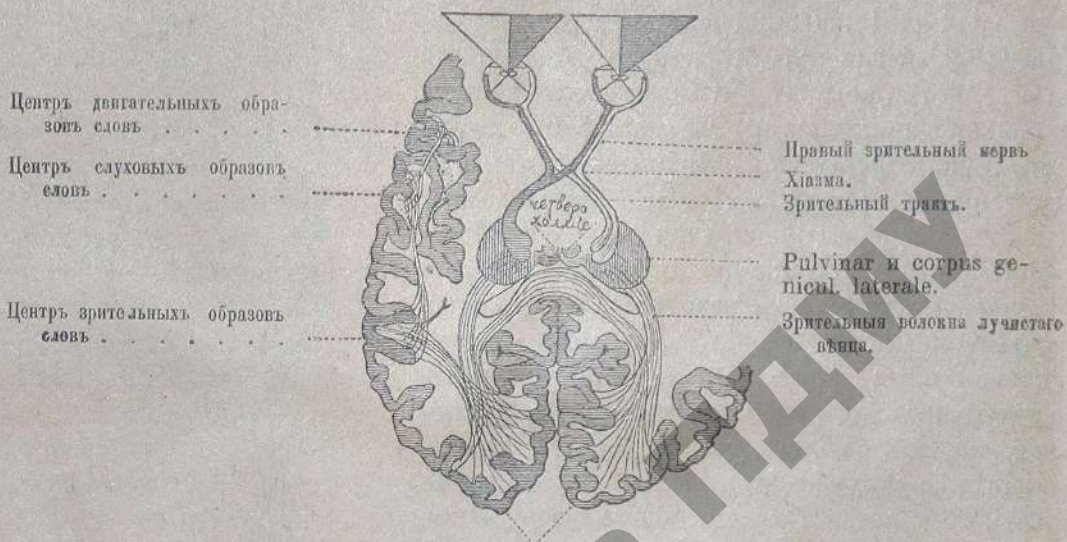


Рис. 217.

a—зрительный нервъ; *b*—зрительный путь; *c*—chiasma; *o*—зрительный чертокъ; *t*—передніе бугры четверохолмія, соединенные при помощи ножень съ наружными колѣчатымъ тѣломъ; *g*—волокну наружной части ретины; *e*—волокну внутренней части ретины; *r*—зрительныя волокна лучистаго вѣнца, направляющіяся къ затылочной долѣ.

нію этого ученаго, собака послѣ частичнаго разрушенія коры затылочной доли еще въ состояніи видѣть предметы, но она не узнаеть ихъ: такую собаку нельзя назвать слѣпой, потому что она избѣгаетъ препятствія, очевидно, руководствуясь при этомъ зрѣніемъ; но, видя знакомые предметы, она не обнаруживаетъ никакихъ признаковъ пониманія того, что она ви-



Клиновидныя доли и извилины края затылочной доли.—Зрительные центры.

Рис. 218.

Мозговой зрительный аппаратъ и центры памяти (схема Дежсерина).

дуть; она не узнаеть хозяина, не боится угрозы бичемъ и проч. Такое состояніе Мункъ обозначаетъ терминомъ *душевной* или *психической слѣпоты*. Однако, при помощи уцѣлѣвшихъ участковъ коры животное можетъ еще научиться узнавать предметы по ихъ виду. У человѣка при нѣкоторыхъ мозговыхъ заболѣваніяхъ наблюдались также симптомы душевной слѣпоты; но у людей чаще имѣютъ мѣсто случаи душевной слѣпоты по отношенію къ совершенно опредѣленной категоріи образовъ (письменные знаки); это явленіе, котораго мы коснемся ниже, носить названіе *словесной слѣпоты* (*cecitas verbalis*).

Раздраженіе коры въ области *gug. marginatus*, по Ферье, вызываетъ отклоненіе головы и глазъ въ бокъ при сильномъ расширеніи зрачковъ; эти двигательныя реакціи очевидно служатъ отвѣтомъ на субъективныя свѣтловыя ощущенія, развивающіяся при раздраженіи.

6. *Центръ слуха*.—Слуховой нервъ представляетъ собой соединеніе двухъ нервовъ, *n. vestibularis* и *n. cochlearis*, относящихся къ двумъ различнымъ воспринимающимъ аппаратамъ и имѣющихъ каждый свое начало и свои собственныя соединенія съ мозгомъ.

Начало волоконъ *n. vestibularis* (рис. 219) находится въ *maculae* и *eristae acusticae*, гребняхъ различныхъ областей преддверія лабиринта, *utricle* *sacculus* и полукружныхъ капаловъ. Кѣтки всѣхъ этихъ нейроновъ расположены въ узлѣ Скарпы. Черезъ нихъ передаются центрамъ ощущенія, приходящія со стороны *vestibulum*, имѣющія ближайшее отношеніе къ функціи поддержанія равновѣсія тѣла (см. стр. 397). Дойдя до внутренней стороны

веревчатого тѣла, описываемыя волокна принимаютъ частью восходящее, частью нисходящее направленіе, при чемъ первыя изъ нихъ заканчиваются въ ядрахъ Бехтерева и въ ядрахъ крыши мозжечка, послѣднія же заканчиваются въ ядрахъ Дейтерса (n. dorsalis externus), вестибулярномъ ядрѣ и еще болѣе медиально, именно въ треугольномъ ядрѣ (n. dorsalis internus). Что касается до соединенія этихъ ядеръ, то надо полагать, что большая часть ихъ связей направлена къ двигательнымъ ядрамъ чрезъ посредство вестибулоспинального пучка, идущаго отъ ядра Дейтерса и задняго продольнаго пучка, къ которому подходятъ волокна изъ вестибулярныхъ ядеръ.

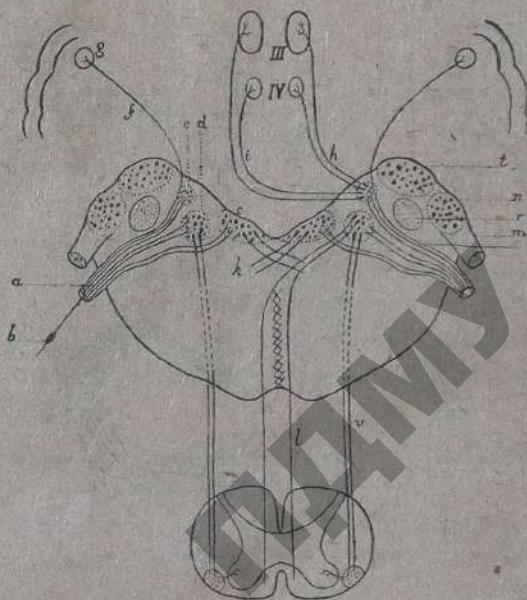


Рис. 219.

Схема вестибулярнаго нерва и его связей.

а—вестибулярный нервъ. б—узелъ Скарпа. с—дорсальное внутреннее ядро. d—ядро Дейтерса. е—ядро Бехтерева. f—аустиво-мозжечковый пучекъ. g—ядро крыши мозжечка. h—прямая и перекрестная волокна, соединяющія ядро Бехтерева съ ядрами двигательныхъ глазныхъ нервовъ (n. oculomotorius и cochlearis). k—волокна сѣтчатого вещества. l—волокна задняго продольнаго пучка. m—вестибуло-спинальный пучекъ. n—n. cochlearis. o—добавочное ядро. p—боковой бугорокъ. q—разрѣзъ веревчатого тѣла.

Волокна n. cochlearis начинаются въ Кортіевомъ органѣ перепончатой части улитки (рис. 220). Тѣло нейрона составляютъ клѣтки спиральнаго узла (Кортіевъ узелъ) и узла Беттхера. Волокна n. cochlearis представляютъ собой центростремительные пути для слуховыхъ ощущеній и заканчиваются въ двухъ ядрахъ, расположенныхъ снаружки (боковой бугорокъ) и впереди (добавочное ядро) отъ нижнихъ мозжечковыхъ ножекъ. Отъ этихъ ядеръ отходятъ волокна, образующія центральный слуховой путь. Волокна, отходящія отъ добавочнаго ядра подъ именемъ трапецивиднаго тѣла, идутъ въ поперечномъ направленіи внутри, въ глубину верхняго этажа Варолиева моста, пересѣкаютъ среднюю линію и присоединяются къ волокнамъ петли противоположной стороны, а именно, въ наружной ея части. Тутъ же къ нимъ присоединяются волокна изъ бокового бугорка; послѣднія, образовавши такъ называемыя striae acusticae, уходятъ затѣмъ вглубь и, миновавши среднюю линію, также примыкаютъ къ боковой петлѣ. Многія волокна этого центрального слухового пути проходятъ чрезъ расположенныя на ихъ пути ядра (ядра трапецивиднаго тѣла, боковое ядро).

Переходя изъ петлевого слоя въ сосѣдство съ заднимъ четверохолміемъ, слуховыя волокна посылаютъ коллатералли къ этому послѣднему, а затѣмъ входятъ въ составъ задней ручки четверохолмія и оканчиваются во внутреннемъ колѣнчатомъ тѣлѣ. Отсюда начинаются новыя волокна, идущія къ корѣ средней части первой высочной извилины (слуховая сфера).

Изъ опытовъ Мунка и Ферье извѣстно, что разрушеніе височной доли влечетъ глухоту на противоположное ухо; слуховые центры расположены въ среднихъ частяхъ первой и второй височной извилины (рис. 216, F). У собаки Мункъ наблюдаетъ т. назыв. *душевную* (или *психическую*) глухоту, аналогичную душевной слѣпотѣ, вельдь за разрушеніемъ центральной части слуховой области. У человека душевная глухота обнаруживается въ видѣ непониманія смысла словъ (*surditas verbalis*).

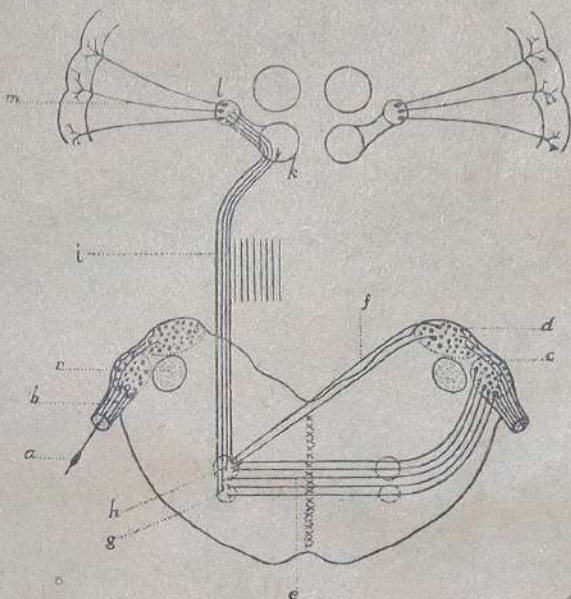


Рис. 220.

Схема лабиринтного нерва и его связей.

a—спиральный узелъ. *b*—лабиринтный нервъ. *c*—дополнительное ядро. *d*—боковой бугорокъ. *e*—трапецовидное тѣло. *f*—слуховая волокна. *g*—ядро трапецовиднаго тѣла и боковое ядро. *h*—боковая петля Рейля. *k*—заднее четверохолміе, стоящее въ связи чрезъ посредство своихъ ножекъ съ внутреннимъ колѣчатымъ тѣломъ. *l*—радіация слуховыхъ волоконъ въ височной долѣ. *m*—разрѣзъ веретенообразнаго тѣла.

капсулы и занимаютъ наружную $\frac{1}{5}$ часть основанія мозговыхъ ножекъ. Заканчиваются они, повидимому, въ ядрахъ Варолліева моста.

в. Обонятельный и вкусовой центръ.—По Ферье, эти центры расположены въ переднемъ отдѣлѣ гуг. *hurrorsamri*. Дѣйствительно, волокна обонятельнаго нерва, происходяція изъ т. называемыхъ *митральныхъ клеточекъ* обонятельной луковицы, входятъ въ связь съ гуг. *hurrorsamri* чрезъ посредство одного изъ корешковъ обонятельнаго нерва.

г. Осязательные центры.—Локалізація этихъ центровъ еще не установлена вполне опредѣленно. По Ферье, они расположены въ гуг. *hurrorsamri*. Мункъ же считаетъ двигательную область коры одновременно и центромъ осязательныхъ ощущеній и центромъ мышечнаго чувства; этотъ взглядъ Мунка стоитъ въ связи съ его теоріей двигательныхъ центровъ коры, которые, въ сущности, по Мунку представляютъ собой чувствительныя области. Взглядъ Мунка въ настоящее время является господствующимъ. Именно, цѣлый рядъ физиологическихъ и клиническихъ наблюденій указываетъ, что осязательные и двигательные центры коры расположены въ одной и той же области. Такъ, осязательный центръ нижней конечности расположенъ въ верхней четверти центральныхъ извилинъ, для верхней конечности соответствующій центръ расположенъ въ двухъ сред-

и среднихъ частяхъ первой и второй височной извилины (рис. 216, F). У собаки Мункъ наблюдаетъ т. назыв. *душевную* (или *психическую*) глухоту, аналогичную душевной слѣпотѣ, вельдь за разрушеніемъ центральной части слуховой области. У человека душевная глухота обнаруживается въ видѣ непониманія смысла словъ (*surditas verbalis*).

Раздраженіе слухового центра, по Ферье, вызываетъ особія двигательныя реакціи (поворачиванье головы, движенія ушной раковины), указывающія на то, что животное воспринимаетъ въ это время субъективныя слуховыя ощущенія. Обнаружены, кромѣ того, нисходящія волокна, начинающіяся въ слуховой сферѣ; они присоединяются къ двигательному пути по выходѣ послѣдняго изъ внутренней

нихъ четвертяхъ этихъ извилинъ, а центръ для головы и языка — въ нижней ихъ четверти.

3. Вліяніе коры головного мозга на явленія питанія. — Хотя эти явленія могутъ происходить и безъ участія головного мозга, однако, они не стоятъ вполне независимо отъ вліянія мозговой коры. Чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно вспомнить о томъ вліяніи, которое оказываютъ душевныя движенія на явленія питанія. Поэтому вполне понятно, что при раздраженіи нѣкоторыхъ участковъ коры наблюдаются измѣненія дыхательнаго и сердечнаго ритма (ускореніе или замедленіе, смотря по силѣ раздраженія), колебанія просвѣта сосудовъ, температуры, сокращенія гладкихъ мышцъ, отдѣленія соковъ. Замѣтимъ, что во время эпилептическихъ припадковъ также наблюдаются всѣ эти явленія. На кураризованномъ животномъ раздраженіе коры также ведетъ къ только-что описаннымъ результатамъ (внутренняя эпилепсія).

4. Психическіе центры. — Мозгъ представляетъ собой органъ психической дѣятельности. Дондерсъ показалъ, что всякій психическій актъ, даже самый элементарный, требуетъ извѣстнаго времени. При раздраженіи различныхъ органовъ чувствъ произвольное движеніе наступаетъ лишь спустя извѣстное время послѣ момента раздраженія; это т. назыв. *время реакціи*, легко опредѣляемое для каждаго отдѣльнаго органа чувствъ. Оно равно, въ среднемъ, $\frac{1}{7}$ секунды для осязательныхъ ощущеній, $\frac{1}{6}$ — для слуховыхъ, $\frac{1}{4}$ — для зрительныхъ. Время реакціи у разныхъ индивидуумовъ различно (*личное уравненіе*); при напряженномъ вниманіи и послѣ упражненія оно укорачивается, но никогда не дѣлается равнымъ нулю. Время реакціи включаетъ въ себѣ не только то время, которое затрачивается на самый психическій актъ, но также и на проведеніе по нервамъ. Чтобы оцѣнить продолжительность различныхъ психическихъ актовъ, Дондерсъ предложилъ видоизмѣнять постановку опыта такимъ образомъ, чтобы всѣ условія оставались неизмѣнными, за исключеніемъ самаго психическаго процесса. Такъ, опредѣливши время реакціи у даннаго лица для опредѣленной категоріи ощущеній, онъ вводилъ въ психическій актъ очень простое усложненіе, напр. узнаваніе предметовъ, заранѣе условленный выборъ между двумя движеніями и проч.; въ этихъ случаяхъ время реакціи удлинялось. Разъ каждый психическій актъ требуетъ извѣстнаго времени для своего совершенія, надо допустить, по Герцену, что психическіе процессы происходятъ въ средѣ, имѣющей протяженіе и оказывающей извѣстное сопротивленіе, т. е. что всякій психическій процессъ есть особаго рода движеніе.

По мнѣнію нѣкоторыхъ ученыхъ, въ наиболѣе тѣсной связи съ интеллектуальной дѣятельностью стоятъ лобныя доли мозга. Это мнѣніе основывается отчасти на наблюденіяхъ надъ людьми, у которыхъ при обширныхъ болѣзненныхъ пораженіяхъ лобныхъ долей наблюдалось глубокое расстройство психики, отчасти на опытахъ Ферье, который наблюдалъ на обезьянахъ значительное ослабленіе способности вниманія послѣ удаленія лобныхъ долей мозга. Однако, можно думать, что интеллектуальныя функціи не имѣютъ какой-либо опредѣленной локализаци въ корѣ мозга; то, что мы называемъ душой, не есть нѣкоторая единая сущность, какъ думаютъ

философы; для проявленія интеллектуальной дѣятельности необходимо участіе всѣхъ психосензорныхъ центровъ мозга. Этотъ вопросъ выясняется при изслѣдованіи связей между различными психосензорными и психомоторными центрами и при изученіи разстройствъ этой координаціи центровъ, при т. назыв. афазіи.

Ребенокъ, обучающійся узнавать предметы, ассоціируетъ различныя ощущенія, доходящія до его сознанія отъ даннаго предмета чрезъ посредство различныхъ органовъ чувствъ, въ общее *представленіе* предмета. Рис. 221, заимствованный у Л. Фредерика, даетъ схему образованія представ-

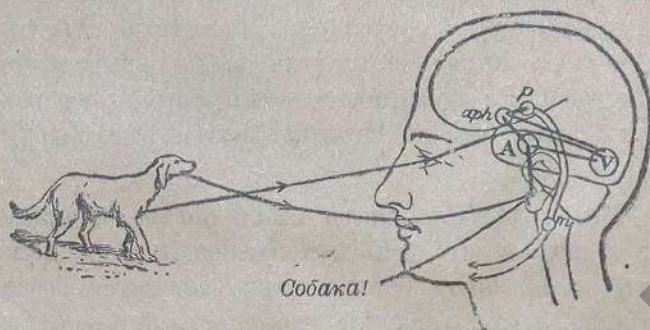


Рис. 221.

Образованіе представленія вѣншнаго предмета
(по Фредеріку).

вленія „собака“. Зрительныя впечатлѣнія (форма тѣла, масть животнаго), передаются мозгу ребенка, фиксируясь въ видѣ зрительныхъ образовъ въ психооптическомъ центрѣ (V); слуховыя ощущенія (звукъ голоса животнаго) сохраняются въ психоакустическомъ центрѣ (A) въ видѣ слуховыхъ образовъ воспоминанія; другія

ощущенія, осязательныя, болевыя, въ случаѣ укуса) также сохраняются въ мозговой корѣ въ видѣ соответствующихъ образовъ. Такъ какъ всѣ центры, въ которыхъ откладываются эти образы, соединены другъ съ другомъ, то въ дальнѣйшей жизни ребенка достаточно одному изъ ощущений появиться въ сознаніи, чтобъ одновременно начали работать всѣ другіе центры; такимъ образомъ, представленіе предмета вызывается одной какой-либо категоріей ощущений, исходящихъ отъ этого предмета. Далѣе, при дальнѣйшемъ воспитаніи, ребенокъ выучивается ассоціировать представленіе предмета съ двумя условными знаками, однимъ слуховымъ, другимъ—зрительнымъ, такъ что достаточно произнести въ его присутствіи слово „собака“ или показать ему это слово, написанное на бумагѣ, чтобъ въ его сознаніи появились образы, входящіе въ составъ представленія „собака“. Легко понять, что въ томъ случаѣ, когда въ мозгу теряются опредѣленныя категоріи этихъ образовъ (вслѣдствіе разрушенія соответствующихъ центровъ), въ результатѣ появляются различнаго рода разстройства, среди которыхъ нужно отмѣтить душевную слѣпоту (потеря зрительныхъ образовъ) и душевную глухоту (потеря слуховыхъ образовъ). Неспособность понимать и читать слова (*cecitas verbalis* и *surditas verlabis*) является частнымъ случаемъ того и другого изъ этихъ разстройствъ. Субъектъ, страдающій душевной слѣпотой (при пораженіи *gug. marginatus*), видитъ написанныя или напечатанныя изображенія словъ, онъ можетъ даже переписать ихъ, но не понимаетъ ихъ смысла; видъ написаннаго слова не пробуждаетъ въ немъ того представленія, которое было раньше связано съ этимъ словомъ. Подобно этому, больной, страдающій душевной глухотой (при пораженіи височной доли), не глухъ въ обычномъ смыслѣ этого слова,

онъ слышитъ всѣ произносимыя при немъ слова, но они потеряли для него всякое значеніе, и онъ повторяетъ ихъ, не осмысливая, какъ попугай.

Это не все. Представленіе предмета тѣсно связано съ двигательной иннервацией. Ребенокъ, видя какой-нибудь предметъ, старается его схватить. Позже онъ выучивается выражать свои мысли условными знаками, учится говорить и писать. Благодаря этому въ мозговой корѣ образуются ассоціаціонные центры для тѣхъ сложныхъ движеній, которыя пускаются въ дѣло во время рѣчи и письма, эти центры вступаютъ въ связь съ одной стороны съ психосензорными, а съ другой—съ психомоторными центрами. Разрушеніе этихъ центровъ влечетъ за собой *афазію* и *аграфію*. При афазіи больной не въ силахъ выразить свои мысли членораздѣльной рѣчью, хотя его рѣчевые органы совершенно нормальны; у него прерванъ путь отъ мысли къ слову. Это явленіе вызывается пораженіемъ нижняго отдѣла третьей лобной извилины (Брока; рис. 216, Н). Этотъ центръ рѣчи не должно смѣшивать съ двигательными центрами для мышцъ языка, гортани и проч., располагающимися по сосѣдству; пораженіе этихъ двигательныхъ центровъ вызываетъ параличъ мышцъ, принимающихъ участіе въ механизмѣ рѣчи (*логоплегія*), параличъ подобный тѣмъ параличамъ, которые наблюдаются при пораженіи другихъ психомоторныхъ центровъ; параличъ голосовыхъ органовъ можетъ, кромѣ того, явиться въ результатѣ разрушенія бульбарныхъ двигательныхъ ядеръ (напр., при т. назыв. *бульбарномъ параличѣ*). Но рѣчевой центръ не есть двигательный центръ; это есть центръ, въ которомъ хранятся двигательные образы словъ. Подобно этому, при аграфіи больной не можетъ выразить свою мысль на письмѣ; мышцы кисти и предплечія не бываютъ при этомъ затронуты, но исчезли тѣ двигательные образы, которые должны предшествовать движеніямъ, имѣющимъ мѣсто во время письма. Аграфія вызывается пораженіемъ нижняго отдѣла второй лобной извилины (рис. 216, I).

Мы легко можемъ теперь представить себѣ тотъ механизмъ, который принимаетъ участіе при повтореніи голосомъ или на письмѣ слова, которое мы когда-нибудь видѣли или слышали. При этомъ въ процессѣ примутъ участіе другъ за другомъ слѣдующіе центры: центры, въ которыхъ кончаются волокна зрительнаго слухового нерва (aa'), воспримутъ раздраженіе и передадутъ его къ психооптическому (b) и психоакустическому (b') центру; послѣдніе передадутъ раздраженіе къ ассоціаціоннымъ центрамъ рѣчи (c) и письма (c'); эти послѣдніе, въ свою очередь, пошлютъ импульсъ къ сосѣднимъ двигательнымъ центрамъ (dd') завѣдующимъ движеніями языка, губъ, гортани или руки; двигательные центры передадутъ, наконецъ, раздраженіе на двигательныя ядра соответствующихъ нервовъ, расположенныя въ спинномъ или продолговатомъ мозгу (ee'). Когда разрушены центры a или a' , субъектъ гложнетъ или слѣпнетъ; когда поражено коснулось центровъ b или b' , у больного наблюдается душевная слѣпота или глухота; разрушеніе центровъ c и c' влечетъ за собой афазію и аграфію; пораженіе центровъ dd' вызываетъ кортикальный двигательный параличъ съ сохраненіемъ спинномозговыхъ и бульварныхъ рефлексовъ; пораженіе центровъ ee' даетъ периферическій параличъ, сопровождаемый исчезновеніемъ рефлексовъ.

5. Различія между проекціонными и ассоціаціонными центрами.—Резюмируя наши свѣдѣнія о различныхъ корковыхъ центрахъ, можно, на основаніи, главнымъ образомъ, послѣднихъ работъ Флексига, раздѣлить кору головного мозга на двѣ рѣзко различающіяся между собой области, именно *область проекціонныхъ центровъ*, охватывающую собой всѣ тѣ центры, которые соединены проекціонными (центробѣжными или центростремительными) волокнами съ нижележащими нервными центрами, и *область ассоціаціонныхъ центровъ*, обнимающую тѣ участки коры, которые лишены совершенно проекціонныхъ волоконъ и соединены только между собой, а также съ предыдущими центрами т. назыв. *ассоціаціонными волокнами* (которыя тоже могутъ быть какъ центробѣжными, такъ и центростремительными). Въ составъ первой области входятъ четыре психосензорныхъ центра: осязательный, наиболѣе значительный по протяженію, совпадающій съ двигательной областью коры, далѣе зрительный, слуховой и обонятельный центры. Въ составъ второй области входятъ: 1) *задній ассоціативный центръ*, охватывающій собой почти всю темянную и часть затылочной доли; 2) *средній ассоціативный центръ*, расположенный въ *insula Reilii* (группа мозговыхъ извилинъ, лежащихъ на днѣ Сильвіевой борозды) и 3) *передній ассоціативный центръ*, занимающій большую часть лобныхъ извилинъ. Словомъ, ассоціативные центры занимаютъ тѣ области коры, которыя не заняты психосензорными центрами; ассоціативные центры охватываютъ до двухъ третей всего протяженія мозговой коры.

Проекціонные центры связаны съ периферіей волокнами двухъ категорій: одни изъ нихъ центростремительныя или восходящія, другія—центробѣжныя или нисходящія. Тѣ и другія, по Флексигу, оканчиваются въ однѣхъ и тѣхъ же областяхъ коры, такъ что чувствительныя области послѣдней, въ сущности, должны считаться чувствительными и въ то же время двигательными областями, т. е. настоящими рефлекторными центрами для кортикальныхъ рефлексовъ.

Наоборотъ, ассоціативные центры не соединены съ периферіей непосредственно; они связаны съ периферическими органами только чрезъ посредство психосензорныхъ центровъ, къ которымъ отъ ассоціативныхъ центровъ идетъ огромное число волоконъ. Различныя впечатлѣнія: зрительныя, слуховыя и проч. откладываются, ассоціируются и сравниваются въ ассоціативныхъ центрахъ коры; изъ нихъ же исходятъ возбуждающія или задерживающія вліянія, дѣйствующія на проекціонные центры и чрезъ нихъ модифицирующія тѣ рефлексы, которые происходятъ въ проекціонныхъ центрахъ. Однимъ словомъ, проекціонные центры управляютъ животною жизнью, а ассоціативные центры служатъ органомъ интеллектуальной жизни, психической дѣятельности или, по выраженію Флексига, „*органомъ мысли*“. Поэтому, степень развитія проекціонныхъ центровъ стоитъ въ связи съ развитіемъ периферическихъ чувствующихъ и двигательныхъ органовъ, а степень развитія ассоціативныхъ центровъ зависитъ отъ степени интеллигентности. Такъ, замѣчено, что задній ассоціативный центръ (темянная доля) особенно сильно развитъ у талантливыхъ людей и отличается у нихъ, кромѣ того, обиліемъ извилинъ и глубиной борозды.

Раздѣленіе всей системы корковыхъ нейроновъ на двѣ группы было предложено также Грассе; онъ различаетъ: 1) нейроны, играющіе роль при психическихъ процессахъ автоматическаго характера, и 2) нейроны, принимающіе участіе въ высшихъ произвольныхъ психическихъ актахъ. Дѣятельность первой группы нейроновъ имѣетъ мѣсто при сложныхъ и координированныхъ психическихъ актахъ (разсѣянные дѣйствія, сны, кошмары, сомнамбулизмъ и проч.), которые, однако, служатъ проявленіемъ низшихъ формъ психической дѣятельности и должны строго отдѣляться отъ проявленій высшаго психизма, при чемъ „обнаруживается истинная и полная личность субъекта, его нравственное сознаніе, свобода личности и полная мѣра ответственности за свои поступки“. Въ извѣстной степени взгляды Грассе примыкаютъ къ теоріи Флексига.

Каждый ассоціативный центръ состоитъ, впрочемъ, изъ ряда вторичныхъ центровъ, при чемъ у разныхъ индивидуумовъ преобладаетъ то одинъ, то другой изъ этихъ послѣднихъ. Извѣстно, что центръ рѣчи особенно развитъ у ораторовъ (мозгъ Гамбетты). Далѣе, изслѣдуя точнѣе механизмъ мысли, нетрудно убѣдиться, что онъ неодинаковъ у всѣхъ: у однихъ въ сознаніи преобладаютъ зрительные образы, у другихъ — слуховые; первые, такъ сказать, видятъ, вторые — слышатъ свою мысль. Кромѣ того, надо замѣтить, что существуетъ тѣсная связь между мыслью и внѣшними символами, при помощи которыхъ мы выражаемъ ее: такъ, всякая мысль сопровождается какъ бы произнесеніемъ про себя соответствующаго слова: это явленіе у нѣкоторыхъ субъектовъ доходитъ до того, что они, думая о чемъ нибудь, производятъ безсознательныя движенія (губами, руками и проч.); слѣдов., мысль можно назвать *внутренней рѣчью*.

§ 2. — Внутренняя капсула.

Волокна, выходящія изъ различныхъ областей коры, группируются въ области основанія полушарія въ компактный пучекъ, образующій собой то, что извѣстно подъ именемъ *внутренней капсулы*. На горизонтальномъ разрѣзѣ полушарія внутренняя капсула представляется въ видѣ бѣлой полоски, лежащей между чечевицеобразнымъ ядромъ съ одной стороны и хвостатымъ тѣломъ и зрительнымъ бугромъ съ другой (рис. 222); она состоитъ изъ двухъ отрѣзковъ, передняго и задняго, соединяющихся другъ съ другомъ подъ угломъ, отверстіе котораго обращено кнаружи. Вершина угла называется *колѣномъ* капсулы. Волокна капсулы, сообразно ихъ функціи, можно раздѣлить на нѣсколько отдѣльныхъ пучковъ; передній отдѣлъ капсулы содержитъ волокна, идущія изъ лобной доли (окончаніе этихъ волоконъ неизвѣстно); колѣно и переднія двѣ трети задняго отдѣла заключаютъ въ своемъ составѣ волокна, проихождящія изъ двигательной области; волокна, проходящія черезъ колѣно, оканчиваются въ двигательныхъ ядрахъ моста и продолговатаго мозга, прочія волокна идутъ дальше въ составѣ прямого и перекрестнаго пирамиднаго пути; всѣ эти волокна проходятъ чрезъ основаніе мозговой ножки. Въ задней трети задняго отдѣла капсулы проходятъ чувствительныя волокна петлевого слоя; они идутъ отъ нижележащихъ нервныхъ центровъ (черезъ верхній отдѣлъ мозговой ножки) и изъ области четверохолмія и подушки (*pulvinar*) (зрительныя

и слуховыя волокна). Описанная локализація волоконъ во внутренней капсулѣ выведена изъ ряда клиническихъ и экспериментальныхъ данныхъ.

1. Когда вслѣдствіе кровоизліянія изъ мозговыхъ сосудовъ, у чело-вѣка разрушается средняя часть капсулы, наступаетъ перекрестная геми-плегія. При этомъ мышцы, иннервируемыя верхними вѣтвями лицевого нерва, особенно *m. orbicularis palpebrarum*, остаются непарализованными; слѣдов. или корковые пучки, соотвѣтствующіе этимъ мышцамъ, идутъ другимъ путемъ, или же эти мышцы иннервируются двумя корковыми пучками. По Грассе, одинъ корковый центръ верхнихъ вѣтвей лицевого нерва распо-ложенъ въ центральной извилинѣ, а другой — въ *gyrus marginatus*. Волокна,

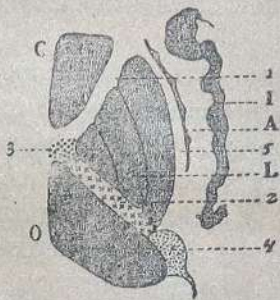


Рис. 222.

Внутренняя капсула на горизонтальномъ разрѣзѣ мозга.

L — чечевичеобразное ядро. C — хвостатое тѣло. O — зрительный бугоръ. A — ограда. 1 — передній отдѣлъ внутренней капсулы. 2 — задній отдѣлъ, двигательная его часть. 3 — боково капсулы (двигательный путь къ ядрамъ бульбарныхъ нервовъ). 4 — чувствительный петлевой слой. 5 — наружная капсула.



Рис. 223.

Перерѣзка волоконъ внутренней капсулы (1) крючкомъ Вейссера (2).

Инструментъ (2) погружается въ мозгъ съ крючкомъ, двинутымъ внутрь футляра. Когда конецъ инструмента дошелъ до внутренней капсулы, крючокъ выдвигаютъ, вращая головку инструмента, перерѣзаютъ нервныя волокна, затѣмъ крючокъ прячется опять въ футляръ, и инструмента вытаскивается наружу. 3 — зрительный бугоръ. 4 — хвостатое тѣло. 5 — чечевичеобразное ядро. 6 — *Cornu Ammonis*.

охваченныя кровоизліяніемъ, перерождаются въ нисходящемъ направленіи вплоть до окончаній ихъ въ продолговатомъ и спинномъ мозгу; по мѣрѣ того, какъ это перерожденіе распространяется сверху внизъ, различныя группы мышцъ (сгибатели верхней конечности, разгибатели нижней) поражаются длительной контрактурой (*вторичная контрактура*).

2. Слѣдствіемъ кровоизліянія въ задній отдѣлъ капсулы является перекрестная геміанестезія.

3. У животныхъ раздраженіе внутренней капсулы, особенно въ ея средней части, вызываетъ жестокія судороги въ противоположной половинѣ тѣла. Вейссеру удавалось, далѣе, при помощи особаго инструмента (рис. 223) разрушать тотъ или другой отдѣлъ капсулы; такимъ путемъ онъ вызывалъ гемиплегію или геміанестезію, смотря по тому, разрушался ли средній или задній отдѣлъ капсулы.

§ 3. — Базальные узлы полушарій.

Функція центральныхъ сѣрыхъ ядеръ въ теченіе долгаго времени оставались совершенно невыясненными. Въ настоящее время мы обладаемъ нѣкоторыми точными данными изъ этой области.

1. Зрительный бугоръ. Зрительный бугоръ или *thalamus opticus* образованъ нѣсколькими отдѣльными ядрами, къ которымъ подходятъ приносящія волокна отъ различныхъ сенсорныхъ аппаратовъ и откуда отходятъ относящія волокна къ мозговой корѣ. Распредѣленіе мозговой коры на рядъ участковъ, одаренныхъ различными функціями, и анатомически, и функціонально повторяется въ зрительномъ бугрѣ. Однимъ словомъ, зрительный чертогъ представляетъ собой массу сѣраго вещества, расположенную на пути всѣхъ сенсорныхъ путей. Съ другой стороны, нисходящія волокна соединяють мозговую кору съ зрительнымъ чертогомъ, послѣдній въ свою очередь посылаетъ рядъ нисходящихъ волоконъ, соединяющихъ его съ двигательными ядрами.

Въ силу этого зрительный чертогъ долженъ представлять важный рефлекторный центръ. Раздраженія, восходящія къ нему, вызываютъ рядъ сложныхъ двигательныхъ рефлексовъ, служащихъ выраженіемъ эмоцій. Бехтеревъ, удаляя у различныхъ животныхъ, главнымъ образомъ у кошекъ, мозговую кору и сохраняя зрительный чертогъ, констатироваль, что у животного исчезли проявленія сознательности, наоборотъ, прекрасно сохранились проявленія эмоціоанальной мимики: животное оскаливало зубы, ошестивалось, поднимало уши, словомъ, реагировало координированными движеніями на всякое насиліе надъ собой; далѣе, оно обнаруживало признаки сильнаго удовольствія, виляло хвостомъ, мурлыкало подъ влияніемъ ласкъ.

Съ другой стороны, непосредственныя раздраженія зрительнаго чертога вызываютъ измѣненія въ области органовъ растительной жизни, аналогичныя съ тѣми, которыя наблюдаются при эмоціяхъ. Смотря по тому, гдѣ производится раздраженіе, наблюдаются измѣненія въ дыханіи или дѣятельности сердца, перистальтика кишекъ или сокращенія мочевого пузыря, слезотеченіе.

У человѣка эмоціи выражаются, главнымъ образомъ, координированными сокращеніями различныхъ лицевыхъ мышцъ, которыя всѣ иннервируются лицевымъ нервомъ. Бульбарное ядро лицевого нерва, помимо раздраженій со стороны мозговой коры, получаетъ еще раздраженія со стороны зрительнаго чертога. Первые являются волевыми импульсами: они проходятъ по пирамиднымъ путямъ; послѣднія представляютъ рефлекторные импульсы эмоціоанального характера: они проходятъ по другимъ путямъ, въ чепцѣ мозговыхъ ножекъ. Этимъ разъясняется любопытная диссоціація волевыхъ и эмоціоанальныхъ движеній лица, наблюдаемая въ рѣдкихъ случаяхъ въ клиникѣ. Разрушеніе коркового дендра лицевого нерва или его бѣлаго пучка влечетъ за собой параличъ произвольныхъ движеній лица, но не затрагиваетъ выраженія чувствъ, имѣющихъ мѣсто въ области лица. И дѣйствительно, у нѣкоторыхъ лицъ, пораженныхъ гемиплегіей, мышцы лица, совершенно не подчиняясь волѣ, сокращаются однако и даютъ выраженіе печали или радости подъ влияніемъ соотвѣтствующаго чувства. Разрушеніе зрительнаго чертога, наоборотъ, оставляетъ незатронутыми произвольныя движенія и уничтожаетъ всѣ движенія эмоціоанального характера.

На основаніи этихъ данныхъ относительно функцій зрительнаго чертога не слѣдуетъ, однако заключать, что мозговая кора не участвуетъ въ

механизмъ эмоціональной мимики. Наоборотъ, имѣются основательныя данныя въ пользу того, что кора также принимаетъ участіе въ нормальномъ процессѣ эмоцій. Это бываетъ въ тѣхъ случаяхъ, когда эмоція вызывается не наличнымъ раздраженіемъ, а образомъ воспоминанія. Съ другой стороны, зрительный чертогъ получаетъ со стороны мозговой коры не только возбуждающія раздраженія, но и задерживающія, тормозящія. У многихъ лицъ, пораженныхъ гемиплегіей, утеравшихъ способность управлять движеніями лица, но сохранившихъ эмоціональную подвижность его, нерѣдко можно наблюдать, что самые незначительные поводы вызываютъ смѣхъ и плачь, длящееся необычайно долго (*спазмодическій смѣхъ и плачь*). Это указываетъ на ослабленіе задерживающаго дѣйствія мозговой коры; при отсутствіи этого задерживающаго вліянія выраженія чувствъ проявляются безудержно и безконтрольно.

2. Полосатое тѣло.—Сѣрое вещество полосатаго тѣла (*австатое и чечевицеобразное ядра*) также повидимому, представляетъ собой узловую точку, соединяющую чувствительные и двигательные элементы, которые совмѣстно участвуютъ въ выработкѣ сложныхъ рефлекторныхъ или автоматическихъ движеній, а именно ходьбы. Подобныя узловые соединенія для координированныхъ движеній имѣются уже, какъ мы видѣли, въ центрахъ, расположенныхъ въ продолговатомъ и спинномъ мозгу. Полосатое тѣло несомнѣнно представляетъ высшій центръ координаціи движеній при ходьбѣ. Оно къ тому же также соединено съ мозговой корой, откуда идутъ возбуждающія и задерживающія вліянія. Движенія ходьбы носятъ автоматическій характеръ, и воля участвуетъ въ нихъ лишь тогда, когда приходится начать или прекратить ихъ.

§ 4. Обзоръ двигательныхъ и чувствительныхъ путей въ головномъ и спинномъ мозгу.

Охватывая однимъ взглядомъ данныя, изложенныя въ предыдущихъ отдѣлахъ, нетрудно составить себѣ понятіе, объ устройствѣ *центрального двигательнаго и чувствительнаго аппарата*.

Нейроны, входящіе въ составъ центральной нервной системы, расположены въ три, лежащія одна выше другой, системы: 1) нижняя периферическая система, 2) средняя вставочная система и 3) верхняя кортикальная система. Внизу этой лѣстницы стоитъ периферическая система, состоящая въ своей двигательной части изъ нейроновъ двигательныхъ нервовъ (корешковыя клѣтки переднихъ роговъ спинного мозга или двигательныхъ ядеръ черепныхъ нервовъ и отростки этихъ клѣтокъ), а въ чувствительной части—изъ биполярныхъ нейроновъ межпозвоночныхъ узловъ или соответствующихъ ганглій черепныхъ нервовъ; это суть двигательные и чувствительные *протонейроны*. Вставочная система состоитъ изъ ассоціативныхъ, связующихъ или усиливающихъ нейроновъ, каковы, напр., клѣтки столбовъ спинного мозга, мозжечковые нейроны, клѣтки четверохолмія, зрительнаго бугра, хвостатаго тѣла и проч. Наконецъ, стоящая наверху этой лѣстницы кортикальная система состоитъ изъ нейроновъ, клѣтки которыхъ расположены въ корѣ мозговыхъ извилинъ.

Установивши этотъ общій планъ, рассмотримъ ближе строеніе двигательныхъ и чувствительныхъ путей головного и спинного мозга.

1. Двигательные пути.—Нужно различать двѣ категоріи двигательныхъ путей; существуетъ 1) главный двигательный путь отъ мозговой коры къ двигательнымъ нейронамъ спинного и продолговатаго мозга и 2) непрямые двигательные пути, проходящіе черезъ промежуточные центры къ мосту и мозжечку.

а. Главный корковый путь.—Онъ состоитъ изъ цѣпи двухъ нейроновъ, центрального и периферическаго (рис. 224). Клѣтка *центрального нейрона* лежитъ въ т. назыв. двигательной области коры (область центральныхъ извилинъ); ея невритъ нисходитъ чрезъ бѣлое вещество овалнаго центра полушарій и чрезъ внутреннюю капсулу, располагаясь въ переднихъ двухъ третяхъ ея задняго отдѣла (рис. 222); отсюда онъ идетъ въ основаніе мозговой ножки той же стороны, занимая здѣсь (вмѣстѣ съ другими одноименными невритами) наружные 4 пятыхъ этой области (пирамидный пучекъ); далѣе невритъ переходитъ черезъ среднюю линію, перекрещиваясь съ одноименными невритами противоположной стороны, и, наконецъ, на той или другой высотѣ входитъ въ связь съ дендритами периферическихъ нейроновъ.

Различные кортикальные нейроны подвергаются перекресту на разныхъ высотахъ. Тѣ изъ нихъ, которые входятъ въ связь съ двигательными ядрами черепныхъ нервовъ, перекрещиваются въ Вароліевомъ мосту. Тѣ, которые спускаются въ спинной мозгъ, отчасти перекрещиваются въ продолговатомъ мозгу (перекрестъ пирамидъ) и въ дальнѣйшемъ входятъ въ составъ перекрестнаго пирамиднаго пучка, идущаго уже по другой сторонѣ спинного мозга; небольшое число пирамидныхъ волоконъ остается ниже продолговатаго мозга въ той же сторонѣ, образуя прямой пирамидный пучекъ, который подвергается перекресту лишь въ самомъ концѣ пути въ бѣлой комиссурѣ спинного мозга; въ концѣ концовъ, каждый *центральный нейронъ подвергается*, такимъ образомъ, *перекресту*.

Клѣтки *периферическихъ нейроновъ* лежатъ или въ переднихъ рогахъ спинного мозга (*корешковые клѣтки*), или въ двигательныхъ ядрахъ черепныхъ нервовъ. Невритъ этой клѣтки послѣдовательно окружается миелиновой и Шванновой оболочкой и образуетъ осевой цилиндръ волокна, входящаго въ составъ периферическаго двигательнаго нерва. Отростки корешковыхъ клѣтокъ выходятъ изъ спинного мозга на той же сторонѣ чрезъ

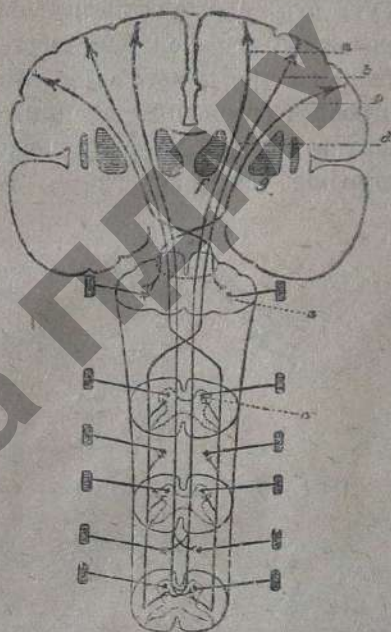


Рис. 224.

Схема главного двигательнаго пути.

a, b, c—центральные нейроны. *a*—нейронъ прямого пирамиднаго пути. *d*—нейронъ перекрестнаго пирамиднаго пути. *e*—нейронъ булбарнаго двигательнаго пучка. *e, e'*—периферическіе нейроны. *f*—артериальный бугорокъ. *g*—чечевичкообразное ядро. *h*—внутренняя капсула.

передніе корешки; тѣ изъ нихъ, которые въ дальнѣйшемъ входятъ въ составъ черепныхъ нервовъ, также немедленно по выходѣ образуютъ соответствующіе стволы. Въ противоположность центральному нейрону, который бываетъ всегда перекрещенъ, *периферическій нейронъ, всегда или почти всегда остается неперекрещеннымъ*, т. е. иннервируетъ мышцу той же стороны. (Периферическій нейронъ 3-й пары головныхъ нервовъ совершаетъ частичный перекрестъ, 4-ой же—полный перекрестъ).

б. Непрямой двигательный путь. Онъ образованъ вставкой между центральнымъ и периферическимъ нейрономъ. Такъ, напр., двигательный путь отъ головного мозга можетъ идти обходной дорогой чрезъ сѣрыя ядра мозжечка и Вароліева моста. Въ этихъ случаяхъ невритъ кортикальнаго нейрона прерывается въ этихъ сѣрыхъ ядрахъ моста. Отсюда выходятъ отростки (первый вставочный нейронъ), которые чрезъ среднія мозжечковыя ножки идутъ къ сѣрому корковому веществу мозжечка съ противоположной стороны (см. рис. 225 e, f). Отъ коры мозжечка начинается второй

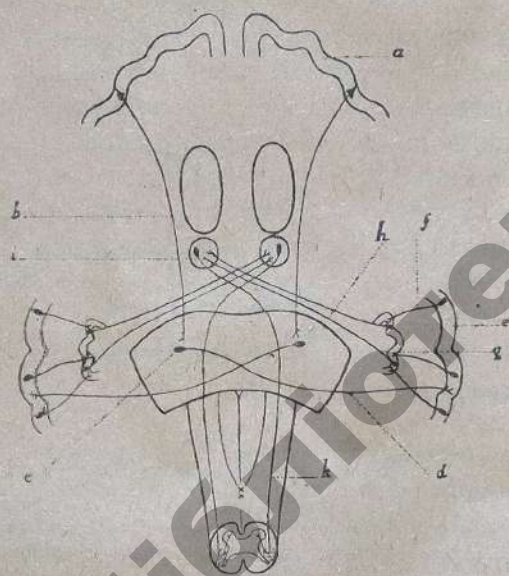


Рис. 225.

Схема второстепенныхъ двигательныхъ путей.

a—кора мозга, *b*—волокна, идущія отъ коры къ мосту, *c*—ядро моста, *d*—волокна, идущія отъ моста къ мозжечку и проходящая чрезъ среднія мозжечковыя ножки, *e*—кора мозжечка, *f*—корковооливный мозжечковый нейронъ, *g*—олива мозжечка, *h*—волокна верхнихъ мозжечковыхъ ножекъ, приходящія отъ мозжечковой оливы къ красному ядру противоположной стороны (*g*). *k*—волокна руброспинальнаго пучка, идущія отъ красного ядра къ противоположной сторонѣ спинного мозга.

а. Главные чувствительные пути отъ спинного мозга чрезъ зрительный бугоръ въ кору.—Главный чувствительный путь (т. е. минующій мозжечекъ) состоитъ изъ цѣпи трехъ нейроновъ (рис. 226). Первымъ нейрономъ является *чувствительный периферическій протонейронъ*. Клѣтка его расположена

вставочный нейронъ, служащій связью между корой мозжечка и центральными его ядрами (олива и ядро крыши). Эти послѣднія въ свою очередь являются мѣстомъ исхожденія третьей серіи вставочныхъ нейроновъ, соединяющихъ ядра мозжечка съ краснымъ ядромъ либо чрезъ посредство отходящихъ отъ оливы верхнихъ мозжечковыхъ ножекъ, либо чрезъ посредство отходящихъ отъ ядра крыши волоконъ съ вестибулярными ядрами Дейтерса и Бехтерева. Наконецъ, 4-й рядъ вставочныхъ нейроновъ, достигающихъ корешковыхъ клѣтокъ продолговатаго и спинного мозга, отходитъ либо отъ красного ядра, либо отъ вестибулярныхъ ядеръ (рис. 219) (вестибуло-спинальный и задній продольный пучекъ).

2. Чувствительные пути.— Подобно двигательнымъ, чувствительные пути очень многочисленны, причѣмъ центростремительные импульсы, направляющіеся къ корѣ мозга, частью заходятъ въ мозжечекъ, частью минуяютъ его.

въ межпозвоночныхъ узлахъ или въ соответствующихъ гангліяхъ черепныхъ нервовъ; импульсы, воспринимаемые периферическимъ отросткомъ клітки (осевой цилиндръ чувствительнаго нерва), передаются спинному мозгу чрезъ посредство центрального отростка и достигаютъ заднихъ столбовъ. Прямой чувствительный путь состоитъ исключительно изъ тѣхъ чувствительныхъ протонейроновъ, осевые цилиндры которыхъ превращаются въ длинныя волокна заднихъ столбовъ и доходятъ по этимъ послѣднимъ до ядеръ Голля и Бурдаха: тѣ же протонейроны, которые имѣютъ короткіе центральные отростки, заканчивающіеся въ заднихъ рогахъ спинного мозга, принимаютъ участіе въ образованіи непрямого пути.

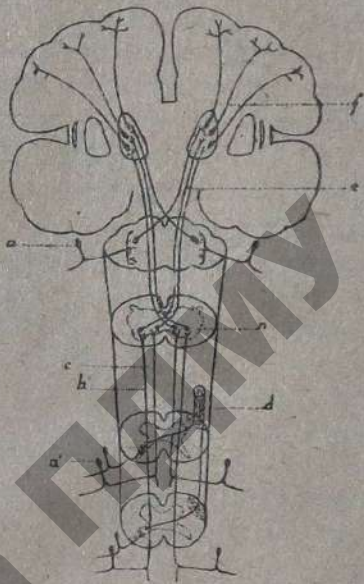


Рис. 226.

Схема чувствительнаго пути.

а, а¹—чувствительный протонейронъ продолговатаго и спинного мозга. *б, в*—волокна пучковъ Голля и Бурдаха. *д*—пучекъ Говерса (его окончанія въ мозжечкѣ не обозначены на рисункѣ). *е*—чувствительный пучекъ или петля Рейля съ волокнами, приходящими отъ ядеръ Голля и Бурдаха (*и*) и отъ чувствительныхъ ядеръ головныхъ нервовъ противоположной стороны и означивающимися въ зрительномъ чертотѣ. *ф*—волокна, идущія отъ зрительнаго бугра къ корѣ мозга.

Идущія по прямому чувствительному пути ощущенія безостановочно проходятъ отъ окончаній чувствительныхъ нервовъ до ядеръ продолговатаго мозга. *Этотъ первый нейронъ является прямымъ.* Второй рядъ нейроновъ проводитъ ощущенія отъ ядеръ Голля и Бурдаха до зрительныхъ бугровъ. Тѣло этихъ нейроновъ находится въ ядрахъ Голля и Бурдаха. Отходящія отъ нихъ волокна образуютъ петлевой слой, и всѣ пересѣкаютъ среднюю линію въ верхней части продолговатаго мозга (чувствительный перекрестъ), послѣ чего вступаютъ въ пирамиды, гдѣ помѣщаются позади двигательныхъ волоконъ. Отсюда они переходятъ въ спинную часть Варолліева моста и чепецъ ножекъ, заканчиваясь потомъ въ вентральномъ ядрѣ зрительнаго бугра. На своемъ пути чрезъ Варолліевъ мостъ петлевой слой утолщается на счетъ волоконъ, приходящихъ отъ ядеръ чувствительныхъ черепныхъ нервовъ противоположной стороны. *Второй вставочный нейронъ перекрестный.* Прямой чувствительный путь заканчивается третьимъ рядомъ нейроновъ, кліточное тѣло которыхъ заложено въ зрительныхъ буграхъ. Отходящія отъ тѣла нейрона волокна отходятъ отъ зрительнаго бугра, въ верхней части его наружной поверхности вступаютъ въ задній отдѣлъ внутренней капсулы и заканчиваются въ корѣ мозга въ чувствительно-двигательной его области. *Третій нейронъ прямой.*

б. Непрямой чувствительный путь. Ощущенія проводимыя по непрямому чувствительному пути, т. е. чрезъ мозжечекъ (рис. 227), приносятся къ спинному мозгу чрезъ посредство чувствительныхъ протонейроновъ; они проводятся не по длиннымъ волокнамъ заднихъ столбовъ, а по короткимъ отросткамъ и не къ продолговатому мозгу, а къ сѣрому веществу заднихъ

роговъ спинного мозга. Отсюда *второй рядъ нейроновъ* (клетки Кларкова столба) проводятъ ощущенія до коры верхняго червячка мозжечка чрезъ посредство прямыхъ мозжечковыхъ пучковъ или пучковъ Говерса. Отъ

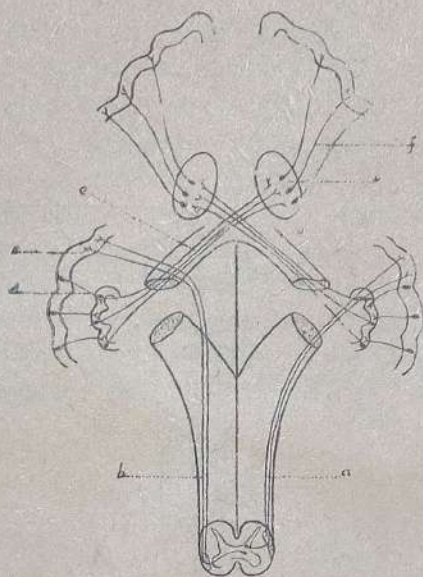


Рис. 227.

Схема чувствительныхъ путей.

a—прямой мозжечковый пучекъ, *b*—пучекъ Говерса. (Оба оканчиваются въ корѣ червячка мозжечка *c*). *d*—корково-оливарный мозжечковый нейронъ. *e*—нейронъ верхнихъ мозжечковыхъ пожекъ, идущій отъ оливы къ зрительному бугру. *o*—зрительный бугоръ. *f*—нейронъ, идущій отъ зрительнаго бугра къ корѣ.

коры мозжечка ощущенія передаются оливѣ мозжечка (*3-й нейронъ*) и чрезъ посредство верхнихъ мозжечковыхъ пожекъ зрительному бугру (*4-й нейронъ*). Наконецъ, *5-мъ нейрономъ*, расположеннымъ между зрительнымъ бугромъ и корой, заканчивается непрямой чувствительный путь. Въ составъ этого пути, какъ и въ составъ прямого чувствительнаго пути, входитъ чувствительный протонейронъ и таламо-кортикальное звено, но къ нейрону, соединяющему въ прямомъ пути продолговатый мозгъ со зрительнымъ бугромъ, присоединяется въ непрямомъ пути еще цѣль нейроновъ (между спиннымъ мозгомъ, мозжечкомъ, оливой и зрительнымъ бугромъ).

3. Ассоціативные пути.—Кромѣ длинныхъ путей, только что разсмотрѣнныхъ нами, устанавливающихъ въ двухъ направленіяхъ (центробѣжномъ и центростремительномъ) связь между периферіей и центромъ, существуютъ еще ряды нейроновъ, служащихъ связью между различными болѣе или менѣе близкими этажами центральной нервной системы; это

т. назыв. *коммиссуральные* или *ассоціативные нейроны*. Въ спинномъ мозгу эти нейроны образуются 1) *клетками съ короткимъ невритомъ*, отростки которыхъ не выходятъ за предѣлы сѣраго вещества и не обкладываются мѣдиномъ, 2) *клетками столбовъ*, невриты которыхъ окружаются мѣдиномъ и образуютъ въ столбахъ связи, соединяющія различные этажи мозга, иногда на одной и той же сторонѣ, иногда на противоположной сторонѣ (эндогенныя волокна спинного мозга, образующія основные пучки передняго и боковаго столба и часть задняго столба). Въ спинномъ мозгу и Варроллиевомъ мосту встрѣчаются подобныя этимъ ассоціативные пути (т. назыв. дугообразныя волокна), а въ головномъ мозгу ассоціативными волокнами служатъ волокна мозолистаго тѣла и другія волокна, соединяющія между собой разные пункты одного и того же полушарія.

§ 5—Питаніе мозга.

Намъ придется еще изучить кровообращеніе въ мозгу и нѣкоторыя физическія, химическія и физиологическія явленія, сопровождающія дѣятельность мозга.

1. Мозговое кровообращение.—Такъ какъ мозгъ заключенъ въ нерастяжимый костяной футляръ, то, очевидно, при каждомъ растяженіи его сосудовъ кровью въ моментъ систолы нѣкоторое количество жидкости, равное количеству входящей въ сосуды крови, должно вытѣсняться изъ полости черепа. Головной и спинной мозгъ отдѣлены отъ костной оболочки слоемъ жидкости, т. назыв. *спинномозговой жидкости*, образующей родъ предохранительнаго чехла вокругъ этихъ нервныхъ массъ. Эта жидкость, располагающаяся между мягкой оболочкой и висцеральнымъ листкомъ паутинной оболочки, является продуктомъ секреціи (паутинной оболочки?); она содержитъ 99% воды, соли (главнымъ образомъ, калийныя) и слѣды бѣлковыхъ тѣлъ. Въ моментъ вступленія крови въ сосуды мозга спинномозговая жидкость отливаетъ изъ черепа въ позвоночный каналъ чрезъ затылочное отверстіе, потому что стѣнки позвоночнаго канала не такъ абсолютно нерастяжимы, какъ стѣнки черепа; благодаря тому, что между каждой парой позвонковъ расположены перепончатые участки, въ позвоночномъ каналѣ можетъ помѣститься нѣкоторый избытокъ жидкости, кромѣ того количества, которое уже содержится въ немъ. Но, впрочемъ, артеріальная кровь получаетъ доступъ въ мозговые сосуды, благодаря, главнымъ образомъ, оттоку венозной крови, а не спинномозговой жидкости. Въ самомъ дѣлѣ, если вскрыть какую-либо венозную пазуху черепа, кровь выбрасывается изъ нея толчками, одновременно съ сердечными пульсациями; благодаря своему поверхностному положенію, крупныя вены мозга сжимаются при каждомъ повышеніи внутричерепнаго давленія, соответствующемъ систолѣ сердца; въ этомъ и лежитъ причина венознаго пульса. Если продѣлать отверстіе въ черепныхъ костяхъ и вставить въ это отверстіе трубку съ водой, можно убѣдиться, что при каждой систолѣ внутричерепное давленіе увеличивается, и уровень жидкости въ трубкѣ повышается (*пульсация мозга*). У ребенка, у котораго окостенѣніе черепа еще не закончилось, можно обнаружить мозговой пульсъ, просто прикладывая палецъ къ родничку. То же самое можно наблюдать и у взрослого при случайныхъ нарушеніяхъ цѣлости черепныхъ покрововъ.

Распределеніе мозговыхъ артерій по различнымъ областямъ мозга можно найти въ учебникахъ анатоміи. Сосудодвигательные нервы мозга, по крайней мѣрѣ, большая ихъ часть исходятъ изъ шейнаго симпатическаго нерва; поэтому перерѣзка n. sympathici на шеѣ вызываетъ сильное покраснѣніе мягкой мозговой оболочки.

2. Химическія и физиологическія явленія, сопровождающія мозговую дѣятельность.—При раздраженіи периферическихъ нервныхъ приборовъ температура мозговой ткани повышается. Этотъ фактъ установленъ Шиффомъ при помощи термоэлектрическаго метода и Моссо при помощи обыкновенныхъ чувствительныхъ термометровъ. Наоборотъ, во время отдыха, во время сна температура мозга сильно падаетъ. Периферическія раздраженія вызываютъ, далѣе, электрическія явленія въ мозговой ткани. Кромѣ того, мозговая работа обнаруживается разнаго рода химическими явленіями, напр., увеличеніемъ количества мочевыхъ фосфатовъ¹⁾. Съ другой стороны, моз-

¹⁾ Опровергнуто.

говая работа сопровождается измѣненіями въ состояніи сосудовъ; изучая измѣненія объема мозга у лицъ, у которыхъ имѣла мѣсто обширная потеря вещества черепныхъ покрововъ (рис. 228), Моссо убѣдился, что головной мозгъ становится малокровнымъ во время сна, а при мозговой дѣятельности увеличивается въ объемъ, наливаясь кровью (рис. 229). Естественный сонъ зави-

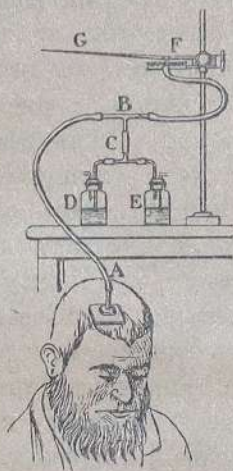


Рис. 228.

Записываніе пульса
мозга (по Моссо).

Резиновая ампулла А приложена къ черепу въ области костнаго дефекта; полость ея соединена при помощи трубки съ пишущимъ аппаратомъ Г, рычагъ котораго С записываетъ движенія мозга. Боковая вѣточка ВС ведетъ въ два сосуда D и E, которые служатъ для регуляціи давленія.

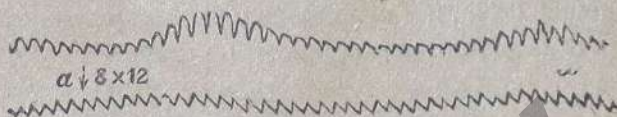


Рис. 229.

Пульсъ мозга во время дѣятельности его (Моссо).

Верхняя кривая изображаетъ пульсъ мозга, нижняя пульсъ предплечья. Въ моментъ, отмѣченный стрѣлкой, подопытное лицо производило умственную работу (умноженіе 8 на 12). Подъ вліяніемъ этой работы увеличилась амплитуда пульса мозга, между тѣмъ какъ пульсъ предплечья не измѣняется.

силь, по всей вѣроятности, отъ усталости нервныхъ элементовъ, подобно мышечной усталости; но о причинѣ періодической смѣны бодрствованія и сна мы не знаемъ ничего. Во время сна явленія, связанныя съ дѣятельностью головного мозга (сознаніе, воспріятіе ощущеній), исчезаютъ; но дѣятельность органовъ питанія (въ широкомъ смыслѣ слова) не останавливается. Состояніе животнаго во время сна можно сравнить съ состояніемъ животнаго, у котораго вырѣзаны мозговые полушарія. Во всякомъ случаѣ, даже во снѣ остаются иногда слѣды психической дѣятельности (сновидѣнія) и даже явленія двигательной иннерваціи въ сферахъ мышцъ, завѣдующихъ сношеніями съ вѣшной

средой (напр., при т. назыв. сомнамбулизмѣ).

Что касается состоянія, обозначаемого терминомъ „гипнозъ“, мы не можемъ заняться его изученіемъ, такъ какъ это вывело бы насъ далеко за предѣлы этого элементарнаго учебника (см. учебники невропатологій).

Нѣкоторые яды, оказывающіе специфическое дѣйствіе на нервную систему, могутъ значительно вліять на мозговые функціи. Сюда относятся, главнымъ образомъ, наркотическія средства (эфиръ, хлороформъ, алкоголь и проч.). Послѣ начальнаго періода возбужденія, характеризующагося повышенной дѣятельностью психическихъ, двигательныхъ и чувствительныхъ центровъ мозга, эти вещества вызываютъ угнетеніе нервной дѣятельности, подобное нормальному сну, но еще болѣе глубокое. При хлороформномъ наркозѣ сознаніе подавлено, чувствительность исчезаетъ, и только автоматическіе центры спинного и продолговатаго мозга продолжаютъ свою нормальную дѣятельность. Если отравленіе заходитъ слишкомъ далеко, эти послѣдніе центры также поражаются, и животное умираетъ.

При хирургическихъ операціяхъ наркозъ доводятъ до полного расслабленія мышцъ и исчезновенія рефлексовъ. Дольше сохраняется рефлексъ со стороны роговой оболочки (смыканіе вѣкъ подѣ влияніемъ прикосновенія къ роговой оболочкѣ); съ исчезновеніемъ этого рефлекса анестезію можно считать полной и на этой точкѣ ее надо поддерживать, не ослабляя ея; при углубленіи наркоза поражается дыхательный центръ, что угрожаетъ опасностью жизни.

Г Л А В А IV.

Частная физиология нервовъ.

Въ большинствѣ нервныхъ стволовъ содержатся рядомъ другъ съ другомъ различныя чувствительныя волокна, двигательныя, сосудодвигательныя, секреторныя и задерживающія волокна. Раздѣлить эти волокна, отыскать мѣсто ихъ происхожденія въ центрахъ спинного и продолговатаго мозга и прослѣдить ихъ развѣтвленія на периферіи—такова задача частной физиологии нервовъ.

1-й отд. Распредѣленіе чувствительныхъ и двигательныхъ волоконъ въ нервныхъ стволахъ.

Большинство нервныхъ стволовъ заключаютъ въ своемъ составѣ одновременно и чувствительныя, и двигательныя волокна (смѣшанные нервы); это является правиломъ для нервовъ, берущихъ начало отъ спинного мозга, т. назыв. спинномозговыхъ нервовъ, такъ какъ эти нервы образуются соединеніемъ переднихъ (двигательныхъ) и заднихъ (чувствительныхъ) корешковъ спинного мозга. Нѣкоторые черепные нервы при самомъ выходѣ изъ мозга состоятъ исключительно изъ двигательныхъ волоконъ (двигательные глазные нервы, лицевой нервъ), но на периферіи къ нимъ присоединяются чувствительныя волокна, происходящія отъ стволовъ другихъ чувствительныхъ нервовъ. На периферіи различныя нервы обмѣниваются, какъ извѣстно, своими волокнами, образуя многочисленные анастомозы, такъ что простая анатомическая препаровка нерва далеко не всегда достаточна для того, чтобъ составить себѣ точное понятіе о распредѣленіи волоконъ въ нервныхъ стволахъ, и необходимо анатомическія данныя дополнять данными, получаемыми путемъ вивисекцій и клиническихъ наблюденій.

1. Результаты перерѣзки и раздраженія смѣшаннаго нерва.—Послѣ перерѣзки смѣшаннаго нерва во всей области его распредѣленія наблюдается параличъ мышцъ, расслабленіе сосудовъ и прекращеніе секреторныхъ процессовъ; въ дальнѣйшемъ наступаютъ чрезъ болѣе или менѣе длинный срокъ разнаго рода трофическія разстройства (атрофія мышцъ, язвенія кожи и проч.). Раздраженія *периферическаго конца* смѣшаннаго нерва вызываютъ, наоборотъ, сокращенія мышцъ, суженіе сосудовъ (или расширеніе ихъ—въ томъ случаѣ, когда сосудорасширители берутъ перевѣсъ надъ сосудосуживателями), отдѣленіе железами соответствующихъ соковъ.

Всѣ перечисленныя явленія зависятъ отъ центробѣжныхъ волоконъ нерва. Что касается центростремительныхъ его волоконъ, то въ результатъ ихъ перерѣзки наступаетъ анестезія во всей области распредѣленія этого нерва и исчезаютъ тѣ рефлексы, для которыхъ данный нервъ служитъ исходнымъ пунктомъ; раздраженія *центрального конца* перерѣзаннаго нерва вызываютъ ощущенія боли и рефлекторныя дѣйствія или на произвольную мускулатуру, или на мускулатуру внутреннихъ органовъ (сосудодвигательные рефлексы), или на железы (рефлекторное отдѣленіе). Среди явлений, относящихся къ чувствительной сферѣ, отмѣтимъ т. назыв. возвратную чувствительность.

2. Возвратная чувствительность.—Иногда послѣ перерѣзки нервного ствола потеря чувствительности въ области его распредѣленія бываетъ неполная или скоропреходящая, а его *периферическій конецъ* обнаруживаетъ нѣкоторую степень чувствительности. Такъ, при перерѣзкѣ п. mediani въ локтевой области наблюдали иногда, что анестезія кисти руки черезъ нѣкоторое время исчезала, прежде чѣмъ перерѣзанный нервъ могъ возродиться. Этотъ возвратъ чувствительности имѣетъ своей причиной викарное дѣйствіе нѣкоторыхъ нервныхъ волоконъ, присоединяющихся къ данному нерву изъ другихъ нервныхъ стволовъ. Въ самомъ дѣлѣ, на периферіи много нервныхъ волоконъ переходятъ изъ одного нерва въ другой и въ составъ послѣдняго идутъ *обратнымъ ходомъ* вверхъ по нервному стволу; такъ объясняется чувствительность периферическаго конца перерѣзаннаго нерва. Опыты Ардуана и Трипье показали, какое важное значеніе имѣетъ эта возвратная чувствительность; эти ученые перерѣзали у собаки три нерва, идущіе къ пальцу; послѣ такой перерѣзки болевая чувствительность продолжала существовать; она исчезла только послѣ перерѣзки четвертой нервной вѣтви. Равнымъ образомъ, лицевой нервъ, который при выходѣ изъ черепа является чисто двигательнымъ нервомъ, на периферіи получаетъ много чувствительныхъ волоконъ, потому что въ составъ его периферическихъ вѣтвей входитъ много волоконъ изъ тройничнаго нерва. Что касается чувствительности переднихъ корешковъ, она была объяснена также присутствіемъ возвратныхъ волоконъ (см. рис. 193).

2-й отд.—Спинномозговые нервы.

Въ составѣ этихъ нервовъ (число ихъ=31 парѣ) идутъ чувствительныя и двигательныя волокна къ шеѣ, туловищу и конечностямъ. Распредѣленіе ихъ периферическихъ вѣтвей извѣстно изъ анатоміи, но происхожденія ихъ волоконъ анатомія не объясняетъ. Вслѣдствіе анастомозовъ между различными корешками въ сплетеніяхъ въ составъ каждаго нерва входятъ волокна, происходящія изъ различныхъ корешковъ. Такимъ образомъ, распредѣленіе чувствительныхъ и двигательныхъ волоконъ между корешками, входящими въ составъ сплетенія, отличается отъ распредѣленія этихъ волоконъ между нервами, выходящими изъ сплетенія. И вотъ эту задачу—изслѣдовать распредѣленіе корешковыхъ волоконъ между различными нервами, задачу, очень важную для клинки, анатомія рѣшить безсильна.

1. Распредѣленіе чувствительныхъ корешковыхъ волоконъ.—Экспериментальныя изслѣдованія Шеррингтона показали, что послѣ перерѣзки одного

только заднего корешка анестезія не наблюдается; для этого необходимо перерѣзать, по крайней мѣрѣ, два рядомъ лежащія корешка. Отсюда слѣдуетъ, что каждый участокъ кожи получаетъ чувствительныя волокна, по крайней мѣрѣ, отъ двухъ заднихъ корешковъ. Далѣе, клиническія и экспериментальныя данныя показываютъ, что области анестезіи, наступающей вслѣдъ за перерѣзкой корешковъ, занимаютъ длинныя полосы, *параллельныя оси конечности*. Если придать конечностямъ правильное анатомическое положеніе, т. е. повернуть ихъ на 90° такъ, чтобъ большіе пальцы рукъ и ногъ смотрѣли кнаружи, то въ этомъ случаѣ полосы, соответствующія отдѣльнымъ корешкамъ, располагаются по направленію снаружи внутрь въ томъ же порядкѣ; въ какомъ слѣдуютъ другъ за другомъ (въ направленіи сверху внизъ) самыя корешки (см. рис. 230, слѣва). Однако, такое распределеніе чувствительныхъ корешковъ волоконъ сохраняется только по отношенію къ чувствительнымъ протонейронамъ; поднимаясь выше, въ область первыхъ вставочныхъ нейроновъ, мы встрѣчаемъ уже иное распределеніе центровъ, соответствующихъ различнымъ участкамъ периферіи тѣла; здѣсь наблюдается *сегментальное распределеніе*. Многочисленныя клиническія наблюденія (главнымъ образомъ, Бриссо) показываютъ, что мѣстныя поврежденія спинного мозга вызываютъ появленіе анестетическихъ пятенъ въ видѣ перчатки, манжетки и проч., что въ спинномъ мозгу чувствительныя нейроны группируются такимъ образомъ, что каждый центръ соответствуетъ определенному сегменту тѣла (плечу, предплечію, кисти, стопѣ, голени и проч.); эти периферическія сегменты расположены уже не вдоль, а *поперекъ даннаго члена* (см. рис. 230, справа).

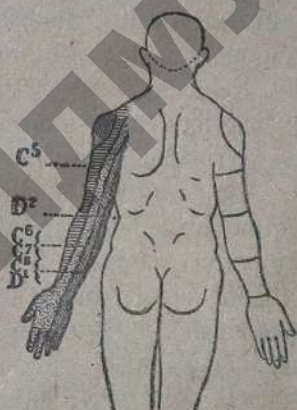


Рис. 230.

Распределеніе чувствительныхъ корешковыхъ волоконъ въ верхней конечности.

C₅, C₆, C₇, C₈, — шейные корешки,
D₁, D₂, — спинные корешки.

2. Распределеніе двигательныхъ корешковыхъ волоконъ. — Исслѣдованіе этого вопроса было начато Ферье и Йео; его продолжали Форгъ и затѣмъ Шеррингтонъ. Не имѣя возможности детально описывать ихъ опыты, мы упомянемъ лишь о тѣхъ выводахъ, къ которымъ пришелъ Форгъ по вопросу о распределеніи двигательныхъ корешковъ въ мышцахъ конечностей. По отношенію къ плечевому сплетенію Форгъ формулируетъ результаты своихъ опытовъ въ слѣдующихъ трехъ законахъ: 1) отъ cadaго двигательнаго корешка идутъ волокна къ двумъ слоямъ мышцъ конечности, переднему и заднему; 2) по мѣрѣ приближенія къ груднымъ нервамъ раздраженіе корешковъ вызываетъ сокращенія мышцъ, расположенныхъ все ниже и ниже; 3) по мѣрѣ приближенія къ груднымъ нервамъ результатъ раздраженія корешковъ — сокращеніе мышцъ — переходитъ отъ лучевого къ локтевому краю конечности. По отношенію къ поясничному и крестцовому сплетенію Форгъ нашелъ двѣ слѣдующія законности: 1) по мѣрѣ приближенія къ нижнимъ сакральнымъ корешкамъ, сокращеніе распространяется на мышечныя группы, лежащія все ниже и ниже, 2) въ то же самое время сокращеніе переходитъ отъ внутренняго края конечности къ наружному.

Вслѣдствіе переплета корешковыхъ волоконъ въ сплетеніяхъ сосѣдніе корешки отдаютъ волокна въ самыя различныя периферическіе нервы; перерѣзка корешковъ вызываетъ параличъ въ очень разнообразныхъ по функции мышечныхъ группахъ (*корешковый параличъ*). Напр., перерѣзка 5 и 6-го шейнаго корешка вызываетъ параличъ дельтовидной, двуглавоу мышцы, *m. coraco-brachialis*, *brachialis interni* и *supinator. longi* (корешковый параличъ Эрба); наоборотъ, электризація точки, расположенной въ вадключичной ямкѣ (точка Эрба), вызываетъ сокращеніе во всѣхъ перечисленныхъ мышцахъ; однако, всѣ эти мышцы иннервируются различными нервами (*n. axillaris* для *m. deltoideus*, *n. musculo-cutaneus* для *m. biceps* и *brachialis internus*, *radialis*—*m. supinator longus*). Если 5 и 6 корешки совершенно парализованы, то можно наблюдать, какъ къ параличу только что названныхъ мышцъ присоединяется и параличъ *m. infra-et supraspinatus*, ключичной доли *m. pectoral. major.* и *supinat. brevis* (параличъ Дюшенна).

Если же, наоборотъ, повреждены нижніе корешки плечевого сплетенія, напр., 1-й грудной корешокъ, то параличъ захватываетъ мышцы, иннервируемыя срединнымъ и локтевымъ нервомъ.

Для нижней конечности мы уже выше указали, что поясничные корешки иннервируютъ передне-внутреннюю часть ея, крестцовые—задне-наружную часть.

Не надо, однако, думать, что корешковыя клѣтки въ спинномъ мозгу расположены группами, соответствующими распредѣленію корешковыхъ волоконъ. Наоборотъ, существуетъ рядъ клиническихъ данныхъ, доказывающихъ, что въ спинномъ мозгу наблюдается такое же сегментальное расположеніе двигательныхъ нейроновъ, какое мы встрѣтили въ чувствительныхъ нейронахъ.

3-й отд.—Черепные нервы.

Мы разсмотримъ вкратцѣ функцію черепныхъ нервовъ, за исключеніемъ нервовъ органовъ чувствъ (обонятельнаго, зрительнаго, слухового).

1. Двигательные нервы глазнаго яблока.—Такихъ нервовъ 3: глазодвигательный, отводящій и блоковый (рис. 231).

а. Глазодвигательный нервъ (3-я пара).—Этотъ нервъ при выходѣ изъ мозга состоитъ исключительно изъ двигательныхъ волоконъ, но путемъ анастомозовъ съ тройничнымъ (около *sinus cavernosus*) онъ получаетъ чувствительныя волокна. Онъ иннервируетъ слѣдующія мышцы глаза: *m. rectus internus*, *superior* и *inferior*, *obliquus inferior* и *levator palpebrae superioris*. Далѣе, онъ отдаетъ двигательный корешокъ къ *ganglion ciliare* и черезъ этотъ гангліи двигательныя рѣсничныя вѣточки, иннервирующія *sphincter iridis* и *m. ciliaris*. Перерѣзка глазодвигательнаго нерва влечетъ за собой опусканіе верхняго вѣка, отклоненіе глазнаго яблока кнаружи и книзу (вслѣдствіе того, что наружная прямая и блоковая мышца получаютъ нервъ надъ остальными мышцами глаза, иннервируемыми глазодвигательнымъ нервомъ и теперь парализованными), расширеніе зрачка и параличъ аккомодаци.

а. Отводящій нервъ (6-я пара).—При выходѣ онъ также состоитъ исключительно изъ двигательныхъ волоконъ, а затѣмъ получаетъ чувствитель-

ныя волокна путемъ анастомоза съ вѣтвями тройничнаго нерва; онъ иннервируетъ наружную прямую мышцу глаза; параличъ его вызываетъ отклоненіе глаза внутрь.

В. Блоковый нервъ (4-я пара).—Этотъ нервъ по выходѣ изъ мозга состоитъ также только изъ двигательныхъ волоконъ, но очень скоро получаетъ чувствительныя волокна чрезъ анастомозъ съ тройничнымъ (въ стѣнкахъ пещеристой пазухи); онъ иннервируетъ верхнюю косую мышцу глаза. Перерѣзка его вызываетъ поворотъ глазнаго яблока вверхъ и кнаружи влѣдствіе преобладанія нижней косой мышцы.

Мы упоминали, что для содружественныхъ движеній глазъ въ стороны—направо и налево—должны существовать нервные центры, ассоціирующіе дѣйствіе внутренней прямой мышцы одного глаза съ дѣйствіемъ наружной прямой мышцы другого глаза, т. е. устанавливающіе связь между

ядрами глазодвигательнаго и отводящаго нерва. По Грассэ, въ гуг. marginatus находится центръ, завѣдующій содружественными движеніями глазъ. Приведенная схема (рис. 232) даетъ понятіе о механизмѣ иннерваціи въ этомъ случаѣ. Слѣдовательно, подобно тому какъ въ сферѣ зрительныхъ ощущеній мы имѣемъ раздѣленіе каждаго глаза между двумя зрительными нервами, такъ же и движенія каждаго глаза распределяются между двумя нервными путями.

2. Тройничный нервъ (5-я пара).—Этотъ нервъ представляется смѣшаннымъ нервомъ уже при самомъ выходѣ изъ мозга, но двигательная часть его вначалѣ совершенно отдѣлена отъ чувствительной (рис. 233); чувствительная порція или толстый корешокъ тройничнаго нерва начинается въ клѣткахъ Гассерова узла и входитъ въ мозгъ въ связь съ очень большимъ ядромъ, расположеннымъ въ продолговатомъ мозгу и въ Вароліевомъ мосту; двигательная часть тройничнаго нерва происходитъ изъ ядра, расположеннаго посрединѣ Вароліева моста, и проходить

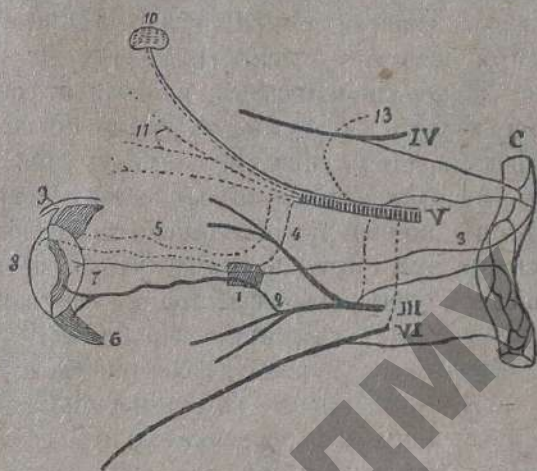


Рис. 231.

Схема иннерваціи глаза (по Бони).

III—п. oculomotorius; IV—п. trochlearis; V—п. ophthalmicus; VI—п. abducens; C—а. carotis и plexus caroticus; 1—ganglion ciliare; 2—его двигательный корешокъ; 3—его симпатическій корешокъ; 4—его чувствительный корешокъ; 5—главный циліарный нервъ; 6—m. ciliaris; 7—радужная оболочка; 8—роговица; 9—конъюнктива; 10—слезная железа; 11—п. frontalis; 12—п. nasalis; 13—возвратная вѣтвь. Двигательные нервы обозначены толстыми непрерывными чертами, чувствительные пунктирными линиями, симпатическія и сосудодвигательныя вѣтви—тонкими непрерывными линиями, железистыя вѣтви—прерывистыми черточками.

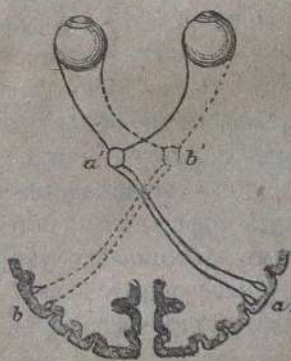


Рис. 232.

Схема содружественныхъ движеній глазъ (по Грассэ). a, b—корковые нейроны (въ гуг. marginatus); a', b'—подкорковые нейроны; a, a'—нервъ, вращающій налево; b, b'—нервъ, вращающій направо.

и проходить

черезъ Гассеровъ узелъ, не смѣшиваясь съ чувствительными волокнами, съ тѣмъ чтобы дальше передаться цѣликомъ въ нижнечелюстную вѣтвь тройничнаго нерва; изъ трехъ вѣтвей тройничнаго нерва, выходящихъ изъ Гассерова узла, п. ophthalmicus и maxillaris superior исключительно чувствительныя, а третья—maxillaris superior—смѣшанная. Перерѣзка тройничнаго нерва въ черепной полости влечетъ за собой анестезію лица (тактильную, термическую и болевую) и параличъ мышцъ, участвующихъ при жевательныхъ движеніяхъ нижней челюсти. При этомъ мышцы лица становятся также неподвижными; это зависитъ не отъ паралича этихъ мышцъ, такъ какъ онѣ иннервируются лицевымъ нервомъ. Но по общему правилу разстройства чувствительности влекутъ за собой двигательныя разстройства; въ данномъ случаѣ всѣ рефлекторныя движенія лицевыхъ мышцъ, исходной точкой которыхъ служитъ раздраженіе вѣтвей тройничнаго нерва, не имѣютъ возможности нормально совершаться.

а. N. ophthalmicus. —Онъ иннервируетъ чувствительными вѣтвями кожу лба и верхняго вѣка, соединительную оболочку глаза, роговицу, слизистую оболочку слезныхъ путей (рис. 231). Чувствительныя рѣсничныя вѣточки, выходящія изъ рѣсничнаго узла, получаютъ свои чувствительныя волокна отъ п. ophthalmicus (черезъ чувствительный корешокъ узла); эти рѣсничныя вѣтви являются чувствительными нервами радужной и роговой оболочки, а длинныя рѣсничныя нервы, происходящія прямо отъ п. nasalis, иннервируютъ радужную оболочку и конъюнктиву. Раздраженіе этихъ вѣтвей вызываетъ рефлекторное мигательное движеніе. Въ составъ ophthalmicus, кромѣ того, входятъ: 1) расширяющія зрачекъ волокна, идущія отъ симпатическаго нерва и передающіяся на iris черезъ симпатическій корешокъ g. ciliare; 2) секреторныя волокна для слезной железы и 3) сосудодвигательныя волокна для глазныхъ оболочекъ. Наконедъ, возможно, что этотъ нервъ содержитъ еще трофическія волокна для глаза; въ самомъ дѣлѣ, послѣ перерѣзки тройничнаго нерва внутри черепа роговица воспаляется, изъязвляется и подвергается прободенію; воспаленіе передается на соединительную и радужную оболочку и можетъ повести къ гнойному воспаленію всего глазного яблока. Нѣкоторые физиологи думаютъ, что описанныя трофическія разстройства объясняются анестезіей глаза, который не защищается теперь отъ травматическихъ поврежденій разнаго рода инородными тѣлами; этотъ взглядъ доказывается тѣмъ, что, если помѣстить предъ глазомъ чувствительную поверхность, которая защищала бы глазъ, напр., пришивая передъ глазомъ кролика его ухо,—то глазъ остается здоровымъ. Другіе, однако, не удовлетворяются этой механической теоріей и предполагаютъ, что тройничный нервъ оказываетъ трофическое вліяніе на глазъ (по Мажанди, черезъ посредство Гассерова узла). Вопросъ этотъ окончательно еще не выясненъ.

б. Верхнечелюстной нервъ. —Онъ снабжаетъ чувствительными вѣтвями нижнюю вѣку, верхнюю губу, скуловую область, слизистыя оболочки носа, мягкаго и твердаго неба, десны и зубы верхней челюсти. Раздраженіе нѣкоторыхъ вѣтвей этого нерва вызываетъ рядъ рефлексовъ: глотаніе, чиханіе, отдѣленіе слезъ. Въ составѣ этого нерва содержатся также сосудорасширяющія и секреторныя волокна для слизистой оболочки носа, а, можетъ быть, также трофическія волокна, потому что послѣ внутричерепной

перерѣзки тройничнаго нерва слизистой оболочки носа краснѣютъ, набухаютъ и кровоточатъ.

Ganglion sphenopalatinum (Меккелевъ узелокъ), присоединяющійся къ верхнечелюстному нерву (рис. 233), получаетъ чувствительные корешки отъ верхнечелюстнаго и отъ языкоглоточнаго нерва (n. petrosus profundus major), двигательные корешки—отъ лицевого нерва (n. petrosus superficialis major) и симпатическіе корешки отъ сплетенія сонной артеріи. Вѣточки, отходящія отъ этого узла, иннервируютъ слизистыя оболочки носа, неба и носоглоточной полости, а также иннервируютъ двигательными вѣтвями (заимствованными отъ лицевого нерва) мышцы мягкаго неба.

В. Нижнечелюстной нервъ иннервируетъ кожу щекъ, висковъ, нижней губы, подбородка, слизистую оболочку рта (внутренняя поверхность щекъ, нижней губы, верхняя поверхность языка) нижней губы. Язычный нервъ содержитъ также вкусовыя волокна. Сосаніе, жеваніе и отдѣленіе слюны возбуждаются по рефлексу при раздраженіи волоконъ нижнечелюстнаго нерва.

Двигательныя вѣтви нижнечелюстнаго нерва иннервируютъ mm. masseter, temporalis, pterygoidei, переднее брюшко digastrici и mylohyoideus.

Ganglion oticum, присоединенный къ нижнечелюстному нерву, получаетъ чувствительныя волокна отъ этого послѣдняго и отъ языкоглоточнаго нерва (n. petrosus profundus minor), двигательныя волокна отъ лицевого нерва (n. petrosus superficialis minor) и отъ двигательной части тройничнаго нерва, а симпатическія волокна отъ сплетенія a. meningeae mediae. Отъ этого узла отходятъ чувствительныя волокна къ слизистой оболочкѣ барабанной полости, секреторныя волокна къ околоушной железнѣ и двигательныя волокна къ мышцѣ, натягивающей барабанную перепонку, и къ peristaphylinus externus (рис. 233).

Ganglion submaxillare, присоединенный къ язычному нерву, получаетъ чувствительныя корешки отъ этого послѣдняго, двигательный корешокъ лицевого нерва чрезъ барабанную струну (она присоединяется къ язычному

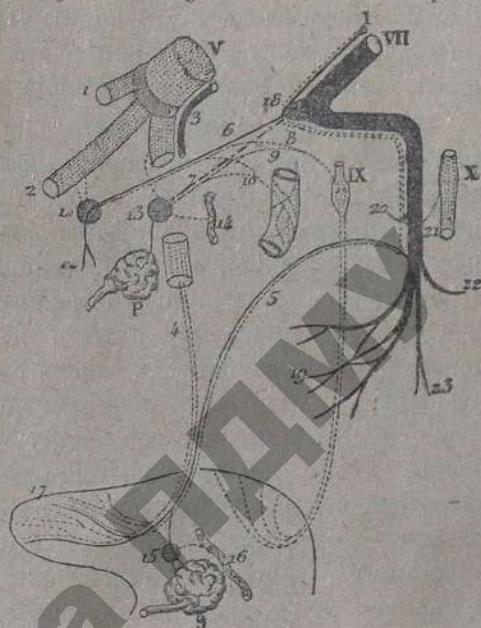


Рис. 233.

Схема вѣтвей и связей лицевого нерва.

V—тройничный. VII—лицевой. IX—языкоглоточный. X—блуждающій. P—околоушная железа. S—подъязычная железа. 1—n. intermedius Wrisbergii. 1—n. ophthalmicus. 2—верхнечелюстной нервъ. 3—нижнечелюстной нервъ. 4—язычный нервъ. 5—барабанная струна. 6—n. petrosus superficialis minor. 8—n. petros. prof. major. 9—n. petrosus prof. minor. 10—вѣтви соннаго сплетенія. 11—Меккелевъ узелъ. 12—двигательныя вѣтви для мышцъ мягкаго неба. 13—ganglion oticum. 14—симпатическое сплетеніе a. meningeae mediae. 15—нижнечелюстной узелъ. 16—симпатическое сплетеніе лицевой артеріи. 17—нервные вѣтви языка. 18—ganglion geniculi. 19—конечныя развѣтвленія лицевого нерва. 20—нервъ, идущій къ мышцѣ, натягивающей барабанную перепонку. 21—австемозъ блуждающаго и лицевого нерва. 22—ушныя вѣтви. 23—вѣтви, идущія къ m. stylo-glossus и glosso-staphylinus.

нерву тотчасъ послѣ выхода изъ черепа), симпатическій корешокъ сплетенія, окружающаго лицевую артерію. Отъ этого узла отходятъ сосудодвигательныя и секреторныя волокна къ подчелюстной слюнной железн (рис. 233).

3. Лицевой нервъ (7-я пара).—При выходѣ изъ мозга лицевой нервъ состоитъ исключительно изъ двигательныхъ волоконъ, но уже по выходѣ изъ черепа онъ обнаруживаетъ явленіе возвратной чувствительности (рис. 233).

а. Двигательная функція.—Лицевой нервъ иннервируетъ: 1) всѣ кожныя мышцы лица и черепной крыши; вслѣдствіе этого онъ управляетъ мимическими движеніями лица; магительныя движенія, движенія губъ, щекъ и ноздрей иннервируются этимъ нервомъ. Послѣ перерѣзки лицевого нерва съ одной стороны, мышцы лица на этой сторонѣ парализуются и вслѣдствіе этого лицо перекашивается на противоположную сторону благодаря перевѣсу нетронутыхъ мышцъ противоположной стороны. 2) Лицевой нервъ иннервируетъ заднее брюшко двубрюшной мышцы и *m. stylohyoidens*; слѣдов., онъ принимаетъ участіе въ подниманіи подъязычной кости. 3) Онъ иннервируетъ *m. stylo-glossus* и *glosso-staphylinus*; это объясняетъ, почему при параличѣ лицевого нерва у челювѣка языкъ иногда отклоняется вбокъ. 4) Лицевой нервъ иннервируетъ мышцы мягкаго неба, вслѣдствіе чего при параличахъ этого нерва язычекъ иногда отклоняется въ сторону отъ средней линіи. 5) Наконецъ, лицевымъ нервомъ иннервируется *m. tensor tympani* и мышцы ушной раковины (тугость слуха при параличахъ лицевого нерва).

б. Чувствительная функція.—Послѣ выхода изъ *foramen stylomastoideum* лицевой нервъ содержитъ уже чувствительныя волокна благодаря анастомозамъ внутри Фаллопіева канала съ тройничнымъ и блуждающимъ нервомъ; далѣе, всѣ периферическія вѣтви лицевого нерва анастомозируютъ съ вѣтвями тройничнаго. Барабанная струна содержитъ въ своемъ составѣ вкусовыя волокна.

в. Сосудодвигательная и секреторная функція.—Въ барабанной струнѣ проходятъ секреторныя волокна для подчелюстной железы и сосудодвигательныя волокна для той же железы и для соотвѣтствующей половины языка. Секреторныя волокна принадлежатъ самому лицевому нерву, а сосудодвигательныя волокна происходятъ отъ другого нерва, потому что послѣ перерѣзки лицевого нерва внутри черепа и послѣ того, какъ всѣ его волокна успѣютъ переродиться, раздраженіе барабанной струны не вызываетъ уже секретіи слюны, но оказываетъ еще сосудодвигательное дѣйствіе. Сосудодвигательныя волокна барабанной струны происходятъ, вѣроятно, изъ тройничнаго нерва.

г. Функція n. intermedii Wrisbergii, сопровождающаго лицевой нервъ и соединяющагося съ *ganglion geniculi*, до сихъ поръ еще окончательно не выяснена. Вѣроятно, этотъ нервъ является чувствительнымъ корешкомъ, волокна котораго происходятъ изъ *ganglion geniculi*, а на периферію распространяются въ составѣ барабанной струны (вкусовыя волокна этой послѣдней).

4. Языноглоточный нервъ (9-я пара).—Этотъ нервъ представляется смѣшаннымъ уже при самомъ выходѣ изъ мозга; онъ иннервируетъ чувстви-

тельными вѣтвями (рис. 234) слизистую оболочку языка (въ ея задней трети), небныхъ дужекъ и миндалинъ, слизистую оболочку глотки (plexus pharyngeus) и чрезъ Якобсонову вѣтвь—слизистую оболочку барабанной полости и Евстахіевой трубы; кромѣ того, этотъ нервъ отдаетъ вкусовыя волокна къ задней части языка. Раздраженіе его чувствительныхъ вѣтвей вызываетъ разнообразныя рефлексы: глотаніе, рвоту, отдѣленіе слюны.

Двигательныя вѣтви языкоглоточнаго нерва распределяются въ глоткѣ (передній отдѣлъ верхняго сжимателя глотки, по Шово) и, можетъ быть, также въ мышцахъ мягкаго неба.

5. Блуждающій нервъ (10-ая пара).—Блуждающій нервъ является смѣшаннымъ нервомъ, начиная съ самаго мѣста выхода изъ мозга; онъ распределяется, главнымъ образомъ, въ дыхательномъ, кровеносномъ и пищеварительномъ аппаратѣ (рис. 235, X).

а. Дыхательныя вѣтви.—Вѣтви блуждающаго нерва отдаютъ чувствительныя волокна къ слизистой оболочкѣ дыхательныхъ путей; чувствительность слизистой оболочки очень тонка выше голосовой щели (n. laryngeus superior), ниже голосовой щели въ трахей и бронхахъ она довольно тупа (n. recurrens, plexus pulmonalis). Роль блуждающаго нерва въ иннервации дыханія и рефлексы, вызываемыя раздраженіемъ этого нерва, уже изложены выше, въ главѣ о дыханіи. Этотъ нервъ иннервируетъ также мышцы гортани (n. laryngeus externus, n. recurrens) и гладкія мышцы бронховъ.

б. Вѣтви къ кровеносному аппарату.—Въ составѣ блуждающаго нерва проходятъ задерживающія и чувствительныя волокна сердца (см. иннервацию сердца).

в. Вѣтви къ пищеварительнымъ органамъ.—Отъ блуждающаго нерва отходятъ чувствительныя вѣтви къ слизистымъ оболочкамъ языка, глотки, пищевода, желудка и кишекъ; двигательныя вѣтви n. vagi иннервируютъ нѣкоторыя мышцы мягкаго неба, глотки (по Шово, всѣ ея констрикторы), пищевода, желудка и кишекъ.

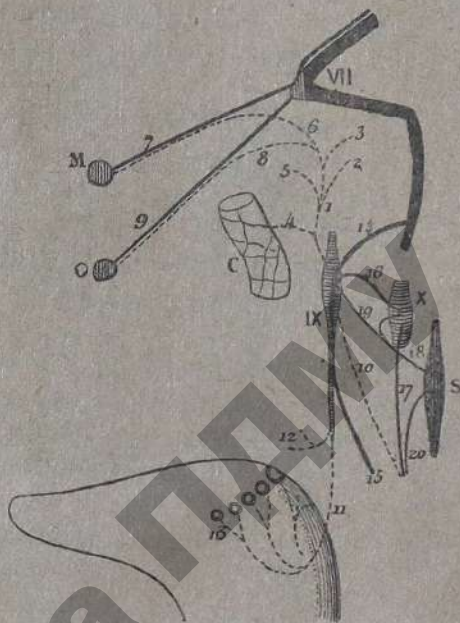


Рис. 234.

Схема вѣтвей языкоглоточнаго нерва.

VII—лицевой нерв. IX—языкоглоточный нерв съ узломъ Аурерша. X—блуждающій нервъ. S—верхній шейный узелъ. C—сонное сплетеніе. M—узелъ Меккеля. O—ganglion oticum. 1—Якобсоновъ нервъ. 2—вѣтвь къ овальному окошку. 4—сонная вѣтвь. 5—вѣтвь къ Евстахіевой трубѣ.—6—анастомозъ съ n. petrosus superficialis major. 7—n. petrosus superficialis major. 8—анастомозъ Якобсонова нерва съ n. petrosus superficialis minor (9). 10—глоточная вѣтвь. 11—язычная вѣтвь. 12—вѣтви къ миндалиннымъ железамъ. 13—конечная вѣтвь. 14—анастомозъ лицевого нерва съ узломъ Аурерша. 15—вѣтвь къ m. stylopharyngeus. 16—анастомозъ съ блуждающимъ нервомъ. 17—глоточная вѣтвь блуждающаго нерва; 18—временная вѣтвь верхняго шейнаго узла. 19—вѣтвь отъ верхняго шейнаго узла къ узлу Аурерша. 20—глоточная вѣтвь верхняго шейнаго узла.

Онъ содержитъ, кромѣ того, сосудодвигательныя волокна (сосудорасширяющія) и секреторныя для желудка, поджелудочной железы, печени. Благодаря своимъ чувствительнымъ волокнамъ онъ служитъ исходнымъ пунктомъ для многихъ важныхъ рефлексовъ въ мышечной оболочкѣ пищеварительной трубки, въ пищеварительныхъ железахъ и печени, въ сосудахъ брюшныхъ органовъ.

Всѣ эти функции блуждающаго нерва были уже рассмотрѣны въ различныхъ отдѣлахъ этой книги. Для полученія общаго обзора остается лишь обратиться къ соответствующимъ мѣстамъ и объединить все, сказанное тамъ.

Итакъ, блуждающіе нервы какъ по своему непосредственному дѣйствию на различные органы, такъ и по своей экситомоторной дѣятельности представляютъ собой важный аппаратъ для регуляціи важнѣйшихъ функций органической жизни. При этомъ дѣятельность блуждающихъ нервовъ связана съ дѣятельностью симпатическаго нерва, съ которымъ они чрезъ посредство различныхъ сплетеній обмѣниваются волокнами. Объ этомъ еще будетъ рѣчь при описаніи развѣтвленій симпатическаго нерва.

6. Добавочный нервъ. (11-ая пара). Этотъ нервъ состоитъ исключительно изъ двигательныхъ волоконъ; тотчасъ по выходѣ онъ раздѣляется на двѣ вѣтви (рис. 235, XI), изъ которыхъ наружная иннервируетъ *m. sternocleidomastoideus* и *m. trapezius*, а внутренняя тотчасъ же вступаетъ въ анастомозъ съ блуждающимъ нервомъ и въ дальнѣйшемъ настолько плотно сливается съ нимъ, что можемъ раздѣлить ихъ невозможно; но физиологическій опытъ даетъ возможность отличить тѣ волокна блуждающаго нерва, которыя переходятъ отъ добавочнаго. Въ самомъ дѣлѣ, послѣ экстирпаціи корней добавочнаго нерва, его волокна въ стволѣ блуждающаго подвергаются Валлеровскому перерожденію, и чрезъ нѣсколько дней благодаря этому блуждающій нервъ теряетъ нѣкоторыя свои функции. Путемъ такихъ опытовъ выяснилось, что

задерживающія волокна сердца, двигательныя волокна гортани, глотки, пищевода и желудка принадлежать, въ сущности, не блуждающему, а добавочному нерву.

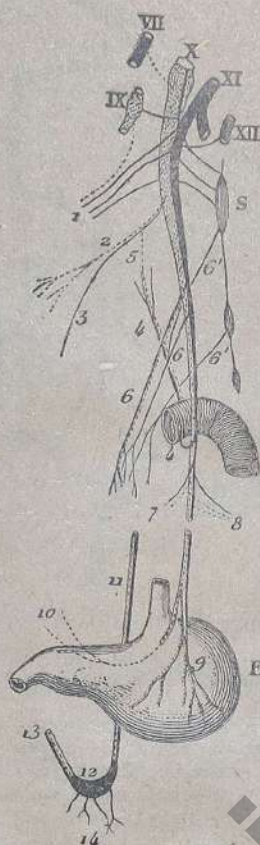


Рис. 235.

Схема распредѣленія вѣтвей блуждающаго нерва.

VII—лицевой нервъ. IX—языкоглоточный нервъ. X—блуждающій. XI—добавочный. XII—подъязычный. S—шейный симпатическій нервъ. A—аорта. E—желудокъ. 1—глоточныя вѣтви. 2—верхнегортанный нервъ. 3—*laryngeus externus*. 4—нижегортанный или возвратный нервъ. 5—анастомозъ Галена. 6—сердечныя вѣтви, проводящія отъ блуждающаго (6) и симпатическаго (6') нерва. 7—лицеводныя вѣтви. 8—легочныя вѣтви. 9, 10—конечныя развѣтвленія лѣваго блуждающаго нерва въ желудкѣ (9) и въ печени (10). 11—правый блуждающій нервъ. 12—подушный ганглий. 13—чревной нервъ. 14—вѣтвь въ солнечному сплетенію.

О роли добавочнаго и блуждающаго нервовъ при инверсаціи гортани (вокальной и дыхательной) см. главу о фонаціи (стр. 364).

7. Подъязычный нервъ (12-я пара).—При выходѣ это чисто двигательный нервъ; въ дальнѣйшемъ онъ обнаруживаетъ явленіе возвратной чувствительности; онъ иннервируетъ всѣ мышцы языка и, кромѣ того, *m. thyreo-hyoideus* и *genito-hyoideus*. Перерѣзка этого нерва вызываетъ параличъ языка.

4-й отд.—Симпатическій нервъ.

Симпатическая нервная система состоитъ изъ ряда узловъ, соединенныхъ другъ съ другомъ нервными волокнами, такъ что съ той и другой стороны позвоночника образуются непрерывныя симпатическія цѣпи. Симпатическая нервная система не представляетъ собой независимаго отъ центральной нервной системы цѣлага; она соединяется съ послѣдней т. назыв. соединительными вѣтвями и намъ извѣстно, что раздраженія спинного и продолговатаго мозга и даже головного вызываютъ измѣненія въ органахъ растительной жизни. Отъ симпатическихъ узловъ отходитъ большое число вѣтвей, характерной особенностью которыхъ служить стремленіе образовывать сплетенія, въ составъ которыхъ входятъ многочисленныя узлы; отъ этихъ сплетеній отходятъ нервныя вѣтви къ органамъ, при чемъ, прежде чѣмъ распасться на конечныя вѣточки, эти нервы образуютъ микроскопическія сплетенія, содержащія большое число нервныхъ клѣтокъ.

Симпатическіе нервы служатъ для проведенія ощущеній; но при нормальномъ состояніи эти ощущенія очень неопредѣленны и смутны.

1. Строеніе симпатической нервной системы.—Подобно cerebro-сливальной системѣ симпатическая нервная система состоитъ изъ ряда невроновъ. Соединеніе невроновъ другъ съ другомъ происходитъ въ узлахъ, которые по строенію своему похожи на сѣрое вещество нервныхъ центровъ.

Узлы симпатической цѣпи соединяются со спиннымъ мозгомъ посредствомъ двухъ родовъ волоконъ, проходящихъ чрезъ *gangli communicantes*. Одни изъ этихъ волоконъ двигательныя, сосудодвигательныя, секреторныя; ихъ клѣточное тѣло лежитъ въ заднемъ или боковомъ рогѣ спинного мозга; большей частью, они выходятъ изъ спинного мозга чрезъ передніе корешки, однако, нѣкоторые изъ нихъ идутъ чрезъ задніе корешки (исключеніе изъ закона Bell'я). Остальныя волокна центростремительныя, чувствительныя, они приходятъ съ периферіи и послѣ своего вступленія въ симпатическую цѣпь доходятъ до спинного мозга чрезъ задніе корешки, какъ и всѣ чувствительныя волокна вообще (рис. 236).

Центробѣжныя волокна чрезъ посредство конечныхъ развѣтвленій вступаютъ въ узлахъ въ связь съ гангліозными клѣтками. Клѣтки эти, въ свою очередь, посылаютъ волокна къ периферіи къ двигательнымъ и секреторнымъ элементамъ. Волокна этой категоріи направляются къ соответственнымъ органамъ либо прямо въ особомъ нервномъ стволѣ, либо слѣдя ходу артерій, вокругъ которыхъ они образуютъ сплетенія, либо, наконецъ совместно со спинномозговыми нервами. Въ послѣднемъ случаѣ они присоединяются къ смѣшанному спинномозговому нерву чрезъ *gangli communicantes*, такъ что послѣдніе содержатъ не только волокна, соединяющія соответственный узелъ симпатической цѣпи со спиннымъ мозгомъ, но и волокна,

направляющіяся къ периферіи по пути смѣшаннаго нерва. Rami communicantes грудной области бѣлаго цвѣта (мізелиновія волокна), они состоятъ главнымъ образомъ изъ центробѣжныхъ волоконъ. На остальныхъ областяхъ rami communicantes сѣраго цвѣта (Ремаковскія волокна); въ нихъ преобладаютъ волокна, идущія отъ узловъ къ периферіи.

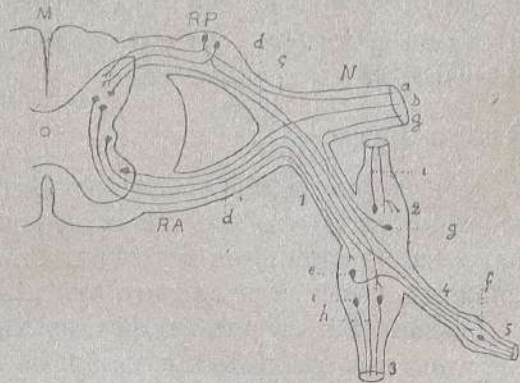


Рис. 236.

Схема нервовъ симпатическаго нерва.

М — спинной мозгъ. RP — задній корешокъ. RA — передній корешокъ. N — смѣшанный нервъ. 1 — соединительная вѣтвь. 2 — узелъ симпатической цѣпи. 3 — симпатическій пограничный столбъ; 4 — вѣтвь симпатическаго нерва. 5 — периферическій узелъ. a — чувствительный нейронъ смѣшаннаго нерва. b — двигательный нейронъ смѣшаннаго нерва. c — чувствительный симпатическій нейронъ. d — нейронъ, соединяющій спинной мозгъ съ симпатич. узломъ. e, f — постгангліонарный нейронъ. g — постгангліонарный нейронъ, вступающій чрезъ соединительную вѣтвь въ смѣшанный нервъ. h — волокно, проходящее чрезъ узелъ симпатической цѣпи безъ перерыва. i — ассоціативные нейроны.

симпатическаго нерва, оканчивается либо въ томъ же сегментѣ, изъ котораго онъ выходитъ, либо въ болѣе удаленномъ узлѣ, лежащемъ на протяженіи пограничнаго столба выше или ниже мѣста выхода соединительной вѣтви; либо, наконецъ, въ одномъ изъ периферическихъ узловъ. Следовательно, въ составъ каждаго симпатическаго узла, кромѣ нервныхъ клетокъ и конечныхъ развѣтвленій аксоновъ, входятъ также волокна, проходящія черезъ узелъ безъ перерыва.

Ланглей воспользовался никотиномъ для того, чтобы опредѣлить ту точку, гдѣ оканчивается одинъ нейронъ и кончается другой нейронъ центробѣжнаго пути симпатическаго нерва. Нанося на поверхность симпатическаго узла 1% растворъ никотина, удается парализовать сѣрое вещество узла; наоборотъ, на процессъ проведенія возбужденія по нервнымъ волокнамъ никотинъ въ такой концентраціи не дѣйствуетъ. Въ этихъ условіяхъ раздраженіе, приложенное къ симпатическимъ волокнамъ выше узла, дойдетъ до периферіи и вызоветъ обычный двигательный эффектъ только въ томъ случаѣ, если подвергшіяся раздраженію волокна проходятъ чрезъ отравленный узелъ безъ перерыва; если же въ этомъ узлѣ происходитъ перерывъ волоконъ и начинается новый нейронъ, возбужденіе не проходитъ черезъ узелъ и не даетъ никакого эффекта на периферіи.

2. Роль узловъ. — Роль симпатическихъ узловъ не ограничивается только что указанной связью двухъ центробѣжныхъ нейроновъ другъ съ другомъ.

Нужно допустить, что въ узлахъ чувствительныя волокна приходятъ въ соприкосновеніе съ двигательными нейронами, такъ что возбужденіе, пришедшее по чувствительному пути съ периферіи, можетъ возвратиться на периферію же по двигательному пути, не восходя до спинного мозга. Словомъ, строеніе узловъ позволяетъ разсматривать ихъ, какъ рефлекторныя центры. Кроме того, подобно тому, какъ въ спинномъ и головномъ мозгу, въ составъ симпатической нервной системы входятъ ассоціативныя нейроны, служащія для связи различныхъ отдѣловъ системы другъ съ другомъ.

Слѣдовательно, можно разсматривать симпатическія узлы, какъ нервныя центры, обладающіе извѣстной автономіей. Ихъ роль не ограничивается распредѣленіемъ по периферіи тѣхъ возбужденій, которыя пришли изъ спинного мозга. Всѣ ученые признаютъ за ними извѣстное тоническое дѣйствіе, рефлекторное значеніе и задерживающее дѣйствіе, т. е. всю сумму функций, характеризующихъ сѣрое вещество.

Верхній шейный узелъ представляетъ собой *тоническій центръ* для сосудовъ головы (Вюльпианъ и Мора). Ganglion ciliare, по опытамъ Фр. Франка, обладаетъ тѣми же свойствами по отношенію къ мышцѣ, суживающей зрачекъ. Кл. Бернаръ высказалъ предположеніе (подтвердившееся затѣмъ на опытѣ), что подчелюстной узелъ играетъ роль *рефлекторнаго центра* для слюноотдѣленія. Чревные узлы и даже поджелудочный узелъ функционируютъ, какъ рефлекторныя отдѣлительныя центры для pancreas. Упомянемъ, далѣе, объ опытахъ Гольца и Эвальда, о которыхъ была рѣчь выше: послѣ разрушенія задней части спинного мозга у собаки черезъ нѣкоторое время восстанавливается тонусъ пузырнаго и заднепроходнаго сфинктера.

Задерживающее дѣйствіе симпатическихъ узловъ было показано слѣдующимъ опытомъ Даистра и Мора. Раздражая стволъ симпатическаго нерва *выше* узловъ, лежащихъ въ основаніи шеи, т. е. въ верхней части груди, можно вызвать у кошки сильное расширеніе ушныхъ сосудовъ. При раздраженіи симпатическаго нерва *ниже* этихъ узловъ, т. е. въ области шейнаго симпатическаго нерва, наоборотъ, получается классическое явленіе суженія сосудовъ (описано выше). Слѣдовательно, смотря по положенію раздражаемой точки смыслъ явленія извращается; согласно этому нужно считать, что узлы, лежащіе у основанія шеи, дѣйствуютъ задерживающимъ образомъ на тонусъ сосудовъ.

3. Распредѣленіе симпатическаго нерва.—Волокна, входящія въ составъ симпатическаго нерва, рождаются главнымъ образомъ въ грудной части спинного мозга; достигши пограничнаго столба, эти волокна дѣлятся на двѣ группы: они идутъ кверху, другія — внизъ; прерываясь въ узлахъ, они разсыпаются затѣмъ по всему тѣлу. Поэтому согласно съ предложеніемъ Мора, описанію котораго мы слѣдуемъ въ нашемъ изложеніи, можно раздѣлить симпатическій нервъ на двѣ части, верхнюю и нижнюю; границей между ними служить поперечное сѣченіе тѣла на уровнѣ 8-го или 9-го груднаго позвонка (рис. 237).

а. *Верхняя половина.* Волокна, идущія отъ верхней части спинного мозга къ узламъ симпатическаго нерва, большею частью оканчиваются въ узлахъ, лежащихъ у основанія шеи (нижній шейный и верхній грудной узелъ) и въ верхнемъ шейномъ узлѣ, лежащемъ на основаніи черепа. Нижній шей-

ный и верхній грудной узелъ, соединенные другъ съ другомъ двойнымъ анастомозомъ, носящимъ названіе Вьессеновой петли, составляютъ вмѣстѣ узловую пунктъ, отъ котораго симпатическія волокна расходятся въ трехъ различныхъ направленіяхъ.

Первая группа волоконъ поднимается по стволу симпатическаго нерва къ головѣ; эти волокна проходятъ чрезъ верхній шейный узелъ. Разбираемая группа содержитъ сосудодвигательныя, рѣснич-

Рис. 237.

Схема, показывающая на примѣрѣ наиболее изученныхъ нервовъ общее расположеніе обвѣхъ нервныхъ системъ (системы, иннервирующей органы животной и растительной жизни), начало ихъ въ центральной нервной системѣ и анастомозы съ волокнами, выходящими изъ спинного и продолговатаго мозга (по Мора).

Нервы, иннервирующие органы животной жизни, представлены тройничнымъ нервомъ, плечевымъ и пояснично-крестцовымъ сплетеніями. Нервы, предназначенные для органовъ растительной жизни, представлены блуждающимъ и симпатическимъ нервомъ.

a — мозгъ. *b* — мозжечекъ. *c* — продолговатый мозгъ. *d* — шейное утолщеніе спинного мозга. *e* — поясничное. 1 — блуждающій нервъ. 2 — симпатическая цѣпь со спинномозговыми корешками. 3 — тройничный нервъ. 4 — вѣтви, образующія плечевое сплетеніе. 5 — вѣтви, образующія пояснично-крестцовое сплетеніе. 6 — нервы ладонной области. 7 — нервы для верхней конечности. 8 — сердечныя нервы (*сердечное сплетеніе*). 9 — нервы для легкихъ (*легочное сплетеніе*). 10 — нервы брюшныхъ органовъ (*солнечное сплетеніе*). 11 — нервы для органовъ малаго таза (*пояснично-аортальное сплетеніе*). 12 — нервы для нижней конечности.

(Пунктиръ *xx* обозначаетъ границу между верхней и нижней половинами симпатическаго нерва).

ные и секреторныя волокна, уже изученныя нами выше. На пути къ иннервируемымъ органамъ волокна, выходящія изъ верхняго шейнаго узла, слѣдуютъ по различнымъ направленіямъ, именно, во-первыхъ, вдоль артерій (сонное сплетеніе), во-вторыхъ, вдоль черепныхъ нервовъ; наиболѣе важнымъ анастомозомъ является анастомозъ, соединяющій верхній шейный узелъ съ Гассеровымъ узломъ тройничнаго нерва, а чрезъ него съ мелкими периферическими узлами (*ganglion ciliare, spheno-palatinum* и *oticum*). Кромѣ того, черепной симпатическій нервъ получаетъ еще волокна, идущія прямо отъ Вароліева моста и отъ продолговатаго мозга вмѣстѣ съ корешками черепныхъ нервовъ.

Вторая группа волоконъ предназначена для верхней конечности (сосудодвигательныя, волосодвигательныя, потоотдѣлительныя волокна); они идутъ въ верхнюю конечность по соединительнымъ вѣтвямъ, совокупность которыхъ образуетъ затѣмъ позвоночный нервъ, выходящій изъ перваго груднаго узла. Этотъ нервъ отдаетъ симпатическія волокна къ каждой вѣтви плечевого сплетенія, пересѣкающей его ходъ.

Третью группу составляютъ нервы, идущіе прямо къ груднымъ внутренностямъ, т. е. къ сердцу и къ легкимъ. Они образуютъ симпатическое сплетеніе сердечныхъ нервовъ, въ составъ котораго входятъ волокна, уско-

ряющая сердцебиение (см. выше), а также бронхиальныя и легочныя вѣтви, несущія сосудосуживающія волокна для легкаго. Тѣ и другія анастомозируютъ другъ съ другомъ и съ вѣтвями блуждающаго нерва, изъ этихъ анастомозовъ родится сплетеніе, содержащее нервныя узлы и расположенное около соответственныхъ органовъ (сердечное сплетеніе, легочное сплетеніе).

6. *Нижняя половина.*—Изъ нижней половины грудного отдѣла спинного мозга изъ верхняго участка поясничнаго отдѣла его чрезъ соединительныя вѣтви выходятъ волокна, переходящія затѣмъ въ поясничную часть симпатическаго нерва и спускающіяся вдоль нея болѣе или менѣе низко. Волокна, выходящія изъ симпатическаго нерва въ этой области, можно также раздѣлить на 3 группы:

Первая группа охватываетъ собою волокна, предназначенныя для стѣнокъ туловища и для хвостоваго сегмента; они иннервируютъ сосуды, волоски и железы кожи.

Вторая группа или группа нижней конечности, содержащая также сосудодвигательныя, волосодвигательныя и отдѣлительныя волокна, отдѣляется отъ симпатической цѣпи на томъ уровнѣ, гдѣ послѣдняя перекрещивается съ корешками поясничнаго и крестцоваго сплетенія. Волокна этой группы достигаютъ нервовъ нижней конечности по соединительнымъ вѣтвямъ.

Третья группа составляютъ различныя нервы, направляющіеся къ брюшнымъ органамъ. Сюда относятся чревные нервы (большой и малый), выходящіе изъ грудного отдѣла симпатическаго нерва и послѣ прохожденія чрезъ діафрагму присоединяющіеся къ ganglion coeliacum, къ plexus solaris и къ plexus renalis; далѣе, сюда же относятся брыжжечныя или подчревныя поясничныя нервы, идущіе отъ поясничнаго отдѣла симпатической цѣпи къ gangl. mesenter. infer., а отсюда къ plexus hypogastricum (см. схему 132). Ganglion coeliacum, mesentericum infer. и hypogastricum соединены другъ съ другомъ нервными связями. Они образуютъ впереди отъ поясничнаго отдѣла позвоночнаго столба нѣчто въ родѣ второй симпатической цѣпи, *превертебральную цѣпь*, проходящую параллельно истинной симпатической *вертебральной* цѣпи.

Къ этой превертебральной цѣпи подходятъ двоякаго рода волокна: одни идутъ отъ продольнаго мозга—это волокна блуждающихъ нервовъ (особенно праваго), прошедшія чрезъ солнечное сплетеніе. Нервныя волокна другой категоріи идутъ отъ крестцовой части спинного мозга—это крестцовые подчревныя нервы (n.n. erectores), входящіе въ составъ подчреваго сплетенія.

Брюшныя внутренности, получающія иннервацію отъ этой превертебральной цѣпи, можно раздѣлить на двѣ области: *верхняя* или *брюшная* въ тѣсномъ смыслѣ слова заключаютъ въ себѣ желудокъ, верхніе отдѣлы кишечника, печень, поджелудочную железу, селезенку, почки; *нижняя* или *тазовая* состоятъ изъ пузыря, прямой кишки и половыхъ органовъ.

Первая область получаетъ иннервацію отъ *солнечнаго сплетенія* чрезъ посредство вторичныхъ сплетеній, выходящихъ изъ послѣдняго и идущихъ вдоль артерій. Волокна блуждающаго нерва, иннервирующія эту область, завѣдуютъ движеніями желудочныхъ и кишечныхъ стѣнокъ, отдѣленіемъ пищеварительныхъ железъ и расширеніемъ сосудовъ. Волокна симпатиче-

скаго нерва, переходящія въ разбираемую область по чревнымъ нервамъ, состоятъ изъ сосудосуживателей, секреторныхъ нервовъ (регуляція печеночной гликогени по опытамъ Мора и Дюфура) и нервовъ, задерживающихъ движеніе пищеварительной трубки. Между блуждающимъ и симпатическимъ нервомъ по отношенію къ этимъ движеніямъ наблюдается функціональный антагонизмъ, подобно антагонизму этихъ нервовъ въ иннерваціи сердца. Но здѣсь роли нервовъ мѣняются: блуждающій усиливаетъ перистальтическія движенія кишечника, симпатическій—задерживаетъ ихъ.

Вторая область, тазовые органы, иннервируется *подчревымъ сплетеніемъ*. Здѣсь также замѣчается нѣкоторый функціональный антагонизмъ между симпатическими волокнами (брыжжеечные нервы) и нервами, идущими изъ спинного мозга (пн. erectores), какъ это было выяснено при изложеніи иннерваціи мочевого пузыря.

Въ составъ симпатическаго нерва входятъ, кромѣ того, двигательныя, сосудистыя и секреторныя волокна, распредѣленіе которыхъ было указано въ главныхъ чертахъ въ предыдущихъ главахъ.

Г Л А В А V.

О р г а н ы ч у в с т в ѣ .

Тѣ состоянія сознанія, которыя получили названіе ощущеній, вызываются раздраженіемъ окончаній чувствующихъ нервовъ внішними дѣятелями и бываютъ различны, смотря, во-первыхъ, по природѣ раздражителя, а во-вторыхъ, по строенію и связямъ нервныхъ аппаратовъ. Общій опытъ издавна различаетъ обязательныя, вкусовыя, обонятельныя и зрительныя ощущенія, сводя каждую изъ этихъ категорій на дѣятельность особаго нервнаго аппарата, носящаго названіе органа чувствъ. Это дѣленіе соответствуетъ духу физиологіи, и его можно сохранить, отчасти лишь дополнивши.

Всякій, вообще, органъ чувствъ состоитъ изъ периферическаго воспринимающаго аппарата, образованнаго видоизмѣненными эктодермальными клѣтками, передаточнаго аппарата, состоящаго изъ нервныхъ волоконъ, и центрального ощущающаго аппарата, представленнаго нервными элементами мозга. На каждый данный органъ чувствъ могутъ оказывать вліяніе совершенно опредѣленные раздражители (специфическое или адекватное раздраженіе); говоря другими словами, концы нервовъ въ органахъ чувствъ могутъ раздражаться лишь волнами опредѣленной длины и опредѣленнаго числа колебаній. Но специфическій характеръ ощущенія зависитъ отъ связей, которыми данный органъ чувствъ соединенъ съ центральными нервными приборами (т. назыв. *принципъ специфической энергіи органовъ чувствъ*, формулированный Юг. Мюллеромъ и разобранный нами выше въ приложеніи вообще къ нервнымъ стволамъ). Такъ, раздраженіе сѣтчатки свѣтомъ вызываетъ свѣтовое ощущеніе; но такое же свѣтовое ощущеніе можетъ быть вызвано механическимъ раздраженіемъ сѣтчатки или зрительнаго нерва. Равнымъ образомъ, слуховое ощущеніе, обычно вызы-

ваемое раздраженіемъ концовъ слухового нерва звуковыми волнами, можетъ быть вызвано также и механическимъ раздраженіемъ слухового нерва.

Оцѣнка качества и интенсивности ощущеній составляетъ функцію мозговыхъ центровъ. Надо замѣтить, что интенсивность ощущенія непропорціональна интенсивности раздраженія; для того, чтобъ интенсивность ощущенія возрастала въ отношеніи 1:2:3:4, раздраженіе должно усиливаться въ отношеніяхъ 1:2:4:8. Другими словами, когда раздраженіе возрастаетъ въ геометрической прогрессіи, ощущеніе растетъ въ арифметической прогрессіи (законъ Вебера); или, иначе, ощущенія возрастаютъ пропорціонально логарифмамъ раздраженій (формулировка Фехнера). Въ этомъ и состоитъ законъ, называемый *психофизическимъ закономъ Фехнера*.

1-й отд.—Осязаніе.

Осязаніе, кажущееся на первый взглядъ самымъ элементарнымъ изъ всѣхъ пяти чувствъ, на дѣлѣ оказывается очень сложнымъ. Осязаніе разлито по всей поверхности кожи и слизистыхъ оболочекъ эктодермальнаго происхожденія: оно доставляетъ намъ очень разнообразныя ощущенія: осязательныя въ тѣсномъ смыслѣ слова, тепловыя. Кроме того, мышцамъ, повидимому, свойственна особаго рода чувствительность. Далѣе, всякій покровъ, какъ наружный, такъ и внутренний, одѣвающий наше тѣло, можетъ доставлять сознанію болевыя ощущенія, которыя должно строго отдѣлять отъ предыдущихъ. Наконецъ, отъ внутреннихъ органовъ идутъ въ свою очередь совершенно особыя ощущенія (внутреннія ощущенія).

Различіе между чисто осязательнымъ и термическимъ ощущеніемъ зависитъ не только отъ разной природы раздражителя въ томъ и другомъ случаѣ, но также и отъ того, что для того и другого ощущенія существуютъ особыя проводники и особыя центральныя нервныя приборы. Изучая нервныя центры, мы уже указывали на это; мы видѣли, что при нѣкоторыхъ пораженіяхъ спинного мозга осязательныя и термическія ощущенія диссоциируются. Условіемъ этого служитъ диссоціація этихъ ощущеній на периферіи.

Бликсъ и Гольдшейдеръ, раздражая кожу тонкимъ остриемъ, нашли, что осязательныя и термическія ощущенія, которыя, повидимому, распределены равномерно по всей поверхности кожи, на дѣлѣ занимаютъ различныя участки кожи, отдѣленные другъ отъ друга совершенно нечувствительными перешейками. На кожѣ есть *точки, ощущающія или тепло, или холодъ, или давленіе*; каждая изъ этихъ точекъ, будетъ ли она раздражаться механически, или электрическимъ токомъ, всегда даетъ одно свойственное ей ощущеніе (тепла, холода или давленія; рис. 238). Между двумя сосѣдними точками обычно лежитъ полоса,

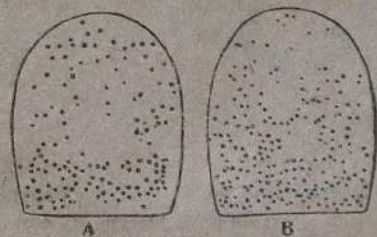


Рис. 238.

А—холодовые точки и В—тепловые точки на мякоти указательнаго пальца и его боковыхъ поверхностяхъ вплоть до боковыхъ краевъ ногтя (по Гольдшейдеру).

ощущающая только боль, но нечувствительная ни къ температурѣ, ни къ давленію. Цѣлыя поверхности иногда бываютъ нечувствительны ни къ

теплу, ни къ холоду и очень чувствительны къ осязательнымъ раздраженіямъ (такова, напр., поверхность головки мужского члена и клитора). Несомнѣнно, что качественное различіе кожныхъ ощущеній зависитъ отъ

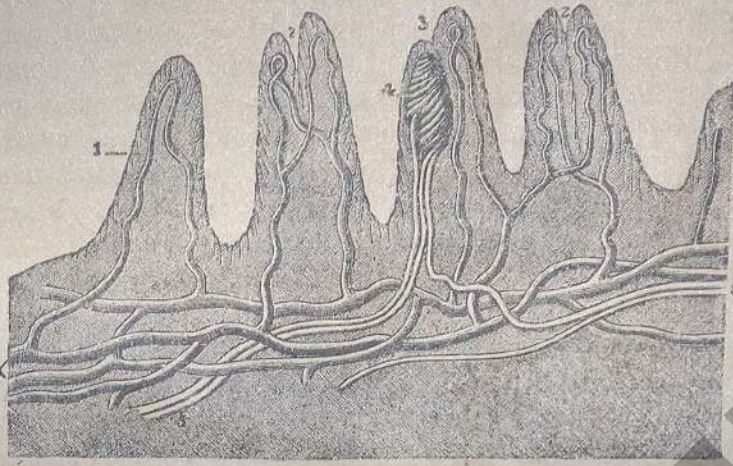


Рис. 239.

Нервные окончанія кожи (по Тестю).

- 1—сосочекъ, заключающій въ себѣ сосудистую петлю.
- 2,2—двойные сосочки.
- 3—двойной сосочекъ, заключающій сосудистую петлю и осязательное тѣльце (4).
- 5—кожное развѣтвленіе нерва.
- 6—кровеносные сосуды.

наго волокна, иногда развѣтвленнаго, входящаго въ особое эпителиальное образование. Въ эпидермисѣ и наружной оболочкѣ волосъ находятся также свободныя окончанія безмякотныхъ нервныхъ волоконъ.

функциональнаго и анатомическаго различія окончаній осязательныхъ нервовъ. Въ кожѣ находятся осязательныя тѣльца, расположенныя въ кожныхъ сосочкахъ (рис. 239), далѣе осязательныя тѣльца Краузе (рис. 240) въ толщѣ нѣкоторыхъ слизистыхъ оболочекъ и, наконецъ, тѣльца Пачини, располагающіяся въ клѣтчаткѣ (рис. 241); всѣ эти органы состоятъ изъ нерв-

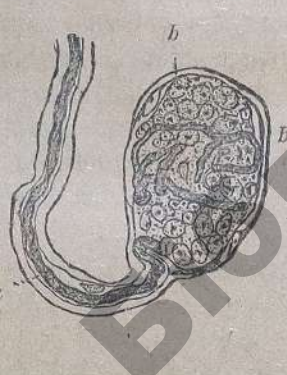


Рис. 240.

Тѣльце Краузе.

а—первое волокно. б—тѣльце.



Рис. 241.

Тѣльце Пачини.

1. Осязательныя ощущенія.—Они раздѣляются на ощущенія прикосновенія и ощущенія давленія, хотя то и другое лишь различныя степени одного и того же ощущенія. Тонкость осязательнаго чувства опредѣляется *эстезіометромъ Вебера* (циркуль). Прикладывая къ кожѣ ножки циркуля, можно убѣдиться, что ощущеніе двухъ раздѣльныхъ точекъ получается только тогда, если концы циркуля раздвинуты на извѣстное разстояніе. Посредствѣ

спины ножки циркуля должны быть раздвинуты на 5—6 сант., чтобы дать двойное ощущеніе, а на предплечій для этого достаточно разстояніе въ 3—4 сант., на мякоти пальцевъ—3 миллиметра, а на кончикѣ языка только 1 миллиметръ. Этотъ опытъ доказываетъ, что нервныя центры могутъ воспринимать раздѣльно два осязательныхъ ощущенія только въ томъ случаѣ, если между раздражаемыми участками кожи лежитъ извѣстное число не подвергающихся раздраженію волоконъ. У человѣка для ощупыванья особенно приспособлена кисть руки въ виду тонкости осязанія на ней и въ

виду подвижности пальцевъ. Прикладывая руку къ поверхности предметовъ, мы составляемъ понятіе объ ихъ твердости, формѣ, гладкости или шероховатости ихъ поверхности и т. д. Извѣстно, какого совершенства достигаетъ осязаніе у слѣпыхъ. Присутствіе на кожѣ волосковъ значительно способствуетъ тонкости осязанія. У животныхъ нѣкоторые волоски предназначены специально для осязательныхъ цѣлей. Осязаніе данной области кожи становится тупѣе, если сбрить съ этой области волосы.

Для оцѣнки остроты осязанія по отношенію къ давленію, опредѣляютъ тотъ минимальный грузъ, который нужно положить на кожу, чтобъ вызвать самое первое ощущеніе давленія. Особенно чувствительной въ этомъ отношеніи нужно считать кожу лба, висковъ, предплечія, такъ какъ въ этихъ областяхъ уже грузъ въ 2 миллиграмма вызываетъ ощущеніе давленія, въ то время какъ на мякоти пальца для этого необходимо 10 миллиграммовъ.

Когда въ сознаніи появляется осязательное ощущеніе, мы всегда ясно сознаемъ положеніе раздражаемой области; другими словами, мы ориентируемся въ *осязательномъ полѣ* и локализуемъ наши осязательныя ощущенія. Это явленіе представляетъ собой частный случай общаго закона, согласно которому нервныя центры всегда относятъ свои ощущенія въ периферію. Такъ, при раздраженіи въ какомъ-либо пунктѣ обнаженнаго нервнаго ствола, болевое ощущеніе относится нашимъ сознаніемъ на область конечныхъ развѣтвленій этого нерва. Извѣстно, что люди, подвергшіеся ампутаціи, свои болевыя ощущенія, возникающія вслѣдствіе раздраженія нервныхъ стволовъ въ культѣ, относятъ, напримѣръ, къ пальцамъ отнятой конечности. Это стремленіе объективировать и локализовать ощущенія служитъ объясненіемъ для извѣстной осязательной иллюзіи, называемой *опытомъ Аристотеля*: если, скрестивши указательный и средній пальцы, ощупывать какой нибудь кусокъ, то кажется, что ощупываются два куска. Это объясняется тѣмъ, что путемъ долгаго опыта два осязательныхъ ощущенія, возникающихъ на двухъ обращенныхъ другъ къ другу поверхностяхъ сосѣднихъ пальцевъ, мы привыкли относить къ одному внѣшнему предмету, а два ощущенія, родящіяся на двухъ несмежныхъ поверхностяхъ (напримѣръ, на лучевомъ краѣ указательнаго и локтевомъ краѣ средняго пальца), мы связываемъ съ представленіемъ о двухъ предметахъ. Слѣдовательно, иллюзія возникаетъ благодаря тому, что раздраженію подвергаются двѣ точки кожи, которыя не раздражаются при обычныхъ условіяхъ однимъ и тѣмъ же предметомъ; иллюзія настолько сильна, что даже зрѣніе не освобождаетъ насъ отъ нея.

Другимъ характернымъ признакомъ осязательныхъ ощущеній (впрочемъ, этотъ признакъ является общимъ для всякаго рода ощущеній) служитъ то, что они продолжаются въ теченіе нѣкотораго времени, послѣ того какъ раздражитель пересталъ дѣйствовать. Такъ, монета, приложенная къ кожѣ лба, оставляетъ надолго слѣдъ своего присутствія, послѣ того какъ она удалена съ поверхности кожи. Этимъ же обстоятельствомъ объясняется сліяніе быстро слѣдующихъ другъ за другомъ ощущеній въ одно непрерывное ощущеніе. Такъ, если раздражать палецъ рядомъ частыхъ механическихъ ударовъ (до 1500 въ секунду), мы получаемъ впечатлѣніе непрерывнаго соприкосновенія.

2. Термическія ощущенія.—Температура кожи остается постоянной тогда, когда подвозъ тепла къ внутренней поверхности кожи и потеря тепла съ ея наружной поверхности равны другъ другу. Тогда, какъ говорятъ, кожа стоитъ на нулевомъ пунктѣ, никакого термическаго ощущенія мы не воспринимаемъ. Но какъ только это равновѣсіе нарушается колебаніями подвоза или расхода тепла, благодаря соприкосновенію съ теплыми или холодными тѣлами, мы тотчасъ же ощущаемъ тепло или холодъ. Температурное чувство не всегда бываетъ особенно тонко развито на тѣхъ поверхностяхъ, которыя особенно чувствительны къ осязательнымъ раздраженіямъ. Мы уже упоминали, что впечатлѣнія тепла и холода воспринимаются различными точками кожи; слѣдовательно, эти два вида термическихъ ощущеній совершенно отличны другъ отъ друга и воспринимаются даже различными первыми аппаратами (см. рис. 238 и 242).

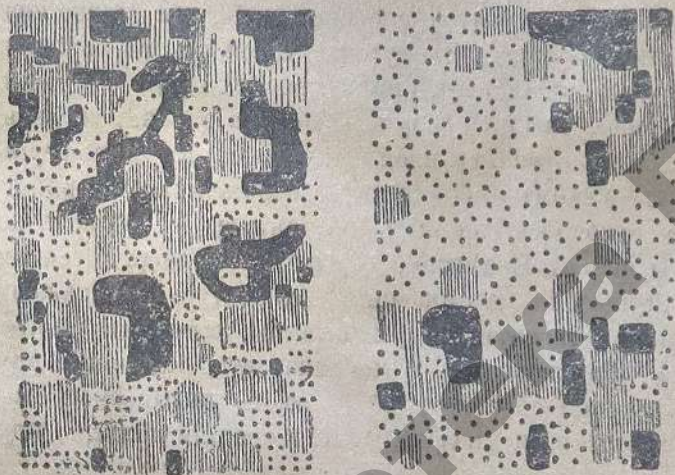


Рис. 242.

Топографія чувствительныхъ къ холоду и теплу мѣстъ кожи на одномъ и томъ же участкѣ передней поверхности бедра (по Гольдшнейдеру).

a—мѣста, чувствительныя къ холоду; *b*—участки, чувствительныя къ теплу. Наиболее чувствительныя мѣста закрыты непрерывнымъ слоемъ черной краски, менѣе чувствительныя мѣста заштрихованы, еще менѣе чувствительныя участки обозначены точками. Бѣлыя мѣста совершенно нечувствительны.

отличается отъ температуры тѣла. При температурахъ очень высокихъ или очень низкихъ температурное чувство исчезаетъ, смѣняясь болевымъ ощущеніемъ. Кожа оказывается болѣе чувствительной къ температурнымъ разницамъ въ томъ случаѣ, когда температурному раздраженію подвергается обширный участокъ кожи. Поэтому рука можетъ выносить температуру ванны, которая совершенно невыносима при погруженіи въ ванну всего тѣла.

3. Мышечное чувство.—Мы уже упоминали объ особомъ мышечномъ чувствѣ, позволяющемъ намъ оцѣнивать силу мышечныхъ сокращеній и участвующемъ въ регуляціи движеній. Мышечное чувство служитъ, между прочимъ, для оцѣнки вѣса тѣла. Взвѣсивая тѣла рукой, мы дѣлаемъ мышечныя сокращенія и благодаря этому мы въ состояніи оцѣнивать разницы въ вѣсѣ гораздо болѣе мелкія, чѣмъ при простомъ накладываніи грузовъ на кожу.

4. Общее чувство.—Подъ этимъ именемъ мы понимаемъ чувство боли и ощущенія, идущія отъ внутреннихъ органовъ.

Острота термическаго чувства различна, смотря по области, наиболѣе чувствительнымъ оказывается кончикъ языка; далѣе слѣдуютъ вѣки, щеки, виски, губы, тылъ руки. Поэтому, желая опредѣлить температуру тѣла, мы прикладываемъ къ нему не ладонную, а тыльную поверхность руки. Пальцемъ можно оцѣнивать температурныя разницы до $\frac{1}{5}$ градуса, если оцѣниваемая температура не сильно

а. *Болевья ощущенія.*—Чувство боли вызывается при раздраженіи всякаго рода нервовъ, не исключая и нервовъ органовъ чувствъ, лишь бы интенсивность раздраженія достигла извѣстной степени; въ нормальномъ состояніи нервы внутреннихъ органовъ не проводятъ къ сознанию никакихъ рѣшительно ощущеній, но въ болѣзненныхъ случаяхъ эти нервы доставляютъ болевья ощущенія. Многие фізіологи думаютъ, что для проведенія болевыхъ ощущеній существуютъ особые пути; этотъ взглядъ опирается, главнымъ образомъ, на нѣкоторыя заболѣванія спинного мозга, при которыхъ осязательная и болевая чувствительность диссоциируются. Однако, эта теорія не свободна отъ возраженій; извѣстно, что между специализированнымъ ощущеніемъ, напр., осязательнымъ, тепловымъ, и между болью существуетъ рядъ послѣдовательныхъ переходовъ; поэтому болевое ощущеніе можно разсматривать, какъ модификацію специализированныхъ ощущеній, и тогда не приходится допускать существованіе особыхъ проводящихъ путей для болевыхъ ощущеній. Вопросъ въ настоящее время, впрочемъ, не можетъ еще считаться окончательно разрѣшеннымъ.

б. *Ощущенія отъ внутреннихъ органовъ.*—Эти ощущенія можно поставить въ аналогію съ тактильными и болевыми ощущеніями. Наиболѣе характернымъ признакомъ этихъ ощущеній нужно считать ихъ субъективность и неопредѣленность локализациі; въ самомъ дѣлѣ, нельзя указать, напр., въ какомъ именно органѣ мы ощущаемъ голодь, жажду, усталость, половой позывъ и проч.

2-й отд.—Вкусъ.

Вкусовые ощущенія принадлежатъ къ чисто-субъективнымъ ощущеніямъ. Эти ощущенія возникаютъ благодаря раздраженію *вкусовыми веществами* особыхъ нервныхъ волоконъ (*вкусовые волокна*), смѣшанныхъ въ нервныхъ стволахъ съ волокнами, проводящими другого рода ощущенія.

1. *Виды вкусовыхъ ощущеній.*—Въ настоящее время еще невозможно дать научной классификаціи вкусовыхъ ощущеній, потому что мы не знаемъ зависимости между физикохимическими свойствами тѣла и вызываемыми имъ вкусовыми ощущеніями; вещества, очень несходныя по химическому строенію, обладаютъ одинаковымъ вкусомъ (напр., сахаръ, сахаринъ, свинцовыя соли, хлороформъ—все имѣютъ сладкій вкусъ). Стѣдовательно, приходится классифицировать вкусовые ощущенія только по ихъ субъективному характеру. Но и здѣсь мы встрѣчаемъ много затрудненій. Существуютъ ложно-вкусовые ощущенія, сводящіяся, въ сущности, на термическія и тактильныя (таковы вкусы, обозначаемые словами: *мучнистый, слизистый, острый, ослѣзшающій* и проч.); другія вкусовые ощущенія зависятъ отъ примѣси обонятельныхъ и исчезаютъ въ томъ случаѣ, если закрыть носъ или когда обонятельная оболочка поражена болѣзненнымъ процессомъ, напр., при насморкѣ (вкусъ мяса, букетъ винъ и проч.). Исключая все эти побочныя ощущенія, мы приходимъ къ четыремъ основнымъ видамъ вкусовыхъ ощущеній: *сладкій, горькій, соленый и кислый* вкусъ.

Для вкусового ощущенія необходимо выполнить опредѣленный рядъ условій. Во-первыхъ, необходимо, чтобы вкусовое вещество было растворено въ водѣ или въ слюнкѣ, чтобы оно пребывало во рту въ теченіе опре-

дѣленнаго времени и распредѣлилось бы на возможно большую поверхность языка. Проглатывая быстро вкусовое вещество, мы ослабляемъ его вкусовую характеристику; наоборотъ, прижимая его спинкой языка къ небу, мы усиливаемъ вкусъ. Другія условія касаются самихъ вкусовыхъ веществъ. Именно, вкусовые вещества должны быть въ опредѣленной концентраціи, при чемъ минимумъ концентраціи для каждаго вещества иной. Въ этомъ отношеніи нужно замѣтить, что горькія вещества даютъ вкусовое ощущеніе въ гораздо болѣе сильномъ разведеніи, чѣмъ вещества сладкія. Такъ, растворъ сѣрнокислаго хинина при разведеніи 1 : 100000 даетъ ясное ощущеніе горькаго вкуса, въ то время какъ такой же растворъ соли или сахара не вызываетъ никакого ощущенія. Далѣе, необходимо соблюдать извѣстную температуру; когда вкусовое вещество слишкомъ холодно или слишкомъ горячо, вкусъ исчезаетъ, замѣняясь термическимъ ощущеніемъ. Вкусовое ощущеніе появляется также и при неадекватномъ раздраженіи, напр., при механическомъ и электрическомъ раздраженіи вкусовыхъ сосочковъ языка. При пропусканіи чрезъ слизистую оболочку языка постоянного тока на отрицательномъ полюсѣ появляется щелочной вкусъ, а на положительномъ—кислый.

2. Вкусовые нервы.—Вкусовая чувствительность сосредоточена, главнымъ образомъ, на кончикѣ, краяхъ и корнѣ языка; обычно къ вкусоощущающей поверхности причисляютъ также переднія небныя дужки и прилегающія къ нимъ части мягкаго неба. Спинка языка въ ея переднихъ двухъ третяхъ, нижняя поверхность языка, дно полости рта—неспособны къ вкусовымъ ощущеніямъ. Горькій вкусъ лучше воспринимается корнемъ языка, кислый—лучше кончикомъ и боками языка. Концевыми аппаратами

вкусовыхъ нервовъ являются т. назыв. *вкусовыя почки*, которыя встрѣчаются въ особенно большомъ числѣ въ краяхъ борозды, окружающей бокаловидные сосочки (рис. 243). Въ составѣ вкусовыхъ почекъ находятся особаго рода клѣтки, т. назыв. *вкусовыя клѣтки*, соединенныя на основаніи съ нервнымъ волокномъ и выстилающія на поверхность маленькій отростокъ въ видѣ палочки.



Рис. 243.

Три вкусовыхъ почки при сильномъ увеличеніи.

g—основаніе почки; h—свободная поверхность ея; c—поверхностный эпителий.

Къ вкусовымъ нервамъ относятся языкоглоточный и язычный нервы. Языкоглоточный иннервируетъ бокаловидные сосочки и заднюю часть спинки языка. Его окончанія особенно сильно раздражаются горькими веществами и даютъ поводъ къ рефлекторной тошнотѣ и рвотѣ. Послѣ перерѣзки языкоглоточныхъ нервовъ на основаніи мозга, животныя безъ отвращенія ѣдятъ пищу, пропитанную колоквиной, въ то время какъ у нормальнаго животнаго это вещество вызываетъ непреодолимое отвращеніе. Вкусовые волокна язычнаго нерва въ большей своей части принадлежатъ, повидимому, не этому нерву, а барабанной струнѣ; поврежденіе послѣдней болѣзненнымъ процессомъ при заболѣваніяхъ средняго уха у человѣка ведетъ къ исчезанію вкусовыхъ ощущеній въ передней части языка. Ходъ вкусовыхъ воло-

конъ барабанной струны къ мозгу очень еще неясенъ. По мнѣнію Луссаны, они идутъ чрезъ *n. intermedius Wrisbergii*. Шиффъ, опираясь на клиническія наблюденія потери вкуса при параличѣ тройничнаго нерва, думаетъ, что вкусовыя волокна достигаютъ ствола тройничнаго нерва чрезъ *n. petrosus superficialis major*. Высказывался, далѣе, взглядъ, согласно которому вкусовыя волокна струны проходятъ чрезъ языкоглоточный нервъ. Дюваль считаетъ, подобно Луссану, что барабанная струна происходитъ отъ *n. intermedius Wrisbergii*; но такъ какъ, по его мнѣнію, этотъ послѣдній нервъ представляетъ собой лишь отдѣлившійся корешокъ языкоглоточнаго нерва, слѣдовательно, языкоглоточный нервъ является вкусовымъ нервомъ для всей вообще слизистой оболочки языка.

3-й отд.—Обоняніе.

Обонятельнымъ ощущеніямъ такъ же, какъ и вкусовымъ, свойственъ субъективный характеръ. Обонятельный нервъ проводитъ къ мозговымъ центрамъ обонятельныя впечатлѣнія, получаемыя слизистой оболочкой носа.

1. Различные виды запаховъ.—Специфическимъ раздражителемъ для органа обонянія служатъ газовыя частицы или твердыя частицы, распределенныя въ окружающей атмосферѣ. Ничтожный вѣсъ этихъ частицъ далъ даже поводъ думать, что ощущеніе запаха зависитъ отъ волнообразнаго движенія невѣсомой жидкости. Но Тиндаль показалъ, что пахучій потокъ состоитъ въ дѣйствительности изъ очень маленькихъ частицъ матеріи, которая, смотря по роду вещества, поглощаетъ большее или меньшее количество свѣтовыхъ лучей. Установить классификацію запаховъ совершенно невозможно; каждый запахъ мы обозначаемъ названіемъ того тѣла, которое его издаетъ.

Для ощущенія запаха необходимо, чтобы пахучія частицы были приведены въ соприкосновеніе съ обонятельной оболочкой токомъ воздуха. Это условіе мы выполняемъ, нюхая данное тѣло, т. е. расширяя ноздри и дѣлая рядъ вдыханій; при этомъ воздушный токъ съ силой входитъ въ носовую полость и ударяетъ въ обонятельную оболочку. Иногда съ обонятельными цѣлями утилизируется выдыхаемый воздухъ, напр., при пробѣ вина на вкусъ, при чемъ черезъ носъ выдыхается воздухъ, приходившій во рту въ соприкосновеніе съ жидкостью. Далѣе, обонятельная оболочка сохраняетъ свою чувствительность только при условіи извѣстной влажности; влажный воздухъ обильнѣе нагружается пахучими частицами, а кромѣ того, по всей вѣроятности, въ основѣ обонятельнаго ощущенія лежитъ химическая реакція между пахучимъ веществомъ и протоплазмой обонятельныхъ клѣтокъ. Однако, въ водѣ обоняніе исчезаетъ. Если наполнить носъ розовой водой, никакого запаха не слышно.

2. Обонятельные нервы.—Обонятельной областью называется та часть слизистой оболочки, которая покрываетъ верхнюю стѣнку носовой полости, верхнюю носовую раковину, верхній носовой проходъ и верхнюю часть носовой перегородки (рис. 244). Въ этой области находятся окончанія обонятельнаго нерва; они состоятъ изъ яйцевидныхъ клѣтокъ, соединенныхъ на одномъ концѣ съ волокномъ обонятельнаго нерва, а на другомъ отдающихъ отро-

стокъ къ поверхности слизистой оболочки (рис. 245). Нервные волокна идутъ въ обонятельную луковицу, гдѣ и оканчиваются; въ луковицѣ изъ т. назыв.

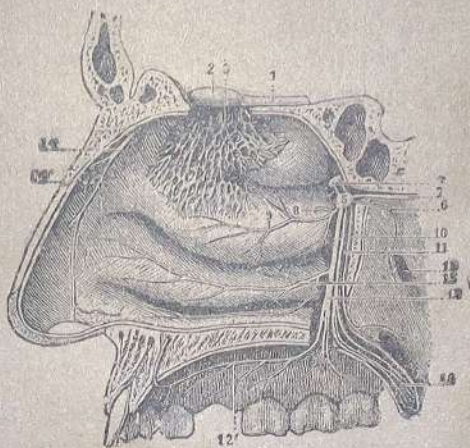


Рис. 244.

Иннервация наружной стѣнки носовой полости
(по Тестю).

1 — обонятельный трактъ, 2 — обонятельная луковица, 3 — вѣтви обонятельнаго нерва, 4 — верхняя раковина, 5 — узелъ Меккеля, 6 — глоточный нервъ, 7 — п. Vidianus, 8, 9 — nn. spheno-palatini, 10, 11, 12, 12' — вебные нервы съ ихъ носовой вѣтвью (13), 14, 14' — окончания п. ethmoidalis, 15 — отверстіе Евстахіевой трубы, 16 — мягкое небо.

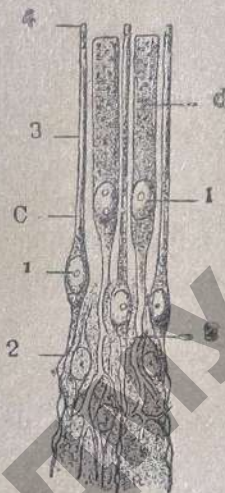


Рис. 245.

Эпителиальные кѣлки обонятельной
оболочки человека (по Шульце).

d — обонятельная кѣлка, 1 — ядро, 2 — центральный отростокъ, 3 — периферическій отростокъ обонятельной кѣлки, оканчивающійся палочкообразнымъ концомъ (4).

митральныхъ кѣлокъ образуются волокна, восходящія къ головному мозгу. Разрушеніе обонятельнаго нерва уничтожаетъ чувство обонянія. Однако, при этомъ въ обонятельной области сохраняются еще нѣкоторыя ощущенія осязательнаго и болевого характера, передаваемые чрезъ вѣтви тройничнаго нерва, также иннервирующаго обонятельную оболочку (рис. 244). Поэтому нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что животное съ перерѣзанными обонятельными нервами реагируетъ, если поднести къ его носу стеклянку съ амміакомъ или хлороформомъ, такъ какъ та и другая жидкость испускаетъ раздражающіе пары.

Вкусъ и обоняніе служатъ для цѣлей сохраненія особи; они даютъ понятіе о качествѣ пищи и вдыхаемаго воздуха. У животныхъ обоняніе развито гораздо сильнѣе, чѣмъ у человека, и принимаетъ участіе въ половыхъ отправленіяхъ.

4-й отд.—Слухъ.

Адекватнымъ раздражителемъ слухового органа являются звуковыя волны, передающіяся черезъ эндолимфу окончаніямъ слухового нерва. Мы изучимъ сперва способъ передачи звуковыхъ волнъ, а затѣмъ самыя слуховыя ощущенія.

1. Передача звуковыхъ волнъ.—Разсмотримъ участіе отдѣльныхъ частей слухового органа въ этой передачѣ.

А. Наружное ухо.—Ушная раковина служитъ для собиранія звуковъ. Благодаря подвижности ушной раковины у животныхъ, благодаря

различнымъ изгибамъ ея у человѣка, ушная раковина отражаетъ по направленію къ слуховому проходу звуковыя волны самаго разнообразнаго направленія. Поэтому, расплющивая ушную раковину по черепу или выполняя воскомъ ея углубленія, мы уменьшаемъ остроту слуха. Совокупность точекъ пространства, изъ которыхъ исходятъ звуковыя волны къ слуховому проходу, образуетъ собой *слуховое поле*; оно имѣетъ конусообразную форму. Роль наружнаго слухового прохода можно сравнить съ ролью слуховой трубы; дальѣ, благодаря тонкой чувствительности своихъ волосковъ, благодаря тому, что стѣнки прохода покрыты отдѣляемымъ ихъ железъ (*ушной сѣрой*), слуховой проходъ защищаетъ отъ поврежденія инородными тѣлами наиболѣе нѣжныя внутреннія части слухового органа.

Б. Среднее ухо.—Роль среднего уха въ проведеніи звуковыхъ волнъ выяснится изъ разбора функцій его частей.

а. *Барабанная перепонка и мышца, натягивающая барабанную перепонку*. Барабанная перепонка закрываетъ барабанную полость снаружи; подъ вліяніемъ звуковыхъ волнъ она вибрируетъ и передаетъ свои колебанія жидкости внутренняго уха чрезъ посредство цѣпи слуховыхъ косточекъ и чрезъ перепонку овальнаго окна. Барабанная перепонка натянута на внутреннемъ концѣ наружнаго слухового прохода; къ ней прикрѣплена рукоятка молоточка, а на этой послѣдней оканчивается мышца, натягивающая барабанную перепонку, такъ что послѣдняя образуетъ выпуклость внутрь барабанной полости. Сокращеніями *m. tensoris tympani* барабанной перепонкѣ сообщается большая или меньшая степень напряженія; такимъ путемъ она *приспособляется* къ числу и амплитудѣ звуковыхъ колебаній. *M. tensor tympani* иннервируется нижнечелюстнымъ нервомъ чрезъ посредство *g. oticum*. Онъ сокращается одновременно съ жевательными мышцами при стискиваньи зубовъ; поэтому нѣкоторые лица слышать при этомъ сухой трескъ въ ушахъ.

б. *Цѣпь слуховыхъ косточекъ*.—Колебанія барабанной перепонки передаются чрезъ молоточекъ, наковальню и стремячко перепонкѣ, закрывающей овальное окошко. Слуховыя косточки такъ сочленены другъ съ другомъ, что длинный отростокъ наковальни и соединенное съ нимъ стремячко движутся въ томъ же направленіи, въ какомъ рукоятка молоточка (см. рис. 246). Основаніе стремячка тѣсно сращено съ перепонкой, закрывающей овальное окошко;



Рис. 246.

Схематическій разрѣвъ уха, показывающій наклонъ барабанной перепонки къ оси наружнаго слухового прохода, расположеніе слуховыхъ косточекъ и частей ушнаго лабиринта.

Волны, сообщаемыя жидкости лабиринта стремячкомъ, выходятъ изъ него чрезъ круглое окошко, слѣдуя направленію стрѣлки.

такимъ образомъ всѣ колебанія цѣпи слуховыхъ косточекъ передаются въ видѣ колебаній давленія жидкости внутренняго уха. Маленькая мышца стремячка, иннервируемая лицевымъ нервомъ, по всей вѣроятности, имѣетъ задачей умѣрять движеніе стремячка, подобно тому, какъ мышца, натягивающая барабанную перепонку, умѣрняетъ колебаніе этой послѣдней.

в. *Барабанная полость и Евстахіева труба.*—Разрушеніе барабанной перепонки еще не влечетъ за собой глухоты; въ этомъ случаѣ звуковыя волны передаются, очевидно, воздухомъ, заключающимся въ барабанной полости. Передатчикомъ звуковыхъ волнъ могутъ служить также и кости черепа; если заткнуть уши, звукъ камертона не слышится; но стоитъ приложить ножку его ко лбу, чтобы тотчасъ же услышать звукъ. Воздухъ въ барабанной полости находится подъ обыкновеннымъ атмосфернымъ давленіемъ благодаря сообщенію чрезъ Евстахіеву трубу съ полостью глотки. *M. peristaphylinus externus*, прикрѣпляющійся къ подвижной перепончатой части трубы, открываетъ ее при каждомъ глотательномъ движеніи. Благодаря этому поддерживается равенство давленія между воздухомъ, содержащимся въ барабанной полости, и атмосфернымъ воздухомъ, потому что глотательныя движенія происходятъ очень часто (проглатываніе слювы). Равенство давленій въ барабанной полости и въ атмосферѣ есть необходимое физическое условіе слуха; когда Евстахіева труба закупоривается, давленіе въ барабанной полости падаетъ, а въ слѣдствіе этого барабанная перепонка впячивается внутрь полости и вдавливаетъ стремячку въ овальное окошко; результатомъ этого является ослабленіе слуха и субъективныя слуховыя ощущенія (шумъ).

Барабанная полость сообщается также съ клѣтками сосцевиднаго отростка. Роль ихъ состоитъ, очевидно, въ увеличеніи воздушной полости, благодаря чему измѣненія давленія не такъ рѣзко сказываются, какъ они сказывались бы въ одной маленькой барабанной полости.

Б. *Внутреннее ухо.*—Внутреннее ухо является самой существенной частью слухового органа, такъ какъ именно здѣсь заложены окончанія слухового нерва. Мы уже знаемъ, кромѣ того, что часть внутренняго уха, именно полукружныя каналы, играетъ важную роль въ процессѣ поддержанія равновѣсія тѣла. Нервные волокна слухового нерва оканчиваются въ особыхъ веретенообразныхъ клѣткахъ, расположенныхъ въ *utricle*; *sacculus* и полукружныхъ каналахъ (рис. 247); отъ этихъ клѣтокъ отходятъ нитевидные отростки (*слуховыя волоски*), омываемые

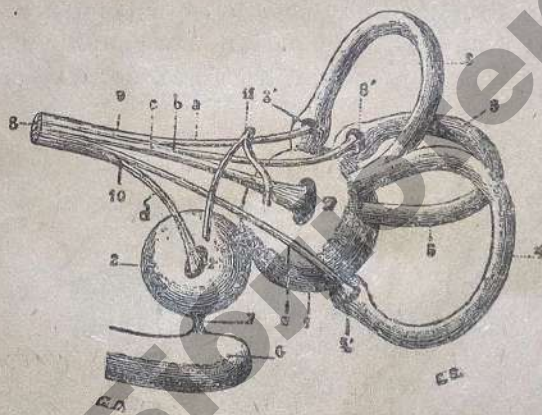


Рис. 247.

Utriculus, sacculus и полукружныя каналы съ внутренней стороны (по Тестю).

1—*utricle*; 1'—его слуховое пятно; 2—*sacculus*. 2'—слуховое пятно его; 3, 4, 5—полукружныя каналы. 3', 4', 5'—ихъ слуховыя гребешки. 6—каналъ улитки. 7—каналъ Гельмана. 8—вестибулярная вѣтвь слухового нерва. 9—верхній вестибулярный нервъ. *a, b*—верхніе и наружныя ампулярныя нервы; *c*—*n. utriculi*. 10—нижній вестибулярный нервъ. *d*—*n. sacculi*; *e*—задній ампулярный нервъ. 11—*canalis endolymphaticus*, перерѣзанный выше раздѣленія его на двѣ вѣтви.

положенныхъ въ *utricle*; *sacculus* и полукружныхъ каналахъ (рис. 247); отъ этихъ клѣтокъ отходятъ нитевидные отростки (*слуховыя волоски*), омываемые

эндолимфой, содержащей во взвѣшенномъ состояннн тончайшую пыль углекислнковыхъ кристалловъ (*отолиты*). Вулиткѣ конечный органъ слухового нерва, очень сложнаго строеннн, представленъ т. назыв. *Кортневымъ органомъ* (рис. 248). Въ составъ Кортнева органа входятъ, между прочимъ,

волосатныя клѣтки, прикрѣпленныя своимъ основаннемъ къ тонко исчерченной пластнкѣ, т. назыв. *membrana basilaris*. Перепончатый лабиринтъ отдѣленъ отъ костнаго футляра слоемъ жидкости, т. назыв. перилнмфы; такимъ образомъ звуковыя волны достигаютъ концовъ слухового нерва только послѣ перехода изъ воздуха въ жидкость. Благодаря движеннямъ стремячка и перепонки, закрывающей круглое окошко, колонна жидкости (перилнмфа и эндолимфа) приходитъ въ волнообразное движене; такъ какъ

жидкости несжимаемы, это движене было бы невозможно, если бы стѣнки внутренняго уха было совершенно неподатливы. Но податливымъ пунктомъ является здѣсь, главнымъ образомъ, перепонка, затягивающая круглое окошко; въ самомъ дѣлѣ, всякій разъ, какъ стремячко поддается внутрь, въ овальное окошко, перепонка круглаго окна выпячивается кнаружи. Легко понять, что волнообразныя движеннн эндолимфы служатъ раздражителями для слуховыхъ волосковъ. Сложное строене Кортнева органа ставятъ въ связь съ возможностью существія дѣлой лѣстницы тоновъ; поперечныя полосы *membranae basilaris* суть не что иное, какъ струны разной длины, изъ которыхъ каждая настроена на извѣстный тонъ; колебане этихъ струнъ и служить раздраженнемъ Кортневыхъ клѣтокъ.

2. Слуховыя ощущеннн.—Слуховыя ощущеннн отличаются по силѣ, высотѣ и тембру звука. Сила звука зависитъ отъ амплитуды звуковой волны, слѣдовательно, физиологически, — отъ болѣе или менѣе сильнаго раздраженнн нервныхъ окончаннй. Для объясненнн воспрнятнн тоновъ разной высоты Гельмгольць, основываясь на законѣ специфической энергнн, высказалъ предположенне, что для каждаго тона существуетъ отдѣльный концевой аппаратъ и особое нервное волокно. Онъ сравниваетъ волокна *membranae basilaris* съ натянутыми струнами разной длины (какъ въ арфѣ) и предполагаетъ, что каждая такая струна настроена на одинъ опредѣленный тонъ. Число этихъ струнъ (60000) достаточно велико, чтобъ воспрнмать, въ предѣлахъ слышимыхъ звуковъ, каждый тонъ путемъ колебаннн соответственной струны. Въ самомъ дѣлѣ, мы не слышимъ звуковъ, число колебаннй которыхъ лежитъ ниже 30 и выше 15—20.000 въ секунду. Съ другой стороны, самое изощренное ухо можетъ различить два близкіе по высотѣ тона только въ томъ случаѣ, если разница ихъ высоты достигаетъ извѣстной величины. Въ предѣлахъ между 120 и 1024 колебаннями въ секунду привычное ухо различаетъ два тона, отличающіеся одинъ отъ дру-

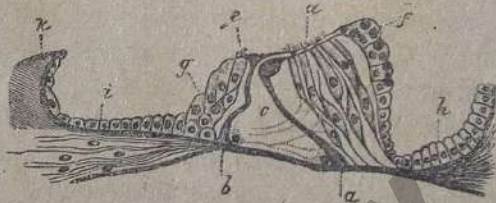


Рис. 248.

Кортневъ органъ изъ улитки морской свинки (по Клейну).

a—наружный Кортневъ столбикъ. *b*—внутренній Кортневъ столбикъ. *c*—Кортневъ дузель. *d*—наружныя волосковыя клѣтки. *e*—внутреннн волосковыя клѣтки. *f*—клѣтка Клодіуса съ капельками жира. *g, i* клѣтки на внутренней спиральной бороздѣ. *h*—клѣтки на наружной спиральной бороздѣ. *j*—первыя волоски. *k*—слуховой гребешокъ.

того только на одно колебаніе въ секунду: но за этими предѣлами острота слуха значительно меньше; такъ, мы не различаемъ звука въ 10.000 колебаній отъ тона въ 10.000 колебаній. *Тембръ* звука, какъ уже упомянуто выше, зависитъ отъ числа и качества высшихъ гармоническихъ обертоновъ, присоединяющихся къ основному тону. Слѣдов., ощущеніе тембра звука не есть простое ощущеніе; оно слагается изъ ощущенія основного тона и его обертоновъ. Значить, слуховой аппаратъ способенъ воспринимать отдѣльно всѣ простые тоны, входящіе въ составъ даннаго аккорда, и въ этомъ отношеніи ухо отличается отъ глаза, воспринимающаго смѣшанный цвѣтъ, какъ элементарное, простое ощущеніе. Зрѣніемъ мы воспринимаемъ, какъ таковую, кривую, получающуюся сложениемъ нѣсколькихъ системъ эфирныхъ волнъ; слухомъ мы разлагаемъ подобную же сложную кривую на ея составныя части и воспринимаемъ каждую составляющую отдѣльно.

Благодаря слуховымъ ощущеніямъ, мы составляемъ сужденіе о характерѣ звучащаго тѣла, его разстояніи и направленіи, откуда идетъ звукъ. Точность нашего сужденія зависитъ отъ предшествующаго опыта, позволявшаго намъ ассоціировать слуховыя ощущенія съ ощущеніями, доставляемыми другими органами чувствъ. Чтобъ составить понятіе о направленіи звуковыхъ волнъ, мы мѣняемъ наше слуховое поле, поворачивая голову, при чемъ части ушной раковины и барабанная перепонка подвергаются дѣйствию звуковыхъ волнъ, идущихъ по разнымъ направленіямъ. У животныхъ для этой же цѣли служитъ подвижность ушной раковины. Слѣдоват., при опредѣленіи направленія звука собирающій звуки приборъ играетъ важную роль. Если вставить въ оба уха два конца развѣтвляющейся слуховой трубки (опытъ Желлэ) и такимъ образомъ исключить функцію собирающаго звуки аппарата, въ этихъ условіяхъ становится совершенно невозможно опредѣлить положеніе звучащаго тѣла относительно нашей головы; опытъ Желлэ лучше всего дѣлать такимъ образомъ: въ уши вставляютъ концы резиновой трубки, на которой посрединѣ лежатъ карманные часы; субъектъ, надъ которымъ производится опытъ, слышитъ тиканье часовъ, но не можетъ отдать отчета (закрывши глаза) ни въ положеніи звучащаго тѣла, ни въ его перемѣщеніяхъ вдоль трубки.

З р ѣ н і е .

Глазъ издавна сравнивается съ камерой обскурой; физическое устройство глаза, дѣйствительно, напоминаетъ устройство фотографической камеры и имѣетъ цѣлью дать на сѣтчатой оболочкѣ изображеніе внѣшнихъ предметовъ. Весь т. назыв. преломляющій аппаратъ глаза, т. е. всѣ его части, лежація на пути свѣтовыхъ лучей вплоть до сѣтчатки, служатъ только для того, чтобъ свести въ одну точку на сѣтчаткѣ всякій гомоцентрической пучекъ лучей, падающій въ глазъ. Свѣтоощущеніе въ тѣсномъ смыслѣ слова начинается только въ сѣтчатой оболочкѣ. Свѣтъ, какъ извѣстно, самъ по себѣ не служитъ раздражителемъ нервныхъ стволовъ. Слѣдовательно, и тотъ образъ внѣшнихъ предметовъ, который получается на

сѣтчатой оболочкѣ, не могъ бы дойти чрезъ зрительный нервъ до головного мозга (до сознанія), если бы на концахъ зрительнаго нерва не было особаго свѣтоощущающаго аппарата (палочки и колбочки), превращающаго свѣтовую энергію въ такую новую форму, которая можетъ уже раздражать концы зрительнаго нерва. Законы этого превращенія неадекватнаго для нерва раздражителя—свѣта—въ адекватную форму и составляютъ содержаніе ученія о свѣтоощущеніи. Накопецъ, въ ученіе о зрѣніи входитъ еще одинъ отдѣлъ; дѣло въ томъ, что образъ на сѣтчатой оболочкѣ имѣетъ только два измѣренія—длину и ширину. А между тѣмъ, зрительныя ощущенія даютъ намъ понятіе и о третьемъ измѣреніи, т. назыв. глубинѣ, т. е. разстояніи различныхъ предметовъ и различныхъ точекъ одного и того же предмета отъ глаза. Оцѣнка глубины осуществляется, главнымъ образомъ, благодаря совмѣстной дѣятельности обоихъ глазныхъ яблокъ, или благодаря т. наз. бинокулярному зрѣнію. Слѣдовательно, намъ предстоитъ послѣдовательно рассмотретьъ: 1) діоптрику глаза, 2) ученіе объ ощущеніи свѣта и 3) бинокулярное зрѣніе и законы движенія глазъ.

Діоптрика глаза.

Изъ элементарнаго курса физики намъ извѣстны лишь сравнительно простые случаи преломленія свѣта въ чечевичахъ. Глазъ же представляетъ собой значительно болѣе сложную оптическую систему. Поэтому, прежде чѣмъ перейти къ изложенію устройства и способа дѣйствія преломляющаго аппарата глаза, мы напомнимъ, не выводя ихъ, тѣ законы, которые извѣстны изъ физики и касаются лучепреломленія на одной сферической поверхности, а затѣмъ изложимъ подробнѣе ходъ лучей 1) въ линзѣ и 2) въ системѣ, построенной потицу свѣтопреломляющаго аппарата глаза, т. е. состоящей изъ комбинаціи преломляющей поверхности (роговица) съ линзой (хрусталикъ).

Одна преломляющая поверхность. Когда свѣтовой лучъ переходитъ изъ одной среды съ показателемъ преломленія n' въ среду, имѣющую показатель преломленія n'' и отдѣленную отъ первой сферической поверхностью, то вслѣдствіе основнаго закона преломленія (синусъ угла паденія относится къ синусу угла преломленія, какъ показатель преломленія второй среды къ показателю преломленія первой среды) лучи принимаютъ послѣ преломленія на сферической поверхности особое направленіе, дѣющее возможность свести расходящіяся лучи гомоцентрическаго пучка въ одну точку и такимъ образомъ получить образъ этой послѣдней. Эта особенность зависитъ отъ геометрическихъ свойствъ сферической преломляющей поверхности, и поэтому, между прочимъ, разстояніе, на которомъ сходятся лучи гомоцентрическаго пучка, зависитъ отъ радіуса преломляющей поверхности. Лучи, идущіе въ первой средѣ параллельно другъ другу, послѣ преломленія сходятся въ точкѣ, которая получила особое названіе; она называется *заднимъ главнымъ фокусомъ* (F_2); равнымъ образомъ лучи, идущіе параллельно другъ другу во второй средѣ, сходятся въ первой средѣ въ одну точку, называемую *переднимъ главнымъ фокусомъ*. Зависимость главныхъ фокусныхъ разстояній, т. е. разстояній отъ главныхъ фокусныхъ точекъ до вершины преломляющей поверхности, выражается уравненіями:

$$F^1 = \frac{n'r}{n'' - n'} \dots \dots \dots (1)$$

$$F^2 = \frac{n''r}{n'' - n'} \dots \dots \dots (2)$$

гдѣ r = радіусу кривизны преломляющей поверхности. Слѣдовательно, главные фокусныя разстоянія можно вычислить, если намъ извѣстны показатели преломленія первой (n') и

второй (n'') среды и радиусъ кривизны преломляющей поверхности. А зная главные фокусныя разстоянія, нетрудно вычислить разстояніе изображенія (f_2), если извѣстно разстояніе предмета отъ преломляющей поверхности (f_1). Это вычисленіе производится на основаніи уравненія:

$$\frac{F_1}{f_1} + \frac{F_2}{f_2} = 1 \dots \dots \dots (3)$$

Для построенія изображенія предмета (249), одинъ конецъ котораго лежитъ на оптической оси, нужно построить изображеніе его другого конца, такъ какъ лучи, идущіе по оси, проходятъ безъ преломленія и, слѣдов., точка P дастъ образъ гдѣ-нибудь на оптической оси (въ точкѣ P'). Чтобы построить образъ точки S , выбираемъ изъ пучка лучей, посылаемыхъ этой точкой, два луча. Одинъ SA идетъ параллельно оси и, слѣдовательно, послѣ преломленія пройдетъ чрезъ

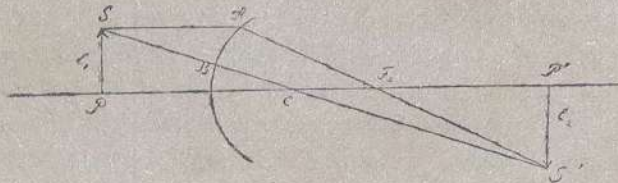


Рис. 249.

задній главный фокусъ F_2 ; другой лучъ SBC направленъ къ центру преломляющей поверхности перпендикулярно къ послѣдней и поэтому идетъ дальше безъ преломленія. Образъ точки S лежитъ на пересѣченіи лучей AS' и BS' , такъ какъ въ томъ пунктѣ, гдѣ сходятся два луча, сходятся и всѣ остальные лучи того же гомоцентрическаго пучка.

Величина образа $S'P'$ (l_2) стоитъ въ опредѣленномъ отношеніи къ величинѣ предмета SP (l_1). Отношеніе это выражается уравненіемъ:

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{n_2 f_1}{n_1 f_2} \dots \dots \dots (4)$$

или

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_2 f_1}{F_1 f_2} \dots \dots \dots (4b)$$

гдѣ n_1 и n_2 —показатели преломленія, f_1 —разстояніе предмета, f_2 —разстояніе изображенія отъ преломляющей поверхности.

Главныя и узловыя точки. Законы, выведенные для одной преломляющей поверхности, прилагаются съ небольшими измѣненіями и къ случаю преломленія чрезъ рядъ центрированныхъ преломляющихъ поверхностей. Гомоцентрическій пучекъ лучей послѣ преломленія въ первой поверхности остается, какъ извѣстно, гомоцентрическимъ, т. е. свѣтящаяся точка даетъ точечный же образъ. Этотъ (дѣйствительный или мнимый) образъ въ свою очередь служитъ центромъ для гомоцентрическаго пучка лучей, который послѣ преломленія на второй преломляющей поверхности остается гомоцентрическимъ же, т. е. даетъ второй точечный образъ и т. д. Отсюда слѣдуетъ, далѣе, что плоскостные объекты даютъ плоскостные же образы, что боковое увеличеніе при данномъ разстояніи предмета для каждой системы есть величина постоянная.

Представимъ себѣ, что мы имѣемъ рядъ нѣсколькихъ преломляющихъ поверхностей, расположенныхъ такъ, что ихъ общая оптическая ось лежитъ по линіи XU (рис. 250).

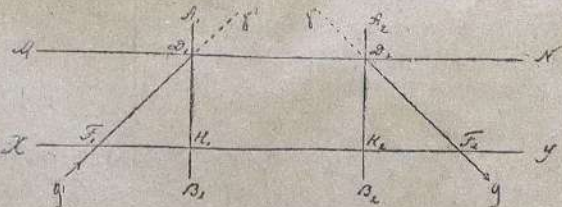


Рис. 250.

Проведемъ линію MN , параллельную оси. Если въ первой средѣ по направленію этой линіи идетъ лучъ MD_1 , то послѣ преломленія онъ долженъ неизбежно пройти чрезъ точку F_2 —задній главный фокусъ всей системы. Лучъ ND_2 , идущій параллельно оси въ послѣдней средѣ, послѣ преломленія пройдетъ чрезъ точку F_1 ,—передній главный

фокусъ всей системы. Очевидно, что линіи MD_1 и G_1F_1 пересѣкутся гдѣ-нибудь, скажемъ въ точкѣ D_1 ; равнымъ образомъ линіи ND_2 и GF_2 пересѣкутся въ точкѣ D_2 .

Точка D_1 может считаться центром гомоцентрического пучка лучей, из которых нам известно ход двух лучей MD_1D_2 и $G_1D_1D_2'$. Эти лучи после преломления пойдут по направлению D_2N и D_2F_2 , т. е. они сойдутся в точке D_2 (иначе пучек лучей после преломления в нашей системе не оставался бы гомоцентричным). Таким образом, точки D_1 и D_2 являются сопряженными точками системы, иначе, точка D_2 есть образ точки D_1 (и, конечно, наоборот). Опустивши из точек D_1 и D_2 перпендикуляры на оптическую ось, получаем две точки пересечения H_1 и H_2 , очевидно, что расстояние $D_1H_1 = D_2H_2$. Если мы проложим через точки H_1 и H_2 плоскости, перпендикулярные к оптической оси, очевидно, что ко всем точкам таких плоскостей приложимо то же, что и к точкам D_1 и D_2 ; т. е. во всякой центрированной системе преломляющих поверхностей существуют две сопряженные плоскости, из которых одна есть прямой неувеличенный (так как $D_1H_1 = D_2H_2$) образ другой. Предмет, лежащий в плоскости D_1H_1 , дает прямое неувеличенное изображение в плоскости D_2H_2 . Описываемые плоскости носят название *главных плоскостей* системы, а точки пересечения их с оптической осью (точка H_1 и H_2) называются *главными точками* системы. В дальнейшем будут даны правила для определения положения главных точек; пока же мы воспользуемся свойствами главных точек и главных плоскостей для построения изображения, предполагая, что положение главных точек нам известно.

Зная положение главных фокусов (переднего и заднего) и главных точек оптической системы, нетрудно построить изображение точки, лежащей в первой среде; умев строить образ точки, мы можем построить образ линии, а следовательно, и образ плоскости.

Для построения изображения точки S_1 (рис. 251), проводим луч S_1G , параллельный оси. Достигнув первой главной плоскости в точке G , этот луч идет далее между первой и второй главной плоскостью параллельно оси, так как вторая главная плоскость дает прямое неувеличенное изображение первой главной плоскости; следов., расстояние GH_1 должно быть равно расстоянию EH_2 . После пересечения со второй главной плоскостью в точке E , луч S_1GE идет во второй главный фокус (так как в первой среде этот луч шел параллельно оси).

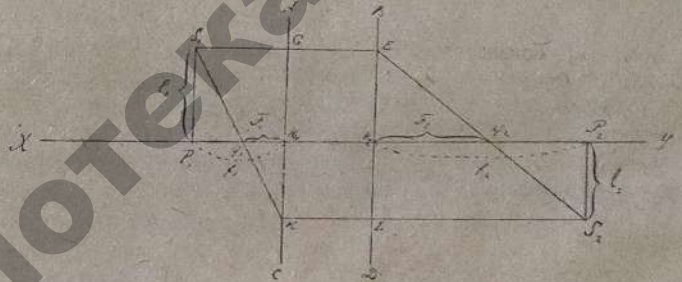


Рис. 251.

Второй луч, служащий для построения изображения точки S_1 , направляем через первый главный фокус F_1 . После пересечения с первой главной плоскостью в точке K , луч S_1F_1K становится параллельным оси и сохраняет это положение и по выходе из системы, в последней среде (так как в первой среде он проходил через главный фокус системы).

Очевидно, что образ точки S_1 лежит на пересечении этих двух лучей, т. е. в точке S_2 .

Из чертежа (рис. 51) видно, что

$$\frac{\varphi_1 H_1}{S_1 G} = \frac{H_1 K}{G K} \quad \text{и} \quad \frac{H_2 \varphi_2}{L S_2} = \frac{E H_2}{E L}$$

Или, вводя обозначения, принятые нами для соответственных величин раньше, и указанные на чертеже:

$$\frac{F_1}{f_1} = \frac{l_2}{l_1 + l_2} \quad \text{и} \quad \frac{F_2}{f_2} = \frac{l_1}{l_1 + l_2} \dots \dots \dots (5)$$

Складывая эти равенства, получаемъ:

$$\frac{F_1}{f_1} + \frac{F_2}{f_2} = 1 \dots \dots \dots (6)$$

т. е. главные фокусныя расстоянія (F_1 и F_2) и расстояніе предмета (f_1) и образа (f_2) подчиняются въ разбираемомъ случаѣ тому же закону, который былъ выведенъ для одной сферической преломляющей поверхности. Единственная разница состоитъ въ томъ, что въ случаѣ одной поверхности какъ главные фокусныя расстоянія, такъ и расстоянія предмета и изображенія считаются отъ одной точки въ обѣ стороны, именно, отъ вершины преломляющей поверхности, а въ случаѣ системы преломляющихъ поверхностей переднее фокусное расстояние и расстояніе предмета отсчитываются отъ первой главной точки, а заднее фокусное расстояние и расстояніе изображенія—отъ второй главной точки.

Боковое увеличение равно отношенію величины образа къ величинѣ предмета $\frac{l_2}{l_1}$; чтобъ получить выраженіе для этой величины, раздѣлимъ уравненія (5) одно на другое; получаемъ:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{F_1}{F_2} \cdot \frac{f_2}{f_1} \dots \dots \dots (7)$$

Можно вывести выраженіе для $\frac{l_2}{l_1}$ еще другимъ путемъ. Очевидно, что приведенную выше формулу (4) мы въ правѣ приложить къ преломленію въ первой поверхности, входящей въ составъ нашей системы. Слѣдовательно, послѣ перваго преломленія отношеніе образа къ предмету выразится уравненіемъ:

$$\frac{l''}{l'} = n_1 \cdot \frac{f''}{f_1}$$

гдѣ n_1 —показатель преломленія первой, n'' —во второй средѣ.

Образъ предмета, полученный послѣ перваго преломленія, служить въ свою очередь предметомъ для слѣдующей преломляющей поверхности, входящей въ составъ системы. Слѣдов., послѣ втораго преломленія отношеніе втораго образа (l''') къ первому (полученному послѣ преломленія, l'') выразится въ видѣ:

$$\frac{l'''}{l''} = n'' \cdot \frac{f'''}{f''}$$

Продолжая рассуждать такимъ же образомъ далѣе, получаемъ систему уравненій:

$$\begin{aligned} \frac{l''}{l_1} &= n_1 \cdot \frac{f''}{f_1} \\ \frac{l'''}{l''} &= n'' \cdot \frac{f'''}{f''} \\ \frac{l''''}{l'''} &= n''' \cdot \frac{f''''}{f'''} \\ \frac{l'''''}{l''''} &= n'''' \cdot \frac{f'''''}{f''''} \\ \frac{l_2}{l'''''} &= n'''' \cdot \frac{f_2}{f'''''} \end{aligned}$$

гдѣ l_2 есть образъ предмета, полученный послѣ послѣдняго преломленія въ системѣ, n_2 —показатель преломленія послѣдней оптической среды системы, а f_2 —расстояніе послѣдняго образа.

Перемножая почленно эти уравненія другъ на друга, послѣ сокращенія получаемъ:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{f_2}{f_1} \dots \dots \dots (8)$$

Сопоставляя это уравненіе съ уравненіемъ (7), нетрудно вычислить, что

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{n_1}{n_2} \dots \dots \dots (9)$$

т. е. переднее главное фокусное разстояніе относится къ заднему главному фокусному разстоянію, какъ показатель преломленія первой среды къ показателю преломленія послѣдней среды.

Кромѣ главныхъ фокусовъ и главныхъ точекъ оптической системы, въ послѣдней играютъ очень важную роль еще двѣ точки, носящія названіе узловыхъ точекъ. Значеніе этихъ точекъ выясняется слѣдующимъ соображеніемъ.

Представимъ себѣ, что мы имѣемъ систему преломляющихъ поверхностей, центрированныхъ по оси XU (рис. 252); главные плоскости этой системы пусть лежатъ въ h_1h_1' и h_2h_2' ; прослѣдимъ ходъ различныхъ лучей того пучка, который испускается свѣтящейся точкой S_1 , до и послѣ преломленія.

Изъ чертежа видно, что часть этихъ лучей (именно лучи 1, 2 и 3) послѣ преломленія повертываютъ книзу; наоборотъ, лучи другой половины пучка (5 и 6) повертываютъ послѣ преломленія кверху. Очевидно, что гдѣ-нибудь на границѣ между верхней и нижней частью пучка находится лучъ (4), который послѣ преломленія не повертываетъ ни кверху, ни книзу, т. е. сохраняетъ прежнее направленіе, остается параллельнымъ самому себѣ, сдвигаясь только на нѣкоторое разстояніе въ сторону (ср. направленіе луча 4 до преломленія и его же послѣ преломленія, IV).

Точки k_1 и k_2 , въ которыхъ этотъ лучъ пересекаетъ до преломленія и послѣ преломленія оптическую ось системы, носятъ названіе узловыхъ точекъ системы. Ихъ основное свойство и состоитъ въ томъ, что всѣ лучи, падающіе въ первую узловую точку, сдвигаются по оси до второй узловой точки и выходятъ изъ послѣдней дальше, оставаясь параллельными сами себѣ. Опредѣлимъ положеніе узловыхъ точекъ.

Прежде докажемъ, 1) что разстояніе между обѣими узловыми точками равно разстоянію между главными точками и 2) что разстояніе между первой главной и первой узловой точкой равно разстоянію между второй главной и второй узловой точкой.

Съ этой цѣлью построимъ при помощи главныхъ плоскостей и узловыхъ точекъ направленіе луча Sm (рис. 253), идущаго въ первую узловую точку. Къ этому лучу, какъ ко всякому другому, приложимо основное правило главныхъ плоскостей; т. е.—дойдя до первой главной плоскости въ точкѣ m , онъ сдвигается параллельно оси до второй главной плоскости въ точку n ; какъ пойдетъ онъ далѣе? Какъ лучъ, идущій къ первой узловой точкѣ, онъ неминуемо долженъ пройти черезъ вторую узловую точку.

Слѣдов., соединивъ точку n со второй узловой точкой K_2 , мы и получаемъ направленіе этого луча послѣ преломленія. Но изъ параллелограмма mnK_1K_2 прямо слѣдуетъ, что

$$mn = K_1K_2,$$

т. е. разстояніе между главными точками равно разстоянію между узловыми точками. А изъ равенства треугольниковъ mH_1K_1 и nH_2K_2 слѣдуетъ, что

$$H_1K_1 = H_2K_2,$$

т. е. разстояніе отъ первой главной до первой узловой точки равно разстоянію отъ второй главной до второй узловой точки.

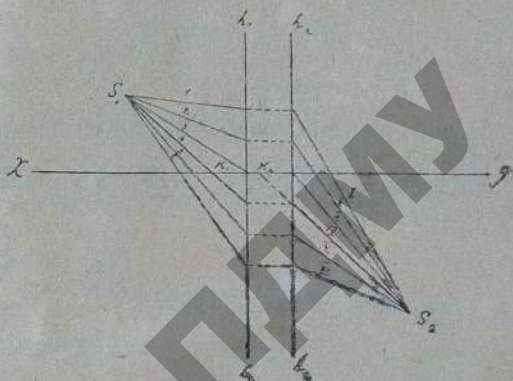


Рис. 252.

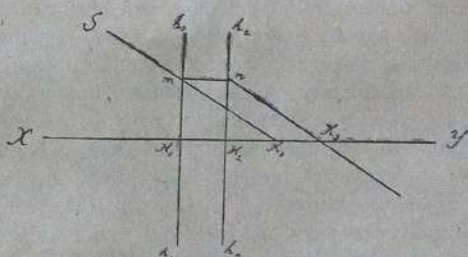


Рис. 253.

Представимъ себѣ, что въ передней фокусной плоскости системы лежитъ точка S (рис. 254); направимъ одинъ лучъ, исходящій изъ этой точки, параллельно оси, послѣ преломленія онъ пройдетъ

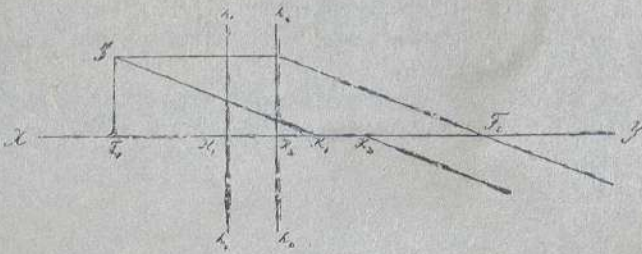


Рис. 254.

(какъ параллельный оси) черезъ задній главный фокус F_2 . Другой лучъ SK_1 направимъ въ первую узловую точку: онъ сдвинется по оси до второй узловой точки K_2 и выйдетъ изъ нея, оставаясь параллельнымъ лучу h_2F_2 . такъ какъ оба они выходятъ изъ точки S , расположенной

въ главной фокусной плоскости, слѣдовательно, послѣ преломленія становятся параллельными.

Треугольники SF_1K_1 и $h_2H_2F_2$ равны, какъ прямоугольные, имѣющіе равные катеты SF_1 и h_2H_2 ; слѣдов.,

$$F_1K_1 = H_2F_2 \dots \dots \dots (10)$$

Такъ какъ, по предыдущему

$$H_1K_1 = H_2K_2$$

то

$$F_1K_1 - H_1K_1 = H_2F_2 - H_2K_2$$

или

$$F_1H_1 = K_2F_2 \dots \dots \dots (11)$$

Слѣдов., равенства 10 и 11 даютъ намъ положеніе узловыхъ точекъ; а именно, разстояние отъ передняго главнаго фокуса до первой узловой точки равно заднему фокусному разстоянію, разстояние отъ задняго главнаго фокуса до второй узловой точки равно переднему фокусному разстоянію. Зная положеніе главныхъ фокусовъ системы, легко найти положеніе узловыхъ точекъ ея.

При преломленіи въ одной сферической поверхности оба фокусныя разстоянія считаются отъ одной точки, именно, отъ вершины преломляющей поверхности. Очевидно, что формулы, выведенныя для системы преломляющихъ поверхностей, можно примѣнять и къ одной преломляющей поверхности, принимая лишь, что обѣ главныя точки въ этомъ частномъ случаѣ сливаются въ одну — въ вершинѣ преломляющей поверхности. Далѣе, извѣстно, что при преломленіи на одной сферической поверхности лучъ, направленный къ центру ея, идетъ во второй средѣ безъ преломленія, слѣдовательно, онъ соответствуетъ лучу, идущему въ системѣ преломляющихъ поверхностей въ первую узловую точку, если только допустить, что обѣ узловые точки въ случаѣ одной поверхности сливаются въ одну, совпадающую съ центромъ этой поверхности.

Въ заключеніе, во избѣжаніе неясностей, отмѣтимъ, что главныя и узловые точки позволяютъ намъ строить направленіе лучей не въ томъ видѣ, какъ лучъ преломляется въ дѣйствительности. Въ самомъ дѣлѣ, мы видѣли, что систему какого угодно числа преломляющихъ поверхностей мы замѣняемъ двумя главными плоскостями; преломленіе въ нашей схемѣ происходитъ только на этихъ двухъ плоскостяхъ. На дѣлѣ преломленіе, разумѣется, имѣетъ мѣсто на каждой преломляющей поверхности; но результатъ этихъ многочисленныхъ преломленій будетъ совершенно таковъ, какъ если бы преломленіе происходило только на главныхъ плоскостяхъ соответственно вышеуказаннымъ правиламъ. Слѣдов., система нѣсколькихъ поверхностей не равна системѣ двухъ главныхъ плоскостей, но эквивалентна послѣдней.

Равнымъ образомъ, лучъ, направляемый нами въ узловые точки, на дѣлѣ не идетъ до узловой точки безъ преломленія, какъ это изображается на нашихъ чертежахъ. Но претерпѣвая различныя преломленія и, можетъ быть, даже не заходя въ

узловыя точки, тѣмъ не менѣе онъ получаетъ въ концѣ концовъ то же самое направленіе, какое бы онъ имѣлъ соотвѣтственно свойствамъ узловыхъ точекъ.

Словомъ, главныя и узловыя точки не даютъ намъ дѣйствительнаго хода луча *снутри* системы преломляющихъ поверхностей; онѣ даютъ лишь ходъ лучей *послѣ* прохожденія черезъ эту систему, въ послѣдней средѣ. Мы пользуемся, поэтому, главными и узловыми точками, какъ вспомогательнымъ средствомъ, позволяющимъ разобратся въ такихъ сложныхъ оптическихъ системахъ, которыя иначе были бы недоступны изслѣдованію.

Линза.—Очевидно, что всякая линза представляетъ собой систему двухъ преломляющихъ поверхностей, отдѣляющихъ другъ отъ друга 3 среды (воздухъ, стекло, воздухъ). Слѣдов., къ линзѣ приложимы всѣ предыдущія разсужденія, т. е., между прочимъ мы можемъ найти въ линзѣ 2 сопряженныя плоскости, обладающія свойствомъ главныхъ плоскостей, двѣ узловыя точки и двѣ главныя фокусныя точки. Мы не будемъ излагать правилъ для опредѣленія положенія всѣхъ этихъ т. назыв. кардинальныхъ точекъ линзы, но замѣтимъ, что *положеніе всѣхъ необходимыхъ для построенія изображенія точекъ (главныя, узловыя, главныя фокусы)* мы можемъ легко опредѣлить, если известны радиусы преломляющихъ поверхностей линзы и ея показатель преломленія.

Комбинація одной преломляющей поверхности съ линзой.

Мы переходимъ къ случаю, представляющему для нашей цѣли наибольшее значеніе, именно къ преломленію въ системѣ, состоящей изъ комбинаціи одной преломляющей поверхности (напр. роговица) съ чечевицей (хрусталикъ).

Не останавливаясь на изложеніи способовъ, при помощи которыхъ опредѣляется положеніе кардинальныхъ точекъ системы, состоящей изъ комбинаціи линзы съ преломляющей поверхностью, ограничимся слѣдующими выводами.

Для опредѣленія всѣхъ кардинальныхъ точекъ системы, состоящей изъ комбинаціи одной преломляющей поверхности съ линзой, достаточно знать:

1) радиусы кривизны а) фронтальной преломляющей поверхности, б) обѣихъ преломляющихъ поверхностей линзы.

2) Показатели преломленія а) среды, непосредственно слѣдующей за преломляющей поверхностью, б) вещества линзы.

3) Расстояніе между фронтальной преломляющей поверхностью и передней поверхностью линзы, а также толщину линзы.

Зная эти величины, опредѣляютъ на основаніи формулы главныя фокусы фронтальной преломляющей поверхности и обѣихъ поверхностей линзы отдѣльно. Далѣе, по формуламъ и опредѣляется положеніе оптическаго центра линзы. На основаніи положенія оптическаго центра линзы при помощи фокусныхъ расстояній ея обѣихъ преломляющихъ поверхностей опредѣляемъ главныя точки линзы и ея главныя фокусы.

Наконецъ, вычисляются главныя фокусныя расстоянія и положеніе главныхъ и узловыхъ точекъ всей системы.

Опредѣленіе положенія кардинальныхъ точекъ глаза.—Оптическая система глаза состоитъ изъ слѣдующихъ частей:

Преломляющія поверхности:

1. Передняя поверхность роговицы.
2. Задняя поверхность роговицы.
3. Передняя поверхность хрусталика.
4. Задняя поверхность хрусталика.

Оптическія среды:

- I. Воздухъ.
- II. Вещество роговицы.
- III. Водянистая влага.
- IV. Вещество хрусталика.
- V. Стекловидное тѣло.

Слѣдовательно, въ глазу мы имѣемъ дѣло съ 4 поверхностями, раздѣляющими 5 средь, т. е. съ очень сложной системой. Однако, эту систему можно значительно упростить, замѣняя ее системой, состоящей изъ 3 преломляющихъ поверхностей (при чемъ двѣ изъ нихъ комбинированы въ линзу), отдѣляющихъ другъ отъ друга 3 среды.

Въ самомъ дѣлѣ, въ виду того, что показатель преломленія роговой оболочки очень близокъ къ показателю преломленія водянистой влаги, мы въ правѣ заключить, что на задней поверхности роговой оболочки не происходитъ сколько-нибудь замѣтныхъ явленій преломленія, такъ какъ роговица и водянистая влага представляются въ оптическомъ отношеніи почти тождественными. Далѣе, показатель преломленія водянистой влаги и стекловиднаго тѣла, въ среднемъ, равны другъ другу, такъ что водянистую влагу и стекловидное тѣло можно считать въ оптическомъ отношеніи за одну среду. Благодаря этому оптическую систему глаза можно замѣнить однородной средой, ограниченной спереди роговой оболочкой, съ погруженнымъ въ эту среду хрусталикомъ. Такая, очень близкая къ дѣйствительности, модель глаза получила названіе *схематическаго глаза*.

Говоря другими словами, мы приходимъ къ случаю, который былъ нами разобранъ выше. Мы видѣли, что для опредѣленія кардинальныхъ точекъ системы, состоящей изъ комбинаціи одной преломляющей поверхности съ линзой, намъ должны быть извѣстны слѣдующія величины: 1. Показатели преломленія оптическихъ средь. 2. Радіусы кривизны преломляющихъ поверхностей. 3. Разстоянія вершинъ преломляющихъ поверхностей другъ отъ друга.

1. *Показатели преломленія оптическихъ средь глаза.*—Показатели преломленія роговицы, водянистой влаги и стекловиднаго тѣла опредѣляются по общимъ правиламъ съ помощью приборовъ, называемыхъ рефрактометрами и описываемыхъ въ физикѣ. Но показатель преломленія хрусталика не можетъ быть опредѣленъ такъ просто по слѣдующей причинѣ. Хрусталикъ въ различныхъ своихъ слояхъ оптически неоднороденъ: показатели преломленія различныхъ слоевъ хрусталика растутъ по направленію отъ поверхности къ ядру хрусталика. Вслѣдствіе этого непрерывнаго измѣненія показателя преломленія хрусталика, разумѣется, нельзя говорить о показателѣ преломленія хрусталика въ его цѣломъ, можно лишь построить линзу, ограниченную поверхностями съ такой же кривизной, какъ и поверхности хрусталика, и придать этой линзѣ такой показатель преломленія, при которомъ преломляющая сила линзы была бы равна преломляющей силѣ хрусталика. Поэтому показатель преломленія хрусталика высчитывается слѣдующимъ образомъ. На вынутомъ изъ глаза хрусталикѣ опредѣляютъ переднее и заднее фокусное разстояніе его на оптической скамейкѣ. Зная радіусы кривизны передней и задней поверхности хрусталика, можно по общимъ формуламъ вычислить, каковъ былъ бы показатель преломленія, если бы вещество хрусталика было оптически однородно по всей его толщѣ. Но надо помнить, что эта величина есть величина чисто теоретическая, упрощающая вычисленіе, но не равная дѣйствительному показателю преломленія хрусталика. Мы представляемъ себѣ, что хрусталикъ замѣненъ однородной чечевицей, имѣющей тѣ же поверхности, что и нормальный хрусталикъ,

и обладающей такой же преломляющей силой; показатель преломленія такой чечевицы долженъ быть равенъ 1,437. Показатель преломленія роговицы, водянистой влаги и стекловиднаго тѣла=1,337.

2. *Радиусы кривизны преломляющихъ поверхностей.*—Опредѣленіе радиусовъ кривизны преломляющихъ поверхностей глаза не можетъ быть произведено на трупѣ, потому что, напр., кривизна роговой оболочки поддерживается благодаря господствующему въ живомъ глазу давленію водянистой влаги; это давленіе, въ свою очередь, зависитъ отъ кровяного давленія, такъ какъ водянистая влага, несомнѣнно, есть транспудатъ крови. Поэтому, на трупѣ, гдѣ кровяное давленіе=0, внутриглазное давленіе не можетъ имѣть нормальной величины, а съ измѣненіемъ внутриглазного давленія должна измѣниться и кривизна роговой оболочки. Вслѣдствіе этого единственно вѣрныя цифры можно получить лишь на живомъ глазу.

На поверхности, раздѣляющей двѣ разнородныя оптическія среды, происходитъ не только преломленіе, но и отраженіе свѣта. Слѣдов., преломляющія поверхности глазъ одновременно являются сферическими зеркалами; часть свѣта, преломляясь, проходитъ черезъ нихъ въ слѣдующую среду, другая часть, отражаясь, возвращается въ прежнюю среду. И дѣйствительно, смотря на глазъ, освѣщенный сбоку свѣчей, мы замѣчаемъ въ немъ 3 отраженія свѣчного пламени: первое, наиболѣе яркое прямое изображеніе есть отраженіе отъ роговицы, слѣдующее прямое же изображеніе, большихъ размѣровъ, но болѣе тусклое, представляетъ собой образъ, отраженный отъ передней поверхности хрусталика; наконецъ, третье, меньшее и очень тусклое изображеніе образуется вслѣдствіе отраженія отъ задней поверхности хрусталика.

Изъ теоріи сферическихъ зеркалъ извѣстно, что величина отраженнаго образа относится къ величинѣ предмета, какъ радиусъ зеркала къ удвоенному разстоянію предмета отъ зеркала:

$$\frac{y'}{y} = \frac{r}{2x}$$

Это уравненіе даетъ возможность измѣрить радиусъ кривизны зеркала, если намъ извѣстны линейные размѣры предмета и его отраженнаго образа и разстояніе предмета отъ зеркала. Тогда въ предыдущемъ уравненіи оказывается неизвѣстной только одна величина r , которая и можетъ быть легко опредѣлена.

Слѣдовательно, имѣя на опредѣленномъ разстояніи отъ глаза какой-нибудь объектъ извѣстной длины (напр., двѣ свѣтящіяся точки, расположенныя на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга), намъ нужно только измѣрить величину образа на роговицѣ, чтобъ получить всѣ данныя для вычисленія радиуса кривизны роговицы. Но измѣрять образъ предмета на роговицѣ масштабомъ нѣтъ возможности по слѣдующей причинѣ. Измѣреніе длины масштабомъ всегда происходитъ въ два момента: отмѣчаютъ положеніе сперва одного, потомъ другого конца измѣряемаго изображенія на масштабѣ. Если глазъ во время измѣренія, т. е. въ промежуткѣ между первымъ и вторымъ отчетомъ, остается неподвижнымъ, тогда, разумѣется, описываемый способъ измѣренія вполне пригоденъ. Но ручаться за полную

неподвижность глаза во время измѣренія совершенно невозможно, а между тѣмъ всякое движеніе глаза въ промежуткѣ между первымъ и вторымъ отчетомъ дастъ ошибку, равную объему этого движенія. Поэтому необходимо

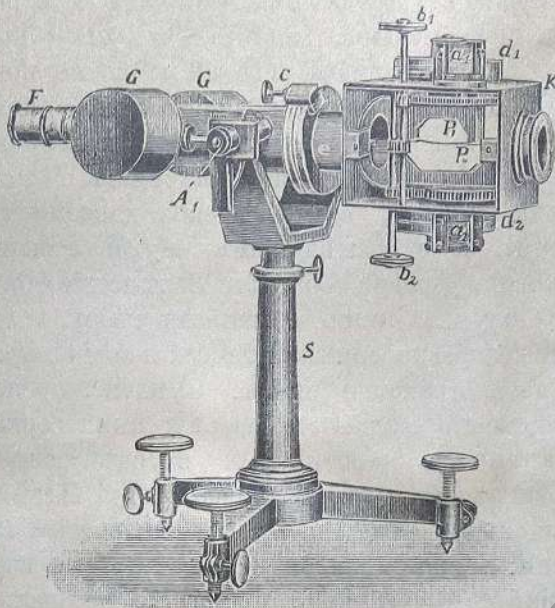


Рис. 255.

найти методъ измѣренія длины отраженнаго образа, позволяющій тѣмъ два акта вниманія, которые требуются при измѣреніи масштабомъ, слить въ одинъ; въ этомъ случаѣ можно быть увѣреннымъ въ точности полученныхъ цифръ. Для этой именно цѣли Гельмгольтцъ построилъ аппаратъ, названный имъ офтальмометромъ, при помощи котораго самимъ Гельмгольтцемъ и его учениками и были произведены измѣренія отраженныхъ образовъ въ глазу и вычислены радиусы кривизны преломляющихъ поверхностей глаза.

Главная часть аппарата—двѣ расположенныя другъ надъ другомъ одинаковой толщины стеклянныя пластинки (рис. 255), спо-

собныя вращаться вокругъ вертикальной оси; притомъ аппаратъ устроенъ такимъ образомъ, что обѣ пластинки поворачиваются одновременно на одинъ и тотъ же уголъ, только въ противоположномъ направленіи.

Представимъ себѣ, что мы разсматриваемъ черезъ верхнюю пластинку горизонтальную линію. Когда пластинка стоитъ перпендикулярно къ зрительной линіи, мы видимъ предметъ въ его истинномъ положеніи, такъ какъ свѣтовые лучи, исходящіе изъ предмета, падаютъ на пластинку перпендикулярно, слѣдовательно, проходятъ черезъ нее безъ преломленія.

Если же пластинка поворочена на нѣкоторый уголъ, такъ что лучи, идущіе отъ предмета въ глазъ наблюдателя, падаютъ на нее подъ нѣкоторымъ угломъ, въ этомъ случаѣ они подвергаются преломленію какъ на передней, такъ и на задней поверхности пластинки.

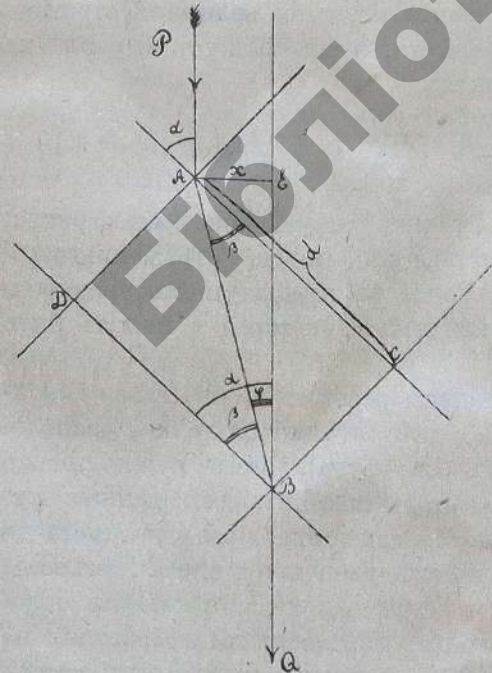


Рис. 256.

Въ результатѣ этого двукратнаго преломленія лучъ выходитъ изъ пластинки, оставаясь параллельнымъ своему

первоначальному направленію, но сдвигается нѣсколько въ сторону (РАВQ рис. 256). Поэтому, рассматривая прежнюю линію черезъ повороченную на извѣстный уголъ пластинку, мы увидимъ линію сдвинутой на нѣкоторое разстояніе вбокъ.

Опредѣлимъ величину сдвига.

Очевидно, она равняется разстоянію $AE = x$ (рис. 256) между первоначальнымъ направленіемъ луча и его направленіемъ послѣ преломленія. Изъ $\triangle AEB$ находимъ:

$$x = AB \sin \varphi.$$

Изъ треугольника ABC имѣемъ

$$AB = \frac{AC}{\cos \beta} = \frac{d}{\cos \beta}$$

Но $\mu = \alpha - \beta$, слѣдовательно,

$$x = d \frac{\sin (\alpha - \beta)}{\cos \beta},$$

т. е. величина сдвига зависитъ отъ толщины пластинки (d), ея показателя преломленія (такъ какъ $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$) и угла, на который поворочена пластинка (уголъ α). Зная d , $\angle \alpha$ и n , легко вычислить x .

Представимъ себѣ, далѣе, что мы смотримъ не черезъ одну, а черезъ обѣ пластинки, но не прямо, а въ астрономическую трубу. Всѣ лучи, падающіе отъ предмета на обѣ пластинки, труба сведетъ въ фокусъ, такъ что мы увидимъ одно изображеніе, такъ какъ верхній полуконусъ лучей, проходящій черезъ верхнюю пластинку, наляжетъ въ фокусъ на нижній полуконусъ, проходящій черезъ нижнюю пластинку. Повернемъ теперь пластинки на нѣкоторый уголъ. Всѣ лучи, проходящіе въ верхнемъ полуконусѣ, сдвинутся влѣво; лучи, проходящіе черезъ нижнюю пластинку, на такую же величину сдвинутся вправо. Если прежде въ трубѣ мы имѣли двѣ точки, то теперь получимъ двѣ пары, т. е. четыре точки. Обѣ пары движутся при дальнѣйшемъ вращеніи пластинокъ въ противоположномъ направленіи, и, наконецъ, наступитъ такой моментъ, когда точки A_1 и B_1 сливаются.

Въ этотъ моментъ, какъ явствуетъ изъ рисунка 257-го, каждое изображеніе сдвинуто на раз-

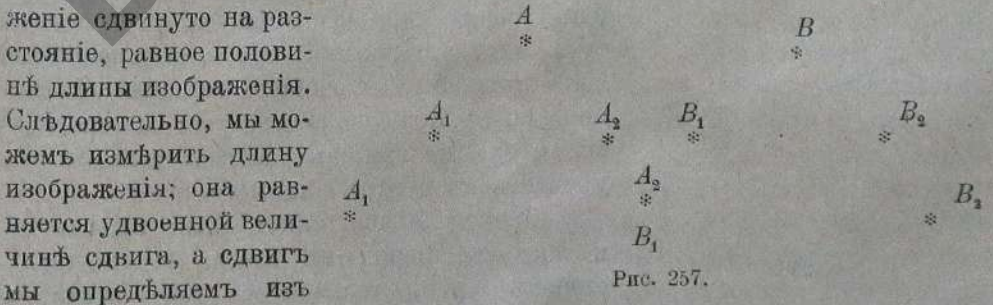


Рис. 257.

стояніе, равное половинѣ длины изображенія. Слѣдовательно, мы можемъ измѣрить длину изображенія; она равняется удвоенной величинѣ сдвига, а сдвигъ мы опредѣляемъ изъ извѣстныхъ намъ величинъ d , n и α

При помощи офтальмометра опредѣляются радіусы кривизны роговицы, передней и задней поверхности хрусталика. При измѣреніи офтальмоме-

тронь кривизны поверхностей хрусталика приходится въ вычисленіе вводить еще одну поправку. Дѣло въ томъ, что образъ, отраженный, напр., отъ передней поверхности хрусталика, мы рассматриваемъ черезъ водянистую влагу, которая въ передней камерѣ глаза имѣетъ форму выпукло-вогнутой чечевицы и дѣйствуетъ, какъ лупа; слѣдов., это изображеніе мы видимъ увеличеннымъ и должны вычисленіемъ свести его на его нормальную величину.

Радиусъ роговицы = 7,8 mm.

„ передней поверхности хрусталика = 10 mm.

„ задней „ „ = 6 „

3. Разстояніе вершинъ преломляющихъ поверхностей другъ отъ друга. —

Разстояніе между вершиной роговицы и передней вершиной хрусталика опредѣлялось по слѣдующему методу. Если освѣтить глазъ сбоку сильнымъ источникомъ свѣта, зрачекъ представляется не чернымъ, какъ обыкновенно, а матово-сѣрымъ. Это явленіе зависитъ отъ диффузнаго отраженія свѣта отъ передней поверхности хрусталика. Присматриваясь при этомъ къ зрачковому краю, нельзя замѣтить никакой, даже самой узкой тѣни около зрачковаго края. Это значитъ, что зрачковый край радужной оболочки вплотную прилегаетъ къ передней поверхности хрусталика: поэтому онъ и не отбрасываетъ на нее въ указанныхъ условіяхъ тѣни. Слѣдовательно, вмѣсто того, чтобъ опредѣлить положеніе передней поверхности хрусталика, мы можемъ опредѣлять положеніе зрачковой плоскости, такъ какъ эта послѣдняя совпадаетъ съ передней поверхностью хрусталика.

Видимый нами въ глазу другого человѣка зрачекъ не соответствуетъ по своимъ размѣрамъ и положенію реальному зрачку, потому что мы рассматриваемъ зрачекъ черезъ выпукло-вогнутую, собирательную чечевицу водянистой влаги, т. е. какъ бы черезъ лупу. Поэтому мы видимъ не дѣйствительный зрачекъ, а его виртуальный образъ. Однако, для нашей цѣли намъ достаточно знать разстояніе этого образа зрачка отъ вершины роговицы, потому что, зная преломляющую способность нашей лупы (водянистой влаги, наполняющей переднюю камеру глаза), мы легко можемъ найти положеніе реального зрачка. Слѣдовательно, задача наша сводится къ опредѣленію положенія видимаго зрачка. Оно опредѣляется слѣдующимъ образомъ.

Рассматривая образъ зрачка въ офтальмометръ и поворачивая пластинки офтальмометра такъ, чтобъ внутренніе концы раздвоенныхъ образцовъ зрачка соприкасались, т. е. поступая такъ, какъ это принято при опредѣленіи радиуса кривизны, мы, очевидно, ставимъ офтальмометръ въ такое положеніе, что ось его трубы, продолженная въ наблюдаемый глазъ, упадетъ въ центръ видимаго зрачка.

Произведя два такихъ опыта въ одномъ и томъ же меридіанѣ глаза, но съ двухъ сторонъ отъ зрительной оси, мы получаемъ двѣ прямыя, пересѣкающіяся въ центрѣ видимаго зрачка (рис. 258). Такъ какъ направленіе этихъ прямыхъ намъ извѣстно, то, очевидно, извѣстно и положеніе центра видимаго зрачка.

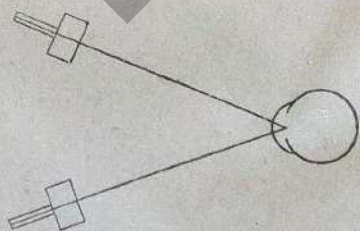


Рис. 258.

Подобнымъ же путемъ можетъ быть опредѣлено положеніе задней вершины хрусталика. Для наблюденія пользуются здѣсь третьимъ, слабымъ образомъ Пуркинѣ. Такимъ путемъ найдено:

Разстояніе между вершиной роговицы и передней вершиной хрусталика = 3.6 mm.

Разстояніе между передней и задней вершиной хрусталика = 3.6 mm.

На основаніи приведенныхъ данныхъ, касающихся схематическаго глаза, по общимъ формуламъ вычисляемъ положеніе всѣхъ трехъ паръ кардинальныхъ точекъ глаза, именно:

	Разстояніе отъ вершины роговицы
Первая главная точка	1,75 mm (за роговицей).
Вторая " "	2,09 mm " "
Первая узловая точка	6,95 mm " "
Вторая " "	7,29 mm " "
Передній главный фокусъ глаза	15,5 mm (передъ роговицей).
Задній " " "	20,7 mm (за роговицей).

Сопоставляя положеніе кардинальныхъ точекъ глаза съ анатомическими размѣрами различныхъ частей послѣдняго, мы приходимъ къ выводу, что главные точки глаза лежатъ въ водянистой влагѣ, почти посерединѣ между роговицей и хрусталикомъ; узловыя точки расположены въ хрусталикѣ, недалеко отъ его задней поверхности; задній фокусъ глаза падаетъ на сѣтчатку.

Для построенія изображенія предмета въ схематическомъ глазу поступаютъ по общимъ правиламъ, т. е. отъ той и другой крайней точки предмета проводятъ два луча. Одинъ изъ нихъ направляется черезъ передній главный фокусъ; этотъ лучъ идетъ, не мѣняя направленія, до первой главной плоскости, при пересѣченіи съ ней становится параллельнымъ оси и сохраняетъ это направленіе вплоть до выхода изъ системы. Другой лучъ въ воздухѣ направляется параллельно оси, сохраняетъ это направленіе до второй главной плоскости, отсюда идетъ чрезъ задній главный фокусъ системы. Образъ точки, изъ которой выходили лучи, лежитъ въ точкѣ пересѣченія описываемыхъ лучей послѣ ихъ преломленія (см. рис. 251).

4. *Редуцированный глазъ. Упрощенный глазъ.*—Въ виду того, что разстояніе между передней и задней главной точкой, равно какъ и между передней и задней узловой точкой, очень невелико, мы можемъ во многихъ случаяхъ допускать вмѣсто пары главныхъ точекъ одну, лежащую посерединѣ между главными точками глаза, равнымъ образомъ, двѣ узловыя точки можно представлять себѣ слитыми въ одну, лежащую посерединѣ между ними. Въ физическомъ смыслѣ мы замѣняемъ въ этомъ случаѣ оптическую систему глаза одной преломляющей поверхностью, вершина которой лежитъ въ главной точкѣ, а центръ—въ узловой точкѣ (см. стр. 461). Такой глазъ носитъ названіе *редуцированнаго глаза*. Замѣняя схематическій глазъ редуцированнымъ, мы дѣлаемъ, какъ показываетъ вычисленіе, ошибку въ 1—2%, въ то же время схематическій глазъ въ приложеніи къ данному частному случаю, благодаря индивидуальнымъ различіямъ, допускаетъ иногда ошибку въ 5%; слѣд., въ очень многихъ случаяхъ можно пользоваться вмѣсто схематическаго редуцированнымъ глазомъ.

Округляя нѣсколько цифры, можно придать редуцированному глазу форму глаза (только безъ хрусталика) и притомъ слѣдующихъ размѣровъ. Этотъ глазъ спереди ограниченъ вышуклой сферической поверхностью, центръ которой лежитъ на разстояніи 5mm отъ ея вершины. Передній фокусъ лежитъ на разстояніи 15mm впереди вершины преломляющей поверхности, задній на разстояніи 20mm отъ вершины, или на разстояніи 15mm отъ центра преломляющей поверхности (рис. 259).

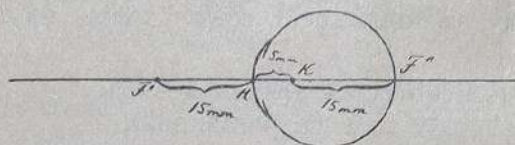


Рис. 259.

и положеніе сѣтчатки. Такъ какъ задній фокусъ глаза при условіи яснаго видѣнія всегда лежитъ на сѣтчаткѣ, то очевидно, что на сѣтчаткѣ пересѣкаются всѣ лучи гомоцентрическаго пучка (SAS_1 , SKS_1 , SBS_1 , (рис. 260).

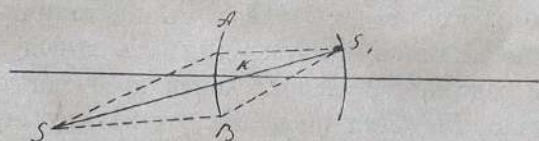


Рис. 260.

точку съ узловой точкой глаза K и продолжить соединительную линію до сѣтчатки: въ точкѣ пересѣченія этой линіи съ сѣтчаткой (S_1) и лежитъ образъ свѣтящейся точки S .

Неправильности преломляющаго аппарата глаза.—Во всѣхъ предыдущихъ разсужденіяхъ мы принимали,

- 1) что преломляющія поверхности глаза строго сферичны,
- 2) что онѣ представляютъ собою центрированную систему, ось которой совпадаетъ съ зрительной линіей, т. е. линіей, соединяющей фиксируемую нами точку съ центральнымъ углубленіемъ сѣтчатки (мѣсто наиболѣе яснаго зрѣнія),
- 3) что преломляющія среды глаза дѣйствительно прозрачны;
- 4) были не приняты во вниманіе сферическая и хроматическая аберрація глаза.

Всѣ эти вопросы должны быть теперь рассмотрѣны подробнѣе.

1.—Точное изслѣдованіе кривизны роговицы при помощи офтальмометріи показало, что роговица имѣетъ равномерную кривизну только въ центральныхъ своихъ частяхъ и, слѣдовательно, только въ центральномъ поясѣ роговица можетъ быть признана за отрѣзокъ шара. По направленію же къ периферіи роговица 1) уплощается, 2) получаетъ въ различныхъ меридіанахъ неодинаковую кривизну¹⁾; кривизна вертикальнаго меридіана

¹⁾ На главномъ яблокѣ, какъ на глобусѣ, отличаютъ полюсы—концы главной оси, идущей спереди назадъ и проходящей черезъ центръ роговицы и центръ всего главнаго шара, перпендикулярный къ оси пояса экватора, дѣляющій глазъ на переднее и заднее полушаріе, и меридіаны—систему большихъ круговъ, заключающихъ въ себѣ каждый главную ось.

въ периферическихъ частяхъ роговицы больше, чѣмъ кривизна горизонтальнаго меридіана. Поэтому периферическія части роговицы сравниваютъ (очень приблизительно!) съ отрѣзкомъ эллипсоида вращения, большая ось котораго лежитъ горизонтально.

Центральный поясъ роговицы, имѣющій сферическую кривизну, распространяется на слѣдующія угловыя разстоянія отъ вершины роговицы:

Кнаружи на	16,5°	отъ	полюса
Внутрь	14,0°	„	„
Вверхъ	12,0°	„	„
Внизъ	13,5°	„	„

Такимъ образомъ, на протяженіи около 30° роговица въ центральной своей части является довольно строго сферической. Такъ какъ апертура всего глаза при средней ширинѣ зрачка = 20° (т. е. глазъ видитъ предметы, охватываемые только этимъ угломъ зрѣнія), то очевидно, что въ тѣхъ частяхъ роговицы, чрезъ которыя проходятъ лучи, дающіе изображение въ *fovea centralis*, поверхность роговицы представляетъ собой истинно сферическую поверхность.

Впрочемъ, это относится только къ болѣе или менѣе нормальному глазу. Въ исключительныхъ же случаяхъ наблюдается такое уклоненіе отъ шарообразной формы, которое отзывается рѣзко неблагоприятно на діоптрикѣ всего глаза. Это уклоненіе состоитъ въ неравенствѣ радиусовъ кривизны роговицы по различнымъ меридіанамъ ея и носитъ названіе *астигматизма*.

Чтобъ составить себѣ понятіе о ходѣ лучей при преломленіи въ астигматической чечевицѣ, очевидно, мы должны имѣть линзу, поверхность которой представляла бы отрѣзокъ не шара, а эллипсоида вращения. Но такихъ линзъ въ технику не вырабатываютъ; поэтому мы замѣнимъ такую линзу комбинаціей обыкновенной сферической линзы съ сегментомъ цилиндра. Очевидно, что такая система двухъ линзъ—сферической и цилиндрической по своему преломляющему дѣйствию равняется эллипсоидальной чечевицѣ. Рассмотримъ ходъ лучей послѣ преломленія въ такой эллипсоидальной линзѣ. Въ ней можно отличать два меридіана; по одному изъ нихъ радиусъ кривизны будетъ наибольшій (а преломляющая сила наименьшая—*min.*), по другому—наименьшій (*max.*). Соответственно этому параллельные лучи, падающіе на второй меридіанъ, соберутся въ фокусной точкѣ F_1 раньше, чѣмъ лучи, падающіе на минимальный меридіанъ (рис. 261). Слѣ-

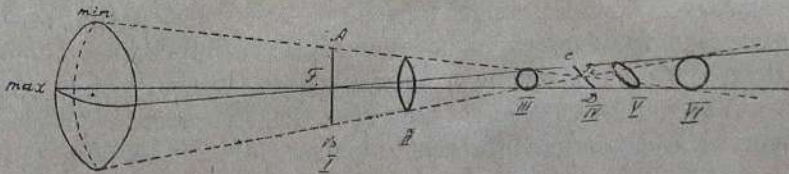


Рис. 261.

дов., мы никогда не получимъ при помощи астигматической чечевицы точнаго фокуса. Въ точкѣ F_1 собирается только часть лучей, другая же часть даетъ линейное изображение AB . Такую же линію CD получаемъ мы и во

второмъ фокусѣ F_2 , потому что здѣсь собираются только лучи, падающіе на минимальный меридіанъ, а лучи, преломленные въ максимальномъ меридіанѣ, идутъ къ точкѣ F_2 , уже будучи расходящимися.

Слѣдов., послѣ преломленія въ эллипсоидальной линзѣ (или,—все равно,—въ астигматическомъ глазу) мы получаемъ вмѣсто одной двѣ фокусныя плоскости, разстояніе между которыми (межфокусное разстояніе) будетъ тѣмъ больше, чѣмъ больше разница между преломляющей способностью максимальнаго и минимальнаго меридіана.

Образъ точки въ астигматическомъ глазу никогда не бываетъ точечнымъ, а или линейнымъ (въ фокусныхъ плоскостяхъ), или овальной, или круглой фигурой свѣторазсѣянія (*I, II, III, IV, V* и *VI* на рис. 261).

Глазъ обыкновенно приспособляетъ свою рефракцію, т. е. преломляющую способность (при помощи аккомодациі, о которой см. ниже) такъ, чтобъ получить на сѣтчаткѣ круглый образъ точки. Въ томъ случаѣ, когда разница между преломленіемъ въ обоихъ меридіанахъ невелика, размѣры круга свѣторазсѣянія, который получается на сѣтчаткѣ вмѣсто точки, также незначительны; поэтому небольшія степени астигматизма, имѣющія мѣсто въ большинствѣ т. назыв. нормальныхъ глазъ, субъективно не замѣчаются совершенно. Другое дѣло, когда астигматизмъ выраженъ болѣе или менѣе рѣзко. Въ этомъ случаѣ, смотря звѣздообразную фигуру (рис. 262), глазъ видитъ ясно только одинъ какой либо изъ ея лучей; всѣ же прочіе видятся утолщенными и неотчетливыми.

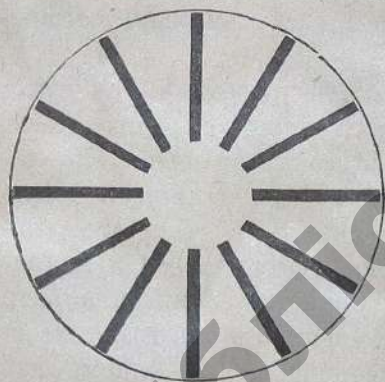


Рис. 262.

Такой рѣзко выраженный астигматизмъ требуетъ уже исправленія; дѣлу можно помочь, приставляя къ глазу цилиндрическую чечевицу. Предположимъ, что преломляющая сила глаза въ максимальномъ меридіанѣ равна 59 діоптріямъ ¹⁾, въ минимальномъ 55 діоптріямъ; очевидно, что, если мы поставимъ цилиндрическую выпуклую чечевицу силой въ 4 діоптріи такъ, чтобы ея ось была перпендикулярна минимальному меридіану, мы доведемъ преломляющую силу этого меридіана до 59 діоптрій, т. е. приравняемъ ее

силѣ максимальнаго меридіана; астигматизмъ будетъ исправленъ. Того же самаго можно достигнуть, располагая вогнутую чечевицу силой въ 4 діоптріи такъ, чтобы ось ея была перпендикулярна къ максимальному меридіану; преломляющая сила максимальнаго меридіана будетъ равна $59 - 4 = 55$ діоптріямъ, т. е. сравнивается съ преломленіемъ минимальнаго меридіана.

2.—Проба на центрированіе преломляющихъ поверхностей глаза производится слѣдующимъ образомъ (рис. 263). Въ плоскости горизонтальнаго меридіана глаза *abd* устанавливается линейка *ab* съ дѣленіями. Въ точкѣ

¹⁾ Діоптріей, какъ извѣстно, называется единица преломляющей силы чечевицы. Она соответствуетъ линзѣ съ фокуснымъ разстояніемъ въ 1 метръ. Ясно, что преломляющая сила чечевицы есть обратная величина ея фокуснаго разстоянія; поэтому число діоптрій, соответствующее данной линзѣ, получается дѣленіемъ единицы на фокусное разстояніе, выраженное въ метрахъ.

x , лежащей нѣсколько выше плоскости abd и внутри отъ оптической оси глаза, установлена мишень, на которую смотритъ изслѣдуемый глазъ. Линія cd представляетъ собой теоретическую ось преломляющихъ поверхностей глаза. Если преломляющія поверхности центрированы, то, помѣщая въ точкѣ b свѣтящуюся точку и смотря на глазъ изъ точки a , мы должны увидѣть отраженныя изображенія точки b отъ роговицы и поверхностей хрусталика. При правильной центрировкѣ 1) эти изображенія должны быть видимы въ томъ порядкѣ, въ какомъ слѣдуютъ другъ за другомъ преломляющія поверхности глаза; 2) углы между линіями ad и cd и между линіями cd и bd должны быть равны; 3) если помѣститъ наблюдающій глазъ изъ a въ b , а свѣтящуюся точку изъ b въ a , то мы должны увидѣть изъ b изображеніе точки a такъ, какъ прежде видѣли изъ a точку b .

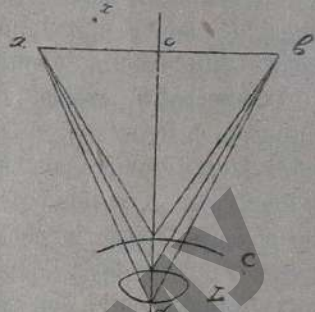


Рис. 263.

Опытъ показываетъ, что совпаденія всѣхъ этихъ условій никогда не бываетъ. Слѣдовательно, поверхности глаза не могутъ считаться строго центрированными. По измѣреніямъ Чернига въ горизонтальномъ меридіанѣ глазъ почти центрированъ, такъ какъ ось роговицы образуетъ съ осью хрусталика уголъ всего въ $0,3^\circ$. Въ вертикальномъ меридіанѣ уголъ между этими линіями больше, онъ равняется уже $1,3^\circ$. Если продолжить оптическую ось хрусталика до передней поверхности роговицы, то она пройдетъ не чрезъ вершину роговицы, а отклонится отъ нея на $0,3^\circ$ кнаружи и на $1,3^\circ$ кверху. Слѣдов., пренебрегая небольшимъ отклоненіемъ хрусталиковой оси кнаружи, мы можемъ сказать, что хрусталикъ повернуть изъ правильного центрированного положенія кверху вокругъ горизонтальной оси на $1,3^\circ$.

Такимъ образомъ глазъ можетъ считаться только приблизительно центрированнымъ по линіи, соединяющей передній и задній полюсы глаза и носящей названіе глазной оси. Но задній полюсъ глаза не совпадаетъ съ *fovea centralis retinae*; а между тѣмъ изображенія предмета при такъ называемомъ центральномъ зрѣніи падаютъ именно на *fovea centralis*. При разсматриваніи какой либо точки, линія, соединяющая эту точку съ *fovea centralis*, является центральнымъ лучомъ или т. назыв. направляющимъ лучомъ того свѣтового пучка, который исходитъ изъ свѣтящейся точки. Эта линія носитъ названіе зрительной оси. Зрительная ось не совпадаетъ съ глазной осью, по которой центрированы преломляющія поверхности глаза. Задній конецъ зрительной оси (*fovea centralis*) лежитъ кнаружи и немного книзу отъ задняго полюса глаза; другими словами, спереди зрительная ось уклоняется отъ глазной оси кнаружи и нѣсколько кверху. Въ горизонтальномъ меридіанѣ уголъ между зрительной и глазной осями (онъ носитъ названіе угла α) = $3,5 - 7,0^\circ$, а въ вертикальномъ = $3,5^\circ$.

„Можно сравнить оптическую систему глаза съ оптической системой зрительной трубы. Если бы оптикъ по небрежности поставилъ одну чечевицу наклонно, или если бы онъ помѣстилъ средину этой чечевицы немного въ сторону отъ оси инструмента, то этотъ недостатокъ соответствовалъ бы

недостатку центрировки глаза. Если бы наблюдатель смотрѣлъ въ трубу немного сбоку, то зрительная линія образовала бы съ оптической осью трубы уголъ, соответствующій углу α (Чернингъ).

3 и 4.—Въ заключеніе этого отдѣла упомянемъ, что оптическія среды глаза далеко не идеально прозрачны, и что глазу, какъ большинству оптическихъ приборовъ, свойственны сферическая и хроматическая аберрація.

Эмметропія, міопія, гиперметропія.—Выше было указано, что задній главный фокусъ глаза падаетъ какъ разъ на сѣтчатую оболочку. Но это наблюдается только въ нормальномъ, т. назыв. эмметропическомъ глазу. Существуютъ, однако, глаза, въ которыхъ при нормальной преломляющей способности глаза передне-задній размѣръ его слишкомъ коротокъ, или слишкомъ длинень. Глаза съ удлиненной осью получили названіе міопическихъ или близорукихъ глазъ, глаза съ укороченною осью называются гиперметропическими или дальнозоркими глазами. Въ міопическихъ глазахъ главный фокусъ лежитъ передъ сѣтчаткой, въ стекловидномъ тѣлѣ (рис. 264, А). Поэтому міопъ не можетъ отчетливо видѣть отдаленныхъ предметовъ, посылающихъ въ глазъ параллельные (или почти параллельные) лучи, такъ какъ параллельные лучи сходятся въ заднемъ главномъ фокусѣ, т. е. у міопа передъ сѣтчаткой, а на сѣтчатку падаетъ кругъ свѣторазсѣянія.

Наоборотъ, при приближеніи предмета къ глазу, при чемъ, какъ извѣстно, образъ предмета отодвигается за задній главный фокусъ, наступаетъ такой моментъ, когда міопъ начинаетъ ясно видѣть вѣншіе предметы. Положеніе этого наиболѣе удаленнаго пункта, съ котораго предметы видятся ясно (т. назыв. *punctum remotum*) и характеризуетъ міопію. Такъ какъ въ эмметропическомъ глазу задній главный фокусъ лежитъ на сѣтчаткѣ, очевидно, что для эмметропическаго глаза *punctum remotum* лежитъ въ безконечности; для міопа *p. remotum* расположенъ на конечномъ разстояніи и притомъ чѣмъ ближе къ глазу, тѣмъ сильнѣе выражена міопія.

Гиперметропическій глазъ соединяетъ параллельные лучи за сѣтчатой оболочкой. Слѣдовательно, гиперметропъ подобно міопу, не можетъ отчетливо видѣть отдаленныхъ предметовъ (безъ аккомодациі, см. ниже). Но онъ не можетъ отчетливо видѣть также и близкихъ предметовъ, потому что при приближеніи предмета его образъ удаляется все далѣе и далѣе по ту сторону главнаго фокуса, т. е. отходитъ еще дальше за сѣтчатку. Такъ какъ въ природѣ, какъ извѣстно, существуютъ только парал-

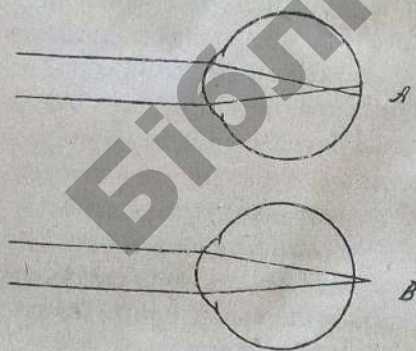


Рис. 264.

А—міопія. В—гиперметропія.

лельные и расходящіеся лучи, то гиперметропъ не въ состояніи ясно видѣть безъ аккомодациі ни близкихъ, ни отдаленныхъ предметовъ; онъ могъ бы свести на сѣтчатку только сходящіеся лучи; это и выражаютъ, говоря, что у гиперметропа *p. remotum* лежитъ сзади сѣтчатой оболочки (рис. 246 В).

Однако, гиперметропическій глазъ можетъ видѣть и отдаленные и даже болѣе или менѣе близкіе предметы, напрягая свою аккомодационную

мышцу. Ниже мы увидимъ, что при аккомодациі преломляющая сила глаза увеличивается, т. е. фокусъ становится короче; слѣд., гиперметропъ, аккомодируя, можетъ достигнуть того, что задній фокусъ глаза упадетъ на сѣтчатку; въ этотъ моментъ онъ отчетливо увидитъ" безконечно удаленные предметы (звѣзды). Чтобъ увидѣть предметы, менѣе удаленные отъ глаза, гиперметропъ еще больше напрягаетъ свою аккомодацию. Словомъ, гиперметропъ никогда не можетъ смотрѣть безъ аккомодационнаго усилія. Чтобъ избавить его отъ необходимости непрерывно аккомодировать, можно приставить къ его глазу двояко-выпуклую чечевицу. Напрягая свою аккомодацию, гиперметропъ имѣлъ цѣлью усилить преломляющую способность глаза; когда мы поставимъ передъ его глазами двояковыпуклыя очки, та же самая цѣль достигается безъ всякаго напряженія аккомодациі. Разумѣется, чѣмъ сильнѣе гиперметропія, тѣмъ больше діоптрій надо прибавить къ преломляющему аппарату глаза, т. е. тѣмъ сильнѣе приходится брать очки.

Наоборотъ, міопъ долженъ ослабить преломляющую способность глаза, чтобъ имѣть возможность отчетливо видѣть отдаленные предметы, потому что задній фокусъ, гдѣ сходятся у міопа параллельные лучи, лежитъ ближе сѣтчатки; слѣдов., міопу нужно удлинитъ фокусъ, т. е. ослабить преломляющую силу глаза. Активно онъ это сдѣлать не можетъ, такъ какъ въ самомъ глазу нѣтъ приспособленій для ослабленія преломляющей способности глаза. Но приставляя къ глазу двояковогнутую, разсѣивающую чечевицу, мы вычитаемъ діоптріи, т. е. удлиняемъ фокусъ, и можемъ добиться того, чтобы параллельные лучи сходились какъ разъ на сѣтчаткѣ. И здѣсь, чѣмъ сильнѣе міопія, т. е. чѣмъ больше несоотвѣтствіе между преломляющей способностью глаза и его сагиттальнымъ размѣромъ, тѣмъ болѣе сильные очки приходится брать для исправленія міопіи.

Главное зеркало.

Теоретически, такъ какъ 1) всякое освѣщенное тѣло испускаетъ лучи, 2) лучи свѣта претерпѣваютъ преломленіе и отраженіе въ одинаковомъ смыслѣ независимо отъ ихъ направленія,—очевидно, что дно глаза, освѣщаемое падающимъ въ глазъ свѣтомъ, должно также свѣтиться и быть видимымъ. Если зрачекъ другого человѣка представляется намъ чернымъ, то это зависитъ отъ того, что наблюдаемый субъектъ въ это время смотритъ въ нашъ зрачекъ, т. е. получаетъ въ свой глазъ очень мало свѣта. Поэтому его зрачекъ и представляется чернымъ. Если же удалось бы поставить нашъ глазъ въ ту точку, гдѣ находится источникъ свѣта S (рис. 265), то, очевидно, мы увидѣли бы, по закону сопряженныхъ изображеній, освѣщенный участокъ сѣтчатки S_1 , на который нашъ источникъ свѣта отбрасываетъ свое изображение. Помѣстивъ нашъ глазъ въ самый источникъ свѣта, конечно, невозможно. Но также невозможно видѣть дно глаза, если помѣстимъ нашъ глазъ поблизости отъ точки S , потому что въ этомъ случаѣ мы будемъ ослѣплены свѣтомъ, исходящимъ непосред-

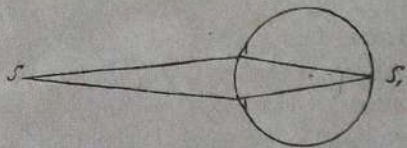


Рис. 265.

ственно изъ точки S , и благодаря этому совершенно не увидимъ слабо освѣщеннаго дна глаза. Такимъ образомъ, чтобъ увидѣть дно глаза, необходимо соблюдать два условія: 1) помѣстить свой глазъ на пути лучей, выходящихъ со дна глаза, въ такомъ пунктѣ, который позволялъ бы свести эти лучи на нашей сѣтчаткѣ и 2) устранить всякій сильный посторонній

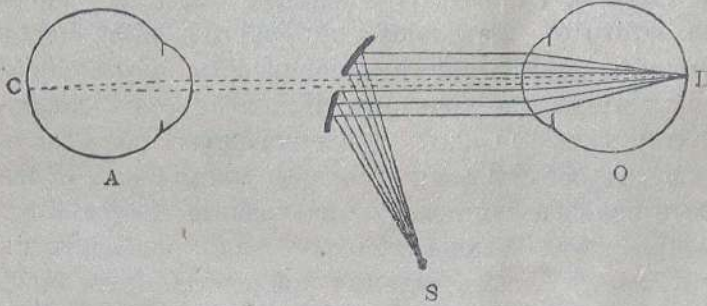


Рис. 266.

свѣтъ. Глазное зеркало или офтальмоскопъ разрѣшаетъ объ эти задачи. Офтальмоскопъ состоитъ изъ зеркала съ отверстіемъ посрединѣ (рис. 266).

При помощи зеркала въ наблюдаемый глазъ отбрасывается свѣтъ стоящей въ сторонѣ лампы S . Лучи,

исходящія изъ S , освѣщаютъ дно глаза O , выходятъ изъ него, попадаютъ въ наблюдаемый глазъ A и даютъ на ретинѣ C образъ ретины D .

Офтальмоскопъ позволяетъ видѣть дно глаза и поэтому составляетъ самое важное вспомогательное средство при діагнозѣ глазныхъ болѣзней. Кромѣ того, имъ можно пользоваться для изслѣдованія рефракціи глаза. Подробности объ употребленіи офтальмоскопа излагаются въ учебникахъ глазныхъ болѣзней.

А к к о м о д а ц і я г л а з а .

Ежедневный опытъ убѣждаетъ насъ, что глазъ можетъ отчетливо видѣть предметы, лежащіе на различныхъ разстояніяхъ отъ глаза. Согласно основнымъ законамъ оптики, изображеніе предметовъ въ глазу при перемѣщеніи предмета (приближеніи и удаленіи отъ глаза) должно также перемѣщаться (удаляться и приближаться къ роговицѣ). Изъ этого слѣдуетъ, что *при неизмѣняющейся рефракціи глаза* на ретинѣ получаютъ ясныя изображенія предметовъ, лежащихъ на строго опредѣленномъ разстояніи. Всѣ другіе предметы—болѣе близкіе и болѣе удаленные—не даютъ отчетливаго изображенія на сѣтчаткѣ; лучи, исходящія отъ этихъ предметовъ, сходятся или за сѣтчаткой, или предъ ней, и на сѣтчаткѣ получаютъ круги свѣторазсѣянія.

Послѣднее обстоятельство вполне подтверждается на живомъ глазу. Когда мы фиксируемъ взглядомъ какой-либо предметъ, всѣ прочіе предметы видятся неясно, давая круги свѣторазсѣянія. Но фиксировать, т. е. отчетливо видѣть, мы можемъ предметы, лежащіе на самыхъ различныхъ разстояніяхъ отъ глаза. Слѣдовательно, глазъ, подчиняясь законамъ сопряженныхъ фокусовъ (образованіе на сѣтчаткѣ отчетливаго образа только отъ фиксируемаго предмета), тѣмъ не менѣе въ состояніи мѣнять свою преломляющую способность (возможность фиксировать предметы, находящіеся на любомъ разстояніи отъ глаза). Доказательствомъ сказанному служатъ

слѣдующіе два опыта. Если мы возьмемъ, на примѣръ, кусочекъ тюля и, держа его между глазомъ и книгой, постараемся прочесть шрифтъ книги, мы перестаемъ видѣть сѣтку или видимъ ее очень неясно, какъ легкій туманъ. Наоборотъ, фиксируя глазомъ сѣтку, мы не въ состояніи читать шрифтъ, потому что онъ даетъ очень неясныя, расплывчатыя изображенія.

Другой опытъ принадлежитъ Шейперу. Передъ глазомъ ставится въ направленіи зрительной линіи линейка, на которой укрѣплены двѣ булавки на нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга (рис. 267).

Глазъ смотритъ черезъ ширму *СН*, въ которой продѣланы два отверстія, лежащія другъ отъ друга на разстояніи меньшемъ, чѣмъ діаметръ зрачка. Когда глазъ смотритъ на одну булавку (ближайшую или удаленную), другая булавка видится вдвойнѣ. Закрывая одно отверстіе въ ширмѣ, мы заставляемъ исчезнуть одинъ изъ двойныхъ образовъ. Притомъ, когда глазъ смотритъ на ближайшую булавку, то, закрывая, напр., лѣвое отверстіе, мы перестаемъ видѣть лѣвое же (т. е. одноименное) двойное изображеніе; наоборотъ, при фиксированіи глазомъ отдаленной булавки, закрывая отверстіе, мы заставляемъ исчезать разноименное изображеніе. Приведенная выше схема (рис. 267) поясняетъ сказанное.

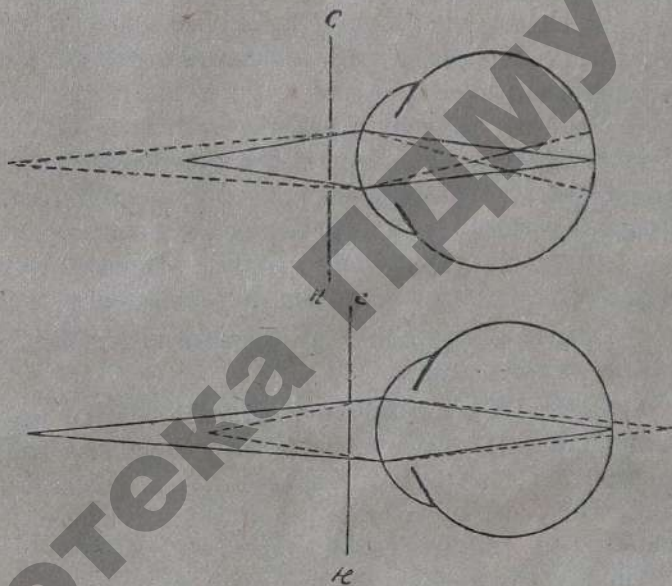


Рис. 267.

Нужно лишь прибавить, что объективное положеніе образа на сѣтчаткѣ не соответствуетъ той сторонѣ поля зрѣнія, въ которую мы относимъ этотъ образъ субъективно; всѣ тѣ предметы, которые даютъ свои изображенія въ лѣвой половинѣ сѣтчатки, мы проецируемъ въ правую половину поля зрѣнія и наоборотъ. По этой именно причинѣ и исчезаетъ одноименное изображеніе при фиксированіи ближайшей, и разноименное при фиксированіи отдаленной булавки.

Имѣя возможность видѣть отдаленные предметы, расположенные на различныхъ разстояніяхъ, глазъ долженъ обладать механизмомъ, позволяющимъ ему мѣнять свою преломляющую способность, приспособлять ее къ разстоянію. Эта функція глаза называется *аккомодацией*. Разсмотримъ ея механизмъ.

Въ мертвомъ глазу на ретинѣ получается отчетливое изображеніе безконечно отдаленныхъ предметовъ. Слѣдовательно, анатомическое устройство глаза таково, что на сѣтчаткѣ (въ главномъ фокусѣ) сходятся параллельные лучи. При приближеніи предмета къ глазу лучи становятся рас-

ходящимися; если бы рефракція глаза оставалась неизмѣнной, эти расходящіяся лучи послѣ преломленія въ глазу пересѣклись бы за сѣтчаткой. Для того, чтобъ свести ихъ на сѣтчатку, мы должны сдѣлать нѣкоторое произвольное аккомодационное усиліе, которое измѣнило бы оптическія условія глаза въ такомъ смыслѣ, чтобъ расходящіяся лучи могли пересѣкаться на сѣтчаткѣ. Теоретически эта цѣль можетъ быть достигнута различными путями, именно, или движеніемъ экрана (сѣтчатки) кзади (1 и 2) или усиленіемъ рефракціи глазъ (3 и 4). Удаленіе экрана кзади можетъ быть достигнуто:

1) путемъ отодвиганія сѣтчатки отъ хрусталика кзади;

2) путемъ движенія хрусталика впередъ, при чемъ такъ же, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, разстояніе между хрусталикомъ и сѣтчаткой увеличивается.

Усиленіе рефракціи глаза достигалось бы:

3) путемъ уменьшенія радіуса кривизны роговицы; преломляющая сила роговицы, а, слѣдовательно, и всего глаза при этомъ увеличилась бы, задній фокусъ укоротился бы и расходящіяся лучи могли бы сойтись на сѣтчаткѣ;

4) путемъ уменьшенія радіуса кривизны хрусталика; оптическое значеніе этого явленія было бы такое же, какъ и въ предыдущемъ случаѣ.

Опыты показываютъ, что первыя три возможности въ дѣйствительности не имѣютъ мѣста.

Допуская возможность удлиненія глазной оси путемъ отодвиганія сѣтчатки кзади (1), предполагали, что наружныя глазныя мышцы при своемъ сокращеніи сдвигаютъ глазное яблоко съ боковъ и такимъ путемъ удлиняютъ его ось. Но противъ этой теоріи говорятъ случаи полного паралича наружныхъ мышцъ глаза, при чемъ способность приспособляться къ разстояніямъ сохранялась въ полной мѣрѣ.

Предполагая, согласно второй возможности, что разстояніе между хрусталикомъ и сѣтчаткой увеличивается благодаря движенію хрусталика впередъ, мы также входимъ въ противорѣчіе съ фактическими данными. Вычисленіе показываетъ, что при аккомодации къ очень близкимъ предметамъ хрусталикъ долженъ былъ бы подвинуться впередъ на разстояніе вдвое больше противъ глубины передней камеры глаза, иначе говоря, хрусталикъ долженъ былъ бы въ буквальномъ смыслѣ слова выскочить изъ глаза.

Третья возможность опровергается опытомъ Юнга. Если бы радіусъ кривизны роговицы мѣнялся во время аккомодации, то мѣнялись бы и размѣры того образа Пуркинье, который отражается отъ роговицы. Опытъ показываетъ, что отраженное отъ роговицы изображеніе сохраняетъ во время аккомодации прежнюю величину.

Такимъ образомъ, уже путемъ исключенія мы приходимъ къ выводу, что аккомодация глаза вблизи должна происходить благодаря уменьшенію радіуса хрусталика. Но кромѣ этого отрицательнаго доказательства, въ пользу того же взгляда говоритъ и тотъ фактъ, что послѣ оперативнаго удаленія хрусталика (при снятіи катаракты) способность аккомодации утрачивается навсегда.

Что же именно происходитъ съ хрусталикомъ при аккомодации?

Наблюдая глазъ во время аккомодации сбоку и немного сзади, нетрудно замѣтить, что зрачекъ или, вѣрнѣе, передняя поверхность хрусталика (см. выше) подвигается при аккомодации впередъ. Точныя измѣренія показали, что хрусталикъ передвигается во время аккомодации на длину 0,4 мм.

Въ то же самое время толщина хрусталика увеличивается также на 0,4 мм. Уже одно это указываетъ, что задняя поверхность хрусталика при аккомодации остается совершенно неподвижной, а движеніе впередъ его передней поверхности зависитъ отъ того, что послѣдняя становится болѣе выпуклой, т. е. радиусъ ея кривизны уменьшается. Это подтверждается и непосредственнымъ опытомъ. Наблюдая облики Пуркинье, легко видѣть, что при аккомодации средней близкѣ, получающійся путемъ отраженія отъ передней поверхности хрусталика, уменьшается въ размѣрахъ. При неизмѣнной величинѣ объекта, бросающаго свое отраженіе, это уменьшеніе размѣровъ блика можетъ быть объяснено единственно только уменьшеніемъ радиуса кривизны передней поверхности хрусталика. Два крайнихъ блика (отъ роговицы и задней поверхности хрусталика) остаются неизмѣнными во время аккомодации; это доказываетъ, что кривизна роговицы и задней поверхности хрусталика не измѣняется.

Механизмъ измѣненія кривизны передней поверхности хрусталика выясняется на основаніи слѣдующихъ соображеній.

Измѣряя толщину хрусталика на трупѣ, легко убѣдиться, что здѣсь онъ всегда толще, чѣмъ въ живомъ глазу. Если же вынуть хрусталикъ изъ мертваго глаза и освободить отъ одѣвающей его капсулы, хрусталикъ утолщается еще болѣе. Выводъ отсюда тотъ, что по своему анатомическому устройству хрусталикъ долженъ быть толще, чѣмъ бываетъ въ живомъ глазу. Здѣсь хрусталикъ уплощенъ, сплюснутъ, во-первыхъ, благодаря одному тому, что онъ заключенъ въ капсулу (ср. утолщеніе хрусталика при освобожденіи отъ капсулы), а главнымъ образомъ благодаря тому, что края капсулы, выступающіе за край хрусталика (т. назыв. *Zonula Zinnii*), натянуты на цилиарные отростки и удерживаются ими въ напряженномъ состояніи. Поэтому на трупѣ, гдѣ напряженіе *Zonula Zinnii* ослабѣваетъ, хрусталикъ становится толще, чѣмъ въ живомъ глазу.

Такимъ образомъ хрусталикъ, заключенный въ капсулу и подвѣшенный къ цилиарнымъ отросткамъ при помощи Цинновой пленки, представляетъ собой упругое тѣло, сильно деформированное и стремящееся увеличиться въ толщину. Въ покойномъ состояніи онъ не можетъ этого сдѣлать, такъ какъ утолщенію хрусталика препятствуетъ напряженіе Цинновой пленки. Если бы напряженіе этой послѣдней ослабѣло, то это позволило бы деформированному хрусталику принять свойственную ему болѣе выпуклую форму. Механизмъ аккомодации и состоитъ въ уменьшеніи напряженія Цинновой пленки. Это осуществляется благодаря сокращенію цилиарной мышцы.

Цилиарной мышцей называются мышечные валики, образующіе собой главную часть цилиарныхъ отростковъ. Волокна этихъ мышечныхъ валиковъ идутъ въ различныхъ направленіяхъ, что и заставляетъ различать въ цилиарной мышцѣ три мускула съ различною функціей. Эти три мышцы имѣютъ слѣдующее направленіе:

- 1) меридіональная мышца—*m. tensor chorioideae*,
- 2) радіальная мышца,
- 3) экваторіальная мышца—т. назыв. мышца Мюллера.

Аккомодационной мышцей является *m. tensor chorioideae*. Его punctum fixum находится въ мѣстѣ соединенія склеры и роговицы. Сокращаясь, эта мышца укорачиваетъ цилиарные отростки и приближаетъ ихъ впередъ, къ роговицѣ.

Такъ какъ къ поверхности цилиарныхъ отростковъ приращена Циннова пленка, укрѣпленная другимъ своимъ краемъ на периферіи хрусталика, — очевидно, что при движеніи цилиарныхъ отростковъ впередъ, напряжение Цинновой пленки должно уменьшаться. Деформированный хрусталикъ получаетъ нѣкоторую свободу и становится болѣе выпуклымъ. Но это выпячиванье хрусталика происходитъ только на его передней поверхности, такъ какъ задняя поверхность упирается въ неподатливое стекловидное тѣло.

Такова теорія аккомодациі, предложенная Гельмгольцемъ и подтвержденная опытами Гензена, Чермака и Ландольта.

Именно, Гензень, втыкая въ цилиарное тѣло у кролика тонкія стеклянныя иглы, наблюдалъ движеніе этихъ иглъ при аккомодациі. Чермакъ обратилъ вниманіе, что при быстрой аккомодациі вблизи наблюдается субъективное свѣтовое ощущеніе (т. назыв. фосфень), которое сводится авторомъ на сотрясеніе, вызываемое сокращеніемъ цилиарной мышцы. Наконецъ, Ландольтъ наблюдалъ на больномъ, потерявшемъ всю радужную оболочку, что во время аккомодациі цилиарные отростки утолщаются и приближаются къ оси глаза.

Ощущеніе свѣта.

Разсмотрѣнныя до сихъ поръ составныя части глазного яблока имѣютъ цѣлью образовать на сѣтчатой оболочкѣ глаза ясное и точное изображеніе внѣшнихъ предметовъ. Но тотъ свѣтовой сигналъ, который благодаря оптическому устройству глаза посылается внѣшнимъ предметомъ на сѣтчатку, не можетъ самъ по себѣ дѣйствовать на зрительный нервъ, а, слѣдовательно, не можетъ и дойти до мозга, такъ какъ единственнымъ соединительнымъ путемъ, по которому идутъ импульсы отъ глаза къ мозгу, является *n. opticus*. Такимъ образомъ, элементы сѣтчатой оболочки (слѣй палочекъ и колбочекъ) служатъ для переработки свѣтового раздраженія, не дѣйствующаго на нервное волокно, въ новую форму энергіи (какую именно, неизвѣстно), способную раздражать волокна зрительнаго нерва. Доказательствомъ этому служитъ слѣдующій опытъ Мариотта.

Зажавши лѣвый глазъ, правымъ смотрятъ на крестъ, изображенный на рис. 268, и то удаляютъ, то приближаютъ голову къ бумагѣ. При нѣкоторомъ положеніи головы черный кругъ, помещенный на рис. 268 справа, перестаетъ быть видимымъ. Вычисленіе показываетъ, что въ этотъ моментъ изображеніе круга падаетъ какъ разъ на мѣсто вхожденія зрительнаго нерва въ сѣтчатку. Этотъ участокъ сѣтчатки состоитъ, какъ извѣстно, только изъ слоя нервныхъ воло-



Рис. 268.

конъ и оказывается неспособнымъ къ ощущенію свѣта; поэтому онъ называется *слѣпымъ пятномъ*. Наоборотъ, одинъ слой палочекъ и колбочекъ способенъ воспринимать свѣтовое раздраженіе; такъ, въ желтомъ пятнѣ сѣтчатка состоитъ исключительно изъ упомянутаго слоя, а между тѣмъ желтое пятно и есть наиболѣе чувствительное къ свѣту мѣсто сѣтчатки.

Въ связи съ размѣрами колбочки, какъ свѣтоощущающаго аппарата, стоитъ то наименьшее разстояніе, на которомъ должны находиться двѣ точки для того, чтобы онѣ воспринимались раздѣльно. Въ сѣтчатой оболочкѣ колбочки занимаютъ положеніе нормальное къ поверхности сѣтчатки, другими словами, въ центральныхъ частяхъ сѣтчатки длинная ось колбочки поставлена по направленію падающаго на сѣтчатку луча. Слѣдовательно, если смотрѣть на слой колбочекъ изнутри глаза, онъ представляется въ видѣ поверхности, усеянной маленькими, густо сидящими другъ около друга кружками. Эти кружки представляютъ собой оптическіе поперечные разрѣзы колбочекъ или ихъ наружныхъ члениковъ (такъ какъ, вѣроятно, только наружный членикъ колбочки воспринимаетъ свѣтовое раздраженіе).

Представимъ себѣ, что на такой поверхности рисуются образы двухъ точекъ, лежащія другъ отъ друга на разстояніи, превышающемъ поперечникъ одной колбочки. Очевидно, что эти двѣ точки будутъ восприниматься сознаніемъ раздѣльно, именно какъ двѣ отдѣльныя точки, раздѣленные промежуткомъ, потому что между двумя колбочками, на которыя падаютъ образы точекъ и которыя вслѣдствіе этого раздражаются свѣтомъ, лежитъ одна колбочка покойная, нераздражаемая, такъ какъ на нее не падаетъ никакого свѣтового образа. Очевидно далѣе, что если наши свѣтящіяся точки сблизятся между собою настолько, что образы ихъ упадутъ на двѣ сосѣднія колбочки, раздѣльность воспріятія точекъ исчезнетъ (рис. 269).

Хотя на сѣтчаткѣ и рисуются попережнему двѣ точки, но онѣ падаютъ на двѣ сосѣднихъ колбочки; слѣдовательно, для воспріятія это все равно, какъ если бы на обѣ со-

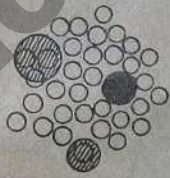


Рис. 269.

сосѣднія колбочки падалъ образъ одного большого свѣтового пятна. Поэтому, въ сознаніи двѣ точки, дающія образы на двухъ сосѣднихъ колбочкахъ, мы должны воспринимать, какъ одно свѣтовое пятно. Промежутокъ между свѣтовыми образами сталъ меньше элементовъ свѣтовоспринимающей мозаики, — и поэтому пропадаетъ для воспріятія.

Пользуясь вышеизложеннымъ разсужденіемъ, мы можемъ опредѣлить *поперечникъ свѣтовоспринимающаго элемента*. Въ самомъ дѣлѣ, уменьшая постепенно разстояніе между двумя точками, мы улавливаемъ моментъ, когда обѣ точки сливаются въ одну, а промежутокъ между ними исчезаетъ. Строя ходъ лучей отъ такихъ двухъ точекъ (А и В, рис. 270) до сѣтчатки, нетрудно вычислить, на какомъ разстояніи находятся другъ отъ друга образы (а и b) нашихъ точекъ въ тотъ моментъ, когда онѣ только что слились въ одну. Для этого надо знать 1) вышеприведенные размѣры глаза

и положеніе его узловыхъ точекъ, 2) разстояніе (AK) отъ узловой точки глаза до разсматриваемыхъ точекъ и ширину промежутка между точками въ моментъ ихъ сліянія въ одну (AB); вмѣсто двухъ послѣднихъ величинъ можно пользоваться просто величиной угла зрѣнія (α), подѣ которымъ водятся точки въ моментъ сліянія.

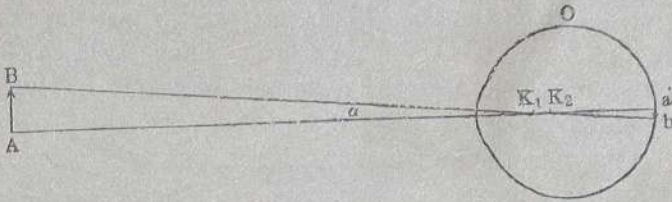


Рис. 270.

Опытъ показываетъ, что въ среднемъ раздѣльно видѣтъ уда-

ется двѣ точки, когда онѣ находятся подѣ угломъ зрѣнія въ 1 минуту. Вычисленіе показываетъ, что образъ на сѣтчаткѣ отъ предмета, видимаго подѣ угломъ въ 1 минуту, имѣетъ поперечникъ = 4 микронамъ. А наибольшій поперечникъ колбочки равенъ, въ среднемъ, 3 микронамъ. Слѣдовательно, опыты подтверждаютъ предыдущее разсужденіе: двѣ точки видятся раздѣльно только при томъ условіи, если между колбочками, на которыя падаютъ образы точекъ, лежитъ, по крайней мѣрѣ, одна нераздраженная свѣтомъ колбочка. Этотъ выводъ подтверждаетъ, въ свою очередь, что именно колбочка является свѣтовоспринимающимъ элементомъ сѣтчатки.

Сила способности глаза воспринимать мелкіе предметы носить названіе *остроты зрѣнія*. Мы видѣли, что, въ среднемъ, она равняется 1 минутѣ. Однако, наблюдается острота зрѣнія и значительно (напр., въ 8 разъ) выше, а также и ниже нормальной. Для изслѣдованія остроты зрѣнія употребляются таблицы Снеллена (рис. 271), на которыхъ изображены шрифты различной величины. Около каждого шрифта показано въ метрахъ разстояніе (D), съ котораго данный шрифтъ ясно различается нормальнымъ глазомъ. Именно съ этого разстоянія поперечникъ каждой линіи шрифта представляется подѣ угломъ въ 1 минуту, а вся буква подѣ угломъ въ 5 минутъ.

$D = 5.$



$D = 4.$



$D = 3.$



Рис. 271.

Таблицы Снеллена для разстоянія въ 3, 4 и 5 метр.

Разстояніе d (въ метрахъ), съ котораго испытуемый субъектъ читаетъ данный шрифтъ, дѣлать на разстояніе (D), съ котораго этотъ шрифтъ долженъ читаться нормальнымъ глазомъ; частное

$$V = \frac{d}{D}$$

и служить мѣрой остроты зрѣнія (аномаліи рефракціи должны быть предварительно исправлены очками).

Острота зрѣнія, измѣряемая угломъ въ 1 минуту, свойственна только центральнымъ частямъ сѣтчатки. Чѣмъ дальше къ периферіи, тѣмъ острота зрѣнія падаетъ все болѣе и болѣе, пока, наконецъ, на самыхъ крайнихъ частяхъ сѣтчатки не исчезаетъ всякая способность видѣнія предметовъ.

Для изучения функциональнаго состоянія сѣтчатки на всеѣ ея протяженіи предпринимають изслѣдованія *поля зрѣнія* при помощи т. назыв. периметра. Этотъ аппаратъ представляетъ собой дугу, раздѣленную на градусы и способную вращаться вокругъ полюса (рис. 272).

Больного сажаютъ передъ периметромъ такъ, чтобъ изслѣдуемый глазъ приходился въ центрѣ дуги, и, двигая по дугѣ бумажку, отмѣчаютъ, на какомъ градусѣ дуги бумажка исчезаетъ изъ поля зрѣнія. Такимъ же образомъ повторяють изслѣдованіе въ другомъ меридіанѣ глаза, и результаты наносятъ на діаграмму. Рис. 273-й представляетъ собой чертежъ поля зрѣнія нормальнаго глаза.



Рис. 272.

Периметръ.

Нормальное поле зрѣнія, какъ видно на рис. 273, приближается къ очертаніямъ круга только въ своей нижневаружной части; въ остальныхъ частяхъ, особенно сверху и въ

нижневнутреннемъ углу, поле зрѣнія глаза значительно сужено. Суженіе это отчасти зависитъ отъ выступовъ (носъ, надбровныя дуги), окружающихъ въ этихъ мѣстахъ глазницу. Однако, и независимо отъ этихъ выступовъ, поле зрѣнія простирается на неодинаковое разстояніе во всеѣхъ меридіанахъ глаза. Именно, послѣ исключенія вліянія кожныхъ выступовъ получаются слѣдующія цифры, показывающія въ градусахъ простираніе поля зрѣнія въ различныхъ меридіанахъ:

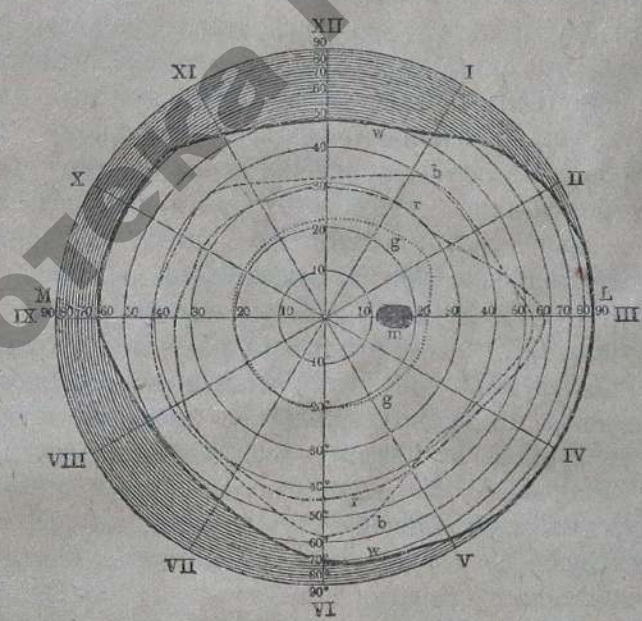


Рис. 273.

Поле зрѣнія по Гиррибергу.

L—внѣшняя, M—носовая часть поля зрѣнія. Крайняя граница w—обозначаетъ границу для бѣлаго свѣта. b—для голубого, r—для краснаго и g—для зеленаго. m—Меріоттово ояно.

- Кнутри 60°
- Кнаружи 90°
- Кверху 60°
- Книзу 70°

Законы смѣшенія цвѣтовъ.

Разнообразіе цвѣтныхъ оттѣнковъ, воспринимаемыхъ нами, должно сказать, безконечно. Въ спектрѣ, по даннымъ Кёнига, можно отличать до 160

отдѣльныхъ цвѣтныхъ тоновъ; таково число различныхъ простыхъ спектральныхъ цвѣтовъ. Если же присоединить сюда тѣ бесконечно разнообразныя комбинаціи, въ которыя эти основные спектральные цвѣта могутъ входить другъ съ другомъ, а также съ чернымъ и бѣлымъ цвѣтомъ, легко понять, что разнообразіе цвѣтныхъ нюансовъ, дѣйствительно, очень велико.

Согласно закону специфической энергии, если каждое цвѣтовое ощущеніе, каждый нюансъ дѣйствуетъ на глазъ, какъ таковой, мы должны признать, что на любой точкѣ сѣтчатки должны быть совмѣщены тысячи отдѣльныхъ специфическихъ волоконъ, изъ которыхъ каждое чувствительно къ одному какому-нибудь цвѣтовому оттѣнку. Это предположеніе, очевидно, абсурдно. Необходимо предположить, что бесконечное разнообразіе цвѣтныхъ оттѣнковъ сводится на небольшое число основныхъ цвѣтовъ, которые, комбинируясь между собой, и даютъ всю колоссальную скалу цвѣтовыхъ ощущеній.

При попыткѣ классифицировать цвѣтовые нюансы по ихъ физической причинѣ, мы прежде всего исключаемъ тѣ изъ нихъ, которые образуются изъ спектральныхъ цвѣтовъ благодаря примѣси бѣлаго и чернаго цвѣта. Черный цвѣтъ физически есть лишь отсутствіе свѣта. Поэтому, называя, напр., бурый цвѣтъ смѣсью желтаго и чернаго, въ сущности мы должны сказать, что бурый цвѣтъ образованъ смѣшеніемъ желтаго съ нулевой величиной. Чѣмъ больше мы возьмемъ желтаго цвѣта, тѣмъ нашъ нюансъ будетъ болѣе приближаться къ спектральному желтому цвѣту; наоборотъ, чѣмъ меньше возьмемъ мы (на ту-же единицу поверхности) желтаго цвѣта, тѣмъ болѣе нашъ оттѣнокъ будетъ приближаться къ коричневому. Слѣдов., смѣсь какого либо спектральнаго цвѣта съ чернымъ есть не что иное, какъ распредѣленіе на той же поверхности меньшаго количества спектральнаго цвѣта, т. е. *уменьшеніе интенсивности цвѣта*.

Оттѣнки, получаемые смѣшеніемъ спектральнаго цвѣта съ бѣлымъ, отличаются, какъ говорятъ, меньшей *насыщенностью* по сравненію со спектральнымъ цвѣтомъ; такъ, цвѣтъ неба есть ненасыщенный голубой цвѣтъ, цвѣтъ перьевъ канарейки—ненасыщенный желтый цвѣтъ.

Исключивши, такимъ образомъ, всѣ темные и свѣтлые нюансы, мы приходимъ къ спектральной скалѣ цвѣтовъ, въ которой, по опредѣленію Кёнига, содержится до 160 отдѣльныхъ цвѣтовъ. Но должны ли мы принять въ каждой точкѣ сѣтчатки присутствіе 160 отдѣльныхъ специфическихъ элементовъ? Опытъ показываетъ, что это не такъ. *Всю гамму цвѣтоощущеній можно объяснить, принимая въ сѣтчатку существованіе только трехъ цвѣтоощущающихъ элементовъ, такъ какъ каждаго спектральный оттѣнокъ можетъ быть (субъективно, въ смыслъ дѣйствія на нашъ глазъ) полученъ смѣшеніемъ въ той или иной пропорціи трехъ основныхъ цвѣтовъ.*

Не излагая здѣсь исторически различныхъ методовъ смѣшенія цвѣтовъ (такъ какъ все это извѣстно изъ физики), мы изложимъ лишь результаты этихъ опытовъ.

По отношенію къ явленіямъ смѣшенія цвѣтовъ въ спектрѣ можно ясно различать двѣ области. Первая охватываетъ собой красный, оранжевый и желтый цвѣта, вторая простирается отъ желтаго до фіолетоваго. Въ первой области любой изъ оттѣнковъ, расположенныхъ посрединѣ этой области,

можетъ быть полученъ смѣшеніемъ крайнихъ цвѣтовъ (краснаго и желтаго) въ различныхъ пропорціяхъ. Наоборотъ, начиная съ желтозеленаго цвѣта, ни одинъ изъ спектральныхъ оттѣнковъ нельзя получить смѣшеніемъ двухъ окружающихъ его (да и вообще какихъ бы то ни было двухъ) цвѣтовъ. Такъ, зеленый нельзя получить смѣшеніемъ спектральныхъ желтаго и голубого, синій нельзя получить смѣшеніемъ голубого и фіолетоваго и т. д. Въ этомъ состоитъ одно изъ характерныхъ свойствъ второй половины спектра. Другое важное свойство обѣ половины спектра обнаруживаютъ по отношенію другъ къ другу. Къ любому оттѣнку первой половины можно всегда подобрать оттѣнокъ изъ второй половины (и обратно), такъ чтобы эта пара при смѣшеніи давала бы бѣлый цвѣтъ. Слѣдов., такъ называемые дополнительные или комплементарные цвѣта находятся въ двухъ различныхъ частяхъ спектра. Единственное исключеніе представляетъ собой зеленый цвѣтъ, которому среди спектральныхъ цвѣтовъ нѣтъ дополнительнаго: дополнительнымъ цвѣтомъ къ зеленому служить т. назыв. пурпурный цвѣтъ, представляющій собой смѣсь краснаго и фіолетоваго.

Таблица дополнительныхъ цвѣтовъ.

Лѣвая часть спектра.

Красный
Оранжевый
Желтый
Желто-зеленый
Зеленый

Правая часть спектра.

Зелено-голубой
Голубой
Синій
Фіолетовый
(Пурпурный).

Въ приведенной таблицѣ въ одной колоннѣ сопоставлены различные оттѣнки изъ лѣвой части спектра; въ той же строчкѣ въ правой колоннѣ обозначенъ дополнительный къ данному оттѣнокъ изъ правой части спектра.

При помощи одного способа геометрическаго построенія всѣ законы смѣшенія цвѣтовъ могутъ быть выражены въ видѣ очень наглядной диаграммы.

Если на прямой линіи обозначить двѣ точки, отвѣчающія красному цвѣту, положимъ, фраунгоферовой линіи В, и желтому (D), то, согласно предыдущему, промежуточные цвѣта (напр., оранжевый) могутъ быть получены смѣшеніемъ этихъ двухъ компонентовъ. Представимъ себѣ, что для составленія извѣстнаго оттѣнка оранжеваго цвѣта требуется взять 5 частей краснаго и 3 части желтаго. Раздѣливши участокъ линіи между напесенными нами точками В и D на 8 частей и отложивши отъ точки В 5 такихъ частей, мы опредѣляемъ положеніе того оттѣнка, который соотвѣтствуетъ нашей смѣси. Подобнымъ же образомъ выстраиваются и всѣ другіе промежуточные цвѣта. Такимъ образомъ, лѣвая часть спектра (отъ зеленаго цвѣта) выстраивается въ видѣ прямой линіи (рис. 274).

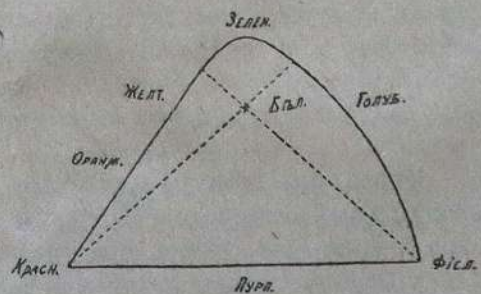


Рис. 274.

Въ зеленомъ цвѣтѣ линія дѣлаетъ изгибъ, такъ чтобы правая часть спектра образовала съ лѣвой нѣкоторый уголъ. Это необходимо для получения комплементарныхъ цвѣтовъ. Именно, соединяя, напр., на рис. 274 красный цвѣтъ съ зелено-голубымъ, мы получаемъ гдѣ нибудь на соединительной линіи бѣлый цвѣтъ, такъ какъ смѣшеніемъ комплементарныхъ краснаго и зелено-голубого получается именно бѣлый цвѣтъ. Но въ какомъ именно пунктѣ соединительной линіи придется чисто бѣлый цвѣтъ, этого мы еще не знаемъ, такъ какъ положеніе этого пункта зависитъ отъ относительныхъ количествъ краснаго и зеленоголубого цвѣтового тона. Можно опредѣлить точное положеніе бѣлаго цвѣта непосредственнымъ опытомъ, но можно того же достигнуть и построеніемъ. Именно, мы беремъ другую пару комплементарныхъ цвѣтовъ, напр., желто-зеленый и фіолетовый. На соединительной линіи между этими двумя цвѣтами также находится бѣлый цвѣтъ. Но такъ какъ въ нашей діаграммѣ каждый пунктъ обозначаетъ совершенно опредѣленный цвѣтовой оттѣнокъ, очевидно, что бѣлый цвѣтъ не можетъ находиться въ двухъ различныхъ мѣстахъ, онъ долженъ занимать *одно* опредѣленное положеніе. Слѣдовательно, находясь одновременно на обѣихъ соединительныхъ линіяхъ, бѣлый цвѣтъ неминуемо долженъ лежать на пересѣченіи ихъ. Въ заключеніе упомянемъ еще, что пурпурные тона различныхъ нюансовъ должны находиться на соединительной линіи между краснымъ и фіолетовымъ цвѣтомъ, такъ какъ пурпурный цвѣтъ получается смѣшеніемъ этихъ послѣднихъ.

Мы получаемъ такимъ образомъ замкнутую фигуру, но периметру которой расположены спектральные цвѣта и пурпуровый цвѣтъ. Двѣ стороны периметра прямолинейныя. Это значитъ, что всѣ оттѣнки между краснымъ и желто-зеленымъ, равно какъ различные нюансы пурпураваго цвѣта, могутъ быть получены смѣшеніемъ двухъ компонентовъ, помѣщенныхъ на концахъ этихъ прямыхъ линій. Третья, криволинейная сторона обозначаетъ, что смѣшеніемъ только двухъ спектральныхъ цвѣтовъ нельзя получить ни одного спектральнаго цвѣта, расположеннаго вдоль этой криволинейной части периметра. Чтобы получить лежащіе здѣсь цвѣтовые тона, приходится брать по крайней мѣрѣ 3 спектральныхъ цвѣта.

Внутри кривой (въ пунктѣ, обозначенномъ словомъ *Бѣл.*) лежитъ бѣлый цвѣтъ. Въ участкахъ, расположенныхъ между этимъ пунктомъ и периметромъ фигуры, расположены различныя смѣси спектральныхъ цвѣтовъ съ бѣлымъ, т. е. ненасыщенные спектральные цвѣта.

Т е о р і я ц в ѣ т о о щ у щ е н і я .

Итакъ, основной выводъ изъ опытовъ смѣшенія цвѣтовъ тотъ, что всѣ спектральные оттѣнки, а, слѣдовательно, всѣ вообще цвѣта, существующіе въ природѣ, могутъ быть получены смѣшеніемъ 3-хъ основныхъ цвѣтовъ. Какіе бы мы ни взяли 3 основныхъ цвѣта, это, въ сущности, безразлично. Но нѣкоторыя побочныя обстоятельства заставляютъ выбрать красный, зеленый и фіолетовый. Слѣдов., выводъ изъ опытовъ смѣшенія цвѣтовъ можно формулировать также слѣдующимъ образомъ. Ощущеніе, получаемое нами отъ любого спектральнаго цвѣта, можетъ быть получено

также и отъ смѣси въ различныхъ пропорціяхъ краснаго, зеленаго и фіолетоваго цвѣта. Можно поэтому предположить, что не всѣ спектральные цвѣта, неразлагаемые дальше физически, фізіологически также неразлагаемы. Ощущеніе краснаго, зеленаго и фіолетоваго такъ же просто и неразложимо, какъ простъ и неразложимъ физически красный, зеленый и фіолетовый цвѣтъ. Всѣ другіе спектральные отбѣнки просты только физически, фізіологическое же ощущеніе ихъ слагается изъ возбужденія красныхъ, зеленыхъ и фіолетовыхъ цвѣтоощущающихъ элементовъ, такъ какъ всѣ остальные простые спектральные цвѣта дѣйствуютъ на эти три цвѣтоощущающихъ элемента заразъ. Гельмгольцъ предполагаетъ, что въ глазу существуетъ 3 цвѣтоощущающихъ элемента, изъ которыхъ каждый возбуждается въ различной степени лучами различной длины волны. Одинъ изъ этихъ элементовъ возбуждается главнымъ образомъ длинными свѣтовыми волнами; это красный цвѣтоощущающій элементъ (1, рис. 275); другой всего сильнѣе возбудимъ лучами средней длины волны, т. е. зеленой частью спектра (2, рис. 275); наконецъ, третій всего возбудимѣе по отношенію къ короткимъ свѣтовымъ волнамъ (3, рис. 275).

На приведенной діаграммѣ надъ спектральной таблицей цвѣтовъ (*R, O, G, Gr, Bl, V*, т. е. красный, оранжевый, желтый, зеленый, синий, фіолетовый цвѣта) вычерчены 3 кривыя; верхняя изображаетъ собой возбудимость краснаго цвѣтоощущающаго элемента различными спектральными цвѣтами, средняя

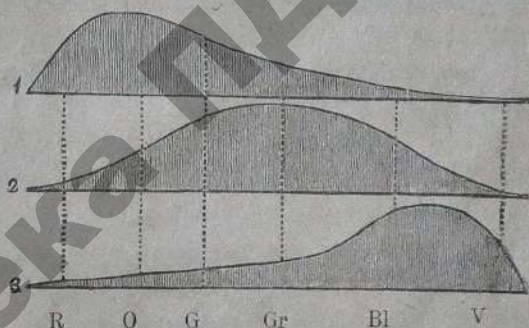


Рис. 275.

Раздражимость различныхъ цвѣтоощущающихъ элементовъ разными лучами спектра. (*R*—красный, *O*—оранжевый, *G*—желтый, *Gr*—зеленый, *Bl*—синий, *V*—фіолетовый).

соотвѣтствуетъ отношенію къ различнымъ спектральнымъ отбѣнкамъ зеленаго цвѣтоощущающаго элемента, нижняя кривая даетъ понятіе объ отношеніи къ спектру фіолетоваго цвѣтоощущающаго элемента. Изъ діаграммы слѣдуетъ, что, напр., желтый цвѣтъ (*G*) возбуждаетъ почти въ одинаковой степени красный и зеленый элементы и очень слабо фіолетовый элементъ; синий цвѣтъ (*Bl*) возбуждаетъ почти въ одинаковой мѣрѣ зеленый и фіолетовый и очень слабо красный цвѣтоощущающій элементъ и т. д.

Герингъ предложилъ другую теорію ощущенія цвѣтовъ. Исходнымъ пунктомъ этой теоріи служить слѣдующее психологическое замѣчаніе. Изъ всей гаммы цвѣтныхъ отбѣнковъ можно субъективно выдѣлить шесть, которые кажутся намъ лучше охарактеризованными, какъ бы основными. Это черный, бѣлый, красный, зеленый, желтый и голубой. Предполагая, что созвательному процессу, выхватывающему изъ всей суммы цвѣтныхъ тоновъ эти 6 основныхъ цвѣтовъ, долженъ соотвѣтствовать какой либо матеріальный процессъ въ глазу, Герингъ думаетъ, что основными элементами цвѣтоощущенія и являются перечисленные цвѣта, всѣ же прочіе отбѣнки являются въ результатъ совмѣстнаго дѣйствія даннаго цвѣтнаго свѣта на нѣсколько цвѣтоощущающихъ элементовъ. Такихъ цвѣтоощущающихъ эле-

ментовъ въ глазу Герингъ считаетъ 3; это—т. назыв. черно-бѣлое, красно-зеленое и желто-синее вещество. Всѣ эти вещества въ ретинѣ могутъ разлагаться и вновь восстанавливаться изъ продуктовъ распада. Процессъ разложенія этихъ зрительныхъ веществъ Герингъ называетъ процессомъ диссимилациіи или D-процессомъ, процессъ возстановленія — процессомъ ассимиляціи или A-процессомъ. Тотъ и другой (A и D) процессы сопровождаются сознательнымъ ощущеніемъ цвѣта. Бѣлый цвѣтъ дѣйствуетъ на черно-бѣлое вещество, вызываетъ въ немъ диссимилацию, черный цвѣтъ, наоборотъ, вызываетъ ассимиляцію. Красный цвѣтъ диссимилируетъ красно-зеленое вещество, зеленый вызывая въ немъ A-процессъ. Желтый цвѣтъ диссимилируетъ, синій—ассимилируетъ желто-синее вещество. То же самое въ схемѣ можно изобразить въ слѣдующемъ видѣ.

Физическая причина ощущенія.	Фотохимическій процессъ въ сѣтчаткѣ.		Ощущеніе.
Бѣлый цвѣтъ	D-процессъ	Ч.-Б. вещества	Бѣлаго цвѣта
Черный "	A- "	" "	Чернаго "
Красный "	D- "	К.-З.	Краснаго "
Зеленый "	A- "	" "	Зеленаго "
Желтый "	D- "	Ж.-С.	Желтаго "
Синій "	A- "	" "	Синяго "

При одновременномъ дѣйствіи на сѣтчатку краснаго и зеленаго цвѣта въ одинаковой мѣрѣ возбуждаются A- и D-процессы; въ результатъ мы не получаемъ вовсе цвѣтного ощущенія, а только ощущеніе бѣлаго цвѣта (обычно примѣшаннаго къ цвѣтнымъ оттѣнкамъ). То же самое относится къ одновременному дѣйствію на сѣтчатку желтаго и синяго цвѣта. Таково объясненіе комплементарныхъ цвѣтовъ съ точки зрѣнія Геринга. При одновременномъ дѣйствіи чернаго и бѣлаго цвѣта получается ощущеніе сѣраго цвѣта, которое соотвѣтствуетъ, такимъ образомъ, одинаковой интенсивности A- и D-процесса въ черно-бѣломъ веществѣ. Другіе цвѣтные оттѣнки, кромѣ вышепоименованныхъ, ощущаются благодаря одновременному дѣйствію на два или на всѣ три зрительныхъ вещества.

Рѣшить въ настоящее время, какая изъ двухъ изложенныхъ теорій болѣе соотвѣтствуетъ дѣйствительности, невозможно. Противъ той и другой существуютъ вѣскія возраженія, излагать которыхъ мы здѣсь не можемъ. Повидимому, однако, болѣе справедлива теорія Гельмгольца, съ точки зрѣнія которой мы и будемъ излагать теорію т. назыв. цвѣтной слѣпоты.

Цвѣтная слѣпота.

Существуетъ прирожденная аномалія зрѣнія, получившая названіе цвѣтной слѣпоты. Суцность этой аномаліи состоитъ въ томъ, что одинъ цвѣтоощущающій элементъ (красный или зеленый) отсутствуетъ. Вслѣд-

ствіе этого больные, страдающіе цвѣтной слѣпотой, видятъ цвѣта не такъ, какъ нормальные люди, хотя и обозначаютъ ихъ совершенно правильно.

Когда лицо, страдающее цвѣтной слѣпотой, разсматриваетъ спектръ, то весь онъ, въ сущности, представляется состоящимъ изъ двухъ половинъ, окрашенныхъ только въ два различныхъ цвѣта. Въ предѣлахъ лѣвой половины спектра больной различаетъ всѣ нюансы, отличаемые нормальнымъ глазомъ, и обозначаетъ ихъ правильными названіями, но всѣ эти нюансы ему представляются оттѣнками одного и того же цвѣта, и онъ отличаетъ, напр., желтый и оранжевый цвѣтъ одинъ отъ другого не качественно, какъ нормальные люди, а лишь количественно, какъ болѣе или менѣе яркіе оттѣнки одного и того же цвѣтного тона. Равнымъ образомъ и въ предѣлахъ другой половины спектра страдающій цвѣтной слѣпотой видитъ, въ сущности, только различной яркости оттѣнки одного и того же (но отличающагося отъ первой половины спектра) цвѣта. Посрединѣ между двумя половинами спектра лежитъ т. назыв. нейтральный пунктъ, который у различныхъ дальтонистовъ ¹⁾ лежитъ въ различныхъ мѣстахъ спектра. Этотъ пунктъ въ спектрѣ представляется дальтонистамъ въ видѣ сѣровато-бѣлаго оттѣнка. Цвѣтные оттѣнки лѣвой и правой половины спектра для дальтониста блѣднѣютъ мало-по-малу, начиная отъ концовъ спектра по направленію къ нейтральному пункту.

Какъ сказано выше, дальтонизмъ сводится на отсутствіе одного цвѣтоощущающаго элемента. Поэтому глазъ дальтонистовъ, въ отличіе отъ нормальнаго трихроматическаго глаза, называется дихроматическимъ. По той же причинѣ для дальтониста всѣ цвѣтные оттѣнки можно получить смѣшеніемъ только двухъ основныхъ цвѣтовъ, въ то время какъ у нормальныхъ людей для этого требуется не менѣе 3 цвѣтовъ.

Положеніе нейтральнаго пункта въ спектрѣ позволяетъ опредѣлить, какого именно цвѣтоощущающаго элемента недостаетъ у дальтониста. Для этого пользуются вышеприведенной таблицей цвѣтовъ нормальнаго глаза. Этой таблицей можно пользоваться и для дальтониста, потому что всѣ тройныя смѣси нормальнаго глаза годны для дальтониста ²⁾, какъ это доказывается непосредственнымъ опытомъ.

Проведя, по общимъ правиламъ для отысканія дополнительнаго цвѣта, соединительную линію отъ нейтральнаго пункта дальтонистовъ черезъ бѣлый цвѣтъ до противоположной стороны треугольника, мы получаемъ комплементарный цвѣтъ къ нейтральному пункту; этотъ цвѣтъ, какъ и самъ нейтральный пунктъ, не долженъ давать цвѣтного ощущенія, потому что ихъ смѣсь (бѣлый цвѣтъ) тоже не даетъ цвѣтного ощущенія. Такимъ путемъ, для одного разряда дальтонистовъ мы получаемъ, что пунктъ *B* (рис. 276) и пунктъ *T* ими не ощущается какъ цвѣтной тонъ. Но пункту *B* соответствуетъ у нормальнаго человѣка красный цвѣтоощущающій элементъ; слѣ-

¹⁾ Цвѣтная слѣпота называется также *дальтонизмомъ*, по имени англійскаго физика Дальтона, впервые описавшаго цвѣтную слѣпоту, которой, между прочимъ, страдалъ и онъ.

²⁾ Это вполне понятно, потому что третій основной цвѣтъ (положимъ, зеленый) дальтонистомъ все равно не ощущается.

довательно, у даннаго разряда дальтонистовъ этотъ именно элементъ и отсутствуетъ. У другого разряда дальтонистовъ не даютъ цвѣтнаго оттѣнка нейтральный пунктъ S и комплементарный къ нему Q . Но пункту S соответствуетъ въ нормальномъ глазу зеленый цвѣтосущающій элементъ; этотъ послѣдній, слѣдовательно, въ данномъ случаѣ и отсутствуетъ.

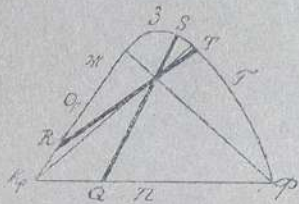


Рис. 276.

Для клиническаго изслѣдованія цвѣтной слѣпоты нельзя пользоваться опросомъ больного, такъ какъ обозначеніе цвѣтовъ у дальтониста иногда бываетъ правильное. Но такъ какъ для него въ дѣйствительности существуетъ только 2 основныхъ

цвѣта и ихъ оттѣнки, то, если дать ему нѣсколько окрашенныхъ клочковъ бумаги и попросить подобрать къ какому-нибудь цвѣту его оттѣнки, дальтонистъ подбираетъ къ нему качественно различные цвѣта, кажущіеся ему отличными лишь количественно, какъ нюансы одного цвѣта.

Наконецъ, существуетъ еще одинъ рѣдкій случай цвѣтной слѣпоты, когда въ глазу отсутствуютъ все цвѣтосущающіе элементы и остается лишь элементъ, воспринимающій свѣтъ и тѣнь. Въ этомъ случаѣ человекъ теряетъ, вообще, способность различать какіе бы то ни было цвѣта; все они кажутся ему болѣе или менѣе сѣрыми, для него существуетъ лишь свѣтъ и тѣнь, и весь міръ представляется ему какъ гравюра, отпечатанная черной краской.

Впрочемъ, такое состояніе глаза свойственно не только дальтонистамъ. Лица съ ненормальнымъ зрѣніемъ въ нѣкоторыхъ условіяхъ также теряютъ способность различать цвѣта и получаютъ отъ всехъ вѣшнихъ предметовъ исключительно безцвѣтные ощущенія, т. е. ощущенія свѣта и тѣни. Это имѣетъ мѣсто при сильномъ ослабленіи свѣта, попадающаго въ глазъ, напр., въ глубокихъ сумеркахъ или въ сильно затѣвленной комнатѣ.

Послѣ того, какъ глазъ переходитъ отъ освѣщеннаго помѣщенія въ очень темную комнату, онъ сначала не видитъ ничего. Но затѣмъ, мало-помалу, онъ приобретаетъ способность различать предметы, или, какъ говорятъ, приспособляется, адаптируется въ темнотѣ. Зрѣніе адаптированнаго глаза значительно отличается отъ обычнаго зрѣнія. Какъ уже сказано, адаптированный глазъ не различаетъ цвѣтныхъ оттѣнковъ; поэтому спектр представляется такому глазу въ видѣ сплошной сѣровато-бѣлой полосы. Далѣе, нормальный глазъ смотритъ, главнымъ образомъ, своимъ желтымъ пятномъ (наиболѣе чувствительное къ свѣту мѣсто сѣтчатки); мы поворачиваемъ голову и глаза такимъ образомъ, чтобъ изображеніе разсматриваемаго предмета упало на fovea centralis retinae. Наоборотъ, въ адаптированномъ глазу чувствительность къ свѣту желтаго пятна падаетъ почти до нуля, и для зрѣнія въ темнотѣ мы пользуемся преимущественно периферическими частями сѣтчатки.

Это послѣднее обстоятельство даетъ ключъ къ пониманію всего явленія. Оно указываетъ, что въ темнотѣ мы ощущаемъ свѣтъ при помощи другихъ анатомическихъ элементовъ сѣтчатки, чѣмъ на свѣту. Въ самомъ дѣлѣ, желтое пятно, какъ извѣстно, отличается по своему микроскопическому строенію отъ периферическихъ частей сѣтчатки въ томъ отношеніи,

что *fovea centralis* совершенно лишена палочекъ, наружный слой сѣтчатки желтаго пятна содержитъ исключительно колбочки. Прямой выводъ отсюда тотъ, что на свѣту мы видимъ при помощи колбочекъ, а въ полутьмѣ при помощи палочекъ.

Въ палочкахъ уже давно обнаружено присутствіе вещества, способнаго химически измѣняться при дѣйствіи свѣта. Это т. назыв. *зрительный пурпуръ*, имѣющій въ темнотѣ розовую окраску, а на свѣту превращающійся въ соединеніе бѣлаго цвѣта. Вскрывая (при свѣтѣ натріеваго пламени) сѣтчатку глаза животнаго, долгое время бывшаго въ темнотѣ, легко убѣдиться, что сѣтчатая оболочка имѣетъ розовый цвѣтъ. Однако, на свѣту она очень быстро бѣлѣетъ; если же высушить сѣтчатку въ колоколѣ надъ сѣрной кислотой, розовый цвѣтъ сохраняется и на свѣту. Такимъ путемъ можно дѣлать при помощи зрительнаго пурпура настоящіе фотографическіе снимки (оптограммы), фиксируя глазъ передъ какой-либо свѣтлой фигурой (напр., бѣлый крестъ на черномъ фонѣ) и закрѣпляя полученное на сѣтчаткѣ изображение (бѣлый крестъ на розовомъ фонѣ) высушиваньемъ.

Выбѣленная свѣтомъ сѣтчатка, если оставить глазъ на нѣкоторое время въ темнотѣ, вновь восстанавливаетъ свою окраску. Можно даже восстановить нормальную окраску отдѣленной отъ глаза сѣтчатки, если оставить послѣднюю на нѣкоторое время въ темнотѣ, положивши ее на ея обычное мѣсто въ глазу, т. е. привести въ соприкосновеніе съ т. назыв. пигментнымъ эпителиемъ, прикрывающимъ сѣтчатку снаружи. Эти опыты показываютъ, что зрительный пурпуръ, разрушаясь подъ вліяніемъ свѣта, можетъ регенерироваться особенно легко въ темнотѣ. Дѣятелемъ, вызывающимъ регенерацію зрительнаго пурпура, является пигментный эпителий сѣтчатки. Послѣдній, въ зависимости отъ освѣщенія, въ нормальномъ глазу слегка перемѣщается. Именно, на свѣту пигментированные отростки клѣтокъ эпителия проникаютъ глубоко въ слой палочекъ и колбочекъ, а въ темнотѣ эти отростки, сокращаясь, приближаются къ тѣлу эпителиальной клѣтки, гдѣ и скопляется теперь пигментъ.

Движеніе глазъ.

Глазъ расположенъ въ глазницѣ очень подвижно. Конусообразная полость глазницы обильно выстлана жировой подкладкой, охватывающей заднее полушаріе глазного яблока. Благодаря такому положенію, шаровидное глазное яблоко, помѣщающееся въ полушаровидной полости, съ геометрической точки зрѣнія имѣетъ возможность двигаться въ самыхъ разнообразныхъ направленіяхъ. Однако, эта возможность суживается въ силу того, во-первыхъ, что движущей силой для глазного яблока служатъ шесть наружныхъ глазныхъ мышцъ. Слѣдовательно, направленіе и размахъ вращеній глазного яблока опредѣляются направленіемъ и силой тяги этихъ мышцъ. Во-вторыхъ, глазное яблоко, хотя и слабо, но все же соединено съ окружающими частями соединительно-тканными тяжами, которые, натягиваясь, препятствуютъ чрезмѣрно большимъ экскурсіямъ глаза. Такимъ образомъ, геометрическая возможность вращаться въ любомъ направленіи и на любой уголъ уже ограничена анатомическими условіями. Но и не всѣ

внутри какъ разъ вокругъ теоретической координатной оси, проходящей вертикально въ сагитальной плоскости. Ось вращения глаза при дѣйствіи верхней и нижней прямой мышцы глаза (RR', рис. 277) немного уклоняется отъ оси xh' , ось вращения при сокращеніи косыхъ мышцъ (OO', рис. 277) уклоняется какъ отъ оси xh' , такъ и отъ оси yy' .

Можно различать три основныхъ движенія глазного яблока, именно: 1) подъемъ и опусканіе, 2) поворотъ кнаружи и внутрь и 3) вращеніе вокругъ оси yy' , при чемъ роговица вращается, какъ колесо. Нижеслѣдующая таблица показываетъ относительные моменты вращенія въ перечисленныхъ трехъ направленіяхъ для различныхъ глазныхъ мышцъ.

Относительные моменты вращенія глазныхъ мышцъ.

	Поворотъ кнаружи (+) и внутрь (-)	Подъемъ (+) и опусканіе (-)	Вращеніе вокругъ оси yy' ¹⁾
Rectus externus	+6	-	-
Rectus internus	-6	-	-
Rectus superior	-	+4	-1
Rectus inferior	-	-5	+1,5
Obliquus superior . . .	-	-2	-2
Obliquus inferior . . .	-	+2	+2

Это значитъ, что дѣйствіе наружнаго и внутренняго прямого мускула энергичнѣе каждой другой мышцы въ отдѣльности. Нижняя прямая съ большей силой опускаетъ глазъ, чѣмъ его поднимаетъ верхняя прямая. Главное дѣйствіе верхней и нижней прямыхъ состоитъ въ подъемѣ и опусканіи глазного яблока. Вращеніе вокругъ оси yy' , сопровождающее подъемъ и опусканіе глаза при сокращеніи этихъ мышцъ, составляетъ лишь одну пятую часть всей ихъ работы. Наоборотъ, у косыхъ мышцъ энергія сокращенія распределяется поровну между подъемомъ (resp. опусканіемъ) и вращеніемъ вокругъ зрительной оси. Диаграмма на рис. 278 изображаетъ тѣ же отношенія графически.

Наконецъ, существуютъ приборы, носящіе названіе офтальмотроповъ и изображающіе собой модель глазныхъ яблокъ съ ихъ наружными мышцами.

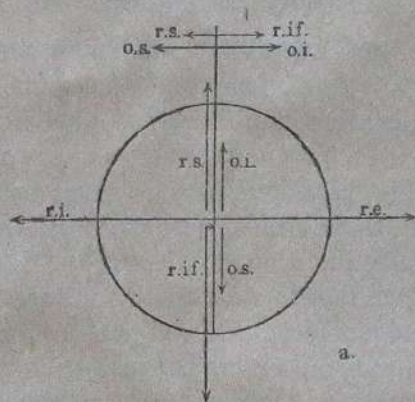


Рис. 278.

r. s.—rectus superior; r. if.—rectus inferior; r. e.—rectus externus; r. i.—rectus internus; o. s.—obliquus superior; o. i.—obliquus inferior.

¹⁾ Вращеніе глаза считается положительнымъ тогда, когда верхній конецъ вертикальнаго меридіана роговицы вращается въ ту же сторону, какъ стрѣлка часовъ, на которую глазъ смотритъ.

Послѣднія представлены въ видѣ нитей разнаго цвѣта, перекинутыхъ на заднемъ концѣ черезъ блокъ и соединенныхъ съ грузами (рис. 279).

Потягивая за задній конецъ нити, можно видѣть, какое движеніе прѣдлываетъ глазное яблоко при изолированномъ сокращеніи каждой мышцы.

Наоборотъ, двигая прямо рукой глазное яблоко, можно видѣть, какія мышцы при этомъ сокращаются (грузы опускаются).

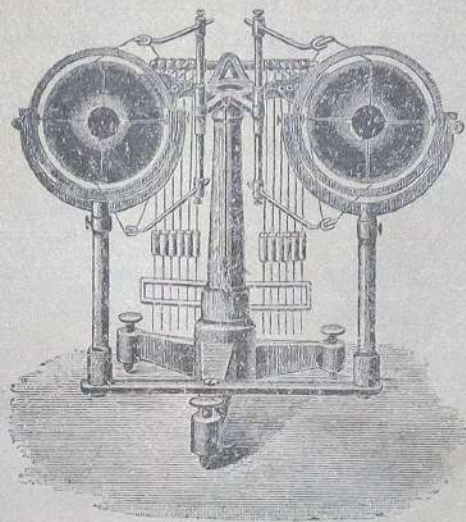


Рис. 279.
Офтальмотропъ.

вокругъ переднезадней оси. Для того, чтобы противодѣйствовать этому вращенію, при поднятіи и опусканіи глазъ прямо кверху и прямо книзу требуется совмѣстное дѣйствіе верхней (resp. нижней) прямой мышцы съ нижней (resp. верхней) косою мышцею. Физиологическая особенность движенія глазъ выражается въ слѣдующихъ законахъ Кистинга.

При изученіи движенія глазъ въ томъ видѣ, какъ они происходятъ въ дѣйствительности, наибольшее вниманіе приходится обращать: 1) на положеніе той линіи (взорная линія), которая соединяетъ центръ вращенія глаза съ рассматриваемымъ предметомъ; 2) на положеніе вертикальнаго меридіана сѣтчатой оболочки; этимъ именемъ называется меридіанъ, занимающій въ сѣтчаткѣ вертикальное положеніе при т. назыв. первичномъ положеніи взорныхъ линій. Первичнымъ положеніемъ взорныхъ линій называется то положеніе, которое онѣ занимаютъ, когда глаза устремлены прямо впередъ и смотрятъ на безконечно удаленные предметы, такъ что зрительныя оси параллельны другъ другу.

Какъ сказано, насъ интересуютъ, главнѣйшимъ образомъ, тѣ передвиженія глазъ, которыя связаны съ перемѣщеніями взорной линіи внутри взорнаго поля, потому что только эти движенія употребляются человекомъ при взглядѣ на различные предметы, окружающіе его. Эти движенія могутъ сопровождаться другими; такъ, многія изъ нихъ сопровождаются вращеніями глаза вокругъ взорной линіи. Но это уже есть побочное явленіе, которое приходится рассматривать потому, что оно неразрывно связано съ большинствомъ взорныхъ движеній. Мы же, въ главѣ о зрѣніи, будемъ рассматривать только взорныя движенія и ихъ законы. Различныя другія

движенія глазъ, напр., самостоятельное вращеніе глазныхъ яблокъ, независимое отъ взорныхъ движеній (т. н. нистагмъ), остаются безъ разсмотрѣнія.

Мы остановились на этомъ пунктѣ для того, чтобы читатель опредѣленно представилъ себѣ, съ чѣмъ именно мы будемъ имѣть дѣло. Надо вообразить, что чрезъ центръ вращенія глаза выходитъ изъ глаза и идетъ къ разсматриваемому предмету невѣсомый рычагъ—взорная линія. Когда глазъ поворачивается къ какому либо предмету, онъ переноситъ, вращаясь вокругъ своего центра, этотъ рычагъ—взорную линію—съ одного предмета на другой и какъ бы ощупываетъ все окружающее пространство при помощи взорной линіи, какъ слѣпой ощупываетъ окружающіе предметы палкой. Только такія (взорныя) движенія глаза и будемъ мы имѣть въ виду въ послѣдующемъ изложеніи.

Законы, управляющіе взорными движеніями, касаются, главнымъ образомъ, сопутствующихъ вращеній глаза вокругъ взорной линіи. Они выражаются слѣдующими положеніями (Гельмгольцъ):

„Среди различныхъ положеній глаза есть одно, исходя изъ котораго, глазъ при движеніи прямо кверху и книзу, горизонтально направо или налево не испытываетъ вращенія вокругъ зрительной оси. Это положеніе носитъ названіе первичнаго положенія взорной линіи. Такимъ образомъ, исходя изъ первичнаго положенія какъ при подниманіи и опусканіи глазъ (безъ одновременнаго поворота въ стороны), такъ и при поворотѣ въ стороны (безъ одновременнаго подъема или опусканія ихъ), мы не вызываемъ сопутствующаго вращенія глаза вокругъ зрительной оси.

То положеніе взорной плоскости (плоскость, проведенная чрезъ обѣ взорныя линіи), которое соответствуетъ первичному положенію обѣихъ взорныхъ линій, мы называемъ первичнымъ положеніемъ взорной плоскости.

При приподнятѣмъ кверху положеніи взорной плоскости каждое боковое движеніе вправо вызываетъ вращеніе глаза вокругъ взорной линіи влѣво, движеніе глаза влѣво сопровождается вращеніемъ глаза вокругъ оси вправо.

При опущенномъ книзу положеніи взорной плоскости, наоборотъ, движеніе вправо сопровождается вращеніемъ глаза вправо, движеніе влѣво—вращеніемъ глаза влѣво.

Другими словами, вертикальный меридіанъ сѣтчатой оболочки остается параллельнымъ самому себѣ только при движеніяхъ изъ первичнаго положенія прямо кверху, прямо книзу, горизонтально направо и горизонтально налево. При всѣхъ прочихъ движеніяхъ глазъ изъ первичнаго положенія и при всѣхъ движеніяхъ изъ всѣхъ вторичныхъ положеній (т. е. изъ всѣхъ прочихъ, за исключеніемъ первичнаго) горизонтальный меридіанъ сѣтчатой оболочки испытываетъ вращеніе, слѣдовательно, и все глазное яблоко вращается при этомъ вокругъ взорной линіи.

Направленіе вращенія вертикальнаго меридіана и величина этого сопровождающаго вращенія строго сообразуется съ величиной и направлениемъ основнаго движенія глаза. Благодаря этому, каждому вторичному положенію глаза свойственно совершенно опредѣленное (по объему и направленію) вращеніе глазного яблока вокругъ взорной линіи.

Этотъ законъ доказывается при помощи наблюденія отрицательныхъ слѣдовъ при измѣненіи положенія глазъ. Для производства опыта фикса-

рують глазами въ теченіе нѣкотораго времени красную вертикальную черту на сѣромъ фонѣ, а затѣмъ дѣлають глазами движеніе по фону въ томъ или другомъ направленіи: на фонѣ вырисовывается зеленоватый отрицательный слѣдъ черты; по положенію этого слѣда судять о положеніи вертикальнаго меридіана сѣтчатки.

Рис. 280 показываетъ, что, исходя изъ первичнаго положенія глазъ, мы получаемъ вертикальный слѣдъ красной черты (*pp*) только въ томъ случаѣ, когда двигаемъ глазъ или прямо кверху или прямо книзу, или горизонтально вправо, или горизонтально влево. При всѣхъ другихъ положеніяхъ слѣдъ наклоняется на больший или меньшій уголъ въ ту или другую сторону; говоря иначе, всѣ другія взорныя движенія глазъ сопровождаются вращеніемъ ихъ вокругъ взорной линіи.

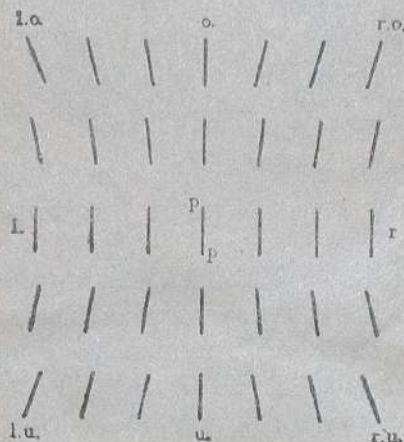


Рис. 280.

Положеніе вертикальнаго слѣда при различныхъ поворотахъ глазъ изъ первичнаго положенія (*pp*).

Надо замѣтить, что описанное наклоненіе вертикальнаго меридіана (вращеніе глаза) не имѣетъ большого значенія, такъ какъ въ ясно выраженной формѣ оно проявляется только при сильныхъ вращеніяхъ взгляда въ стороны, на практикѣ же мы почти не употребляемъ такихъ сильныхъ вращеній, предпочитая оставлять глаза въ первичномъ или близкомъ къ первичному положеніи, а вмѣсто глазъ поворачивая, когда нужно, голову.

Оба глаза нормально движутся согласно, какъ парный органъ. Среди этихъ ассоціированныхъ движеній глазъ отмѣтимъ 1) подъемъ и опусканіе, 2) поворотъ вправо и влево, 3) сведеніе (конвергенція) глазныхъ осей на рассматриваемомъ предметѣ, 4) конвергенцію, произвольно сопровождающую аккомодацию. Это послѣднее движеніе наблюдается даже тогда, когда мы смотримъ однимъ глазомъ, а другой держимъ закрытымъ: закрытый глазъ продѣлываетъ тѣмъ не менѣе движеніе конвергенціи.

Бинокулярное зрѣніе. Несмотря на то, что обычно мы пользуемся для зрѣнія двумя глазами, слѣдовательно, получаемъ отъ cadaго вѣшняго предмета два изображенія, мы видимъ предметы одиночными. А между тѣмъ, если отклонить одно глазное яблоко отъ его нормальнаго положенія давлениемъ на склеру, или если поставить передъ однимъ глазомъ стеклянную призму такъ, чтобъ изображеніе предметовъ въ этомъ глазу получилось на необычныхъ мѣстахъ сѣтчатки,—въ обоихъ этихъ случаяхъ мы начинаемъ видѣть предметы вдвойнѣ. Такимъ образомъ, мы имѣемъ возможность одиночно видѣть предметы только въ томъ случаѣ, когда изображенія ихъ падаютъ въ обоихъ глазахъ на строго соответствующіе другъ другу пункты. Такія соответствующія другъ другу пары пунктовъ должны быть раскинуты по всей поверхности той и другой сѣтчатки; идентичными являются не только желтыя пятна, а и вся периферія сѣтчатки, такъ какъ всѣ, вообще, предметы, лежащіе въ нашемъ полѣ зрѣнія—центральные и

периферическіе — видятся нами одиночно. Опытъ показываетъ, что идентичными пунктами сѣтчатки будутъ какъ разъ тѣ ея пункты, которые анатомически соотвѣтствуютъ другъ другу. Такимъ образомъ, передвинувши мысленно сѣтчатку лѣваго глаза вправо, мы заставимъ одну сѣтчатку упасть на другую, при чемъ лѣвое желтое пятно наляжетъ на правое; на всемъ остальномъ протяженіи сѣтчатокъ идентичныя точки при этомъ положеніи упадутъ другъ на друга. Такимъ образомъ, благодаря идентичности соотвѣтствующихъ мѣсть сѣтчатки, мы пользуемся нашими двумя глазами, какъ единымъ органомъ, который называютъ иногда двойнымъ или циклопическимъ глазомъ. Последнее названіе не есть простая метафора. Опытъ показываетъ, что предметы внѣшняго пространства, видимые нами двумя глазами, мы проецируемъ вовсе не въ тотъ пунктъ, гдѣ находятся эти предметы въ дѣйствительности, т. е. не по зрительной линіи праваго или лѣваго глаза, который въ дѣйствительности эти предметы видитъ, а по зрительной линіи того воображаемаго циклопическаго глаза, который лежитъ посрединѣ между правымъ и лѣвымъ глазомъ.

Представимъ себѣ, что передъ глазами L и R (рис. 281) находится стекло окна ff' , на которомъ сдѣланы черныя мѣтки p и p' . Глаза фиксируютъ мѣтку p . На продолженіи зрительной линіи праваго глаза, въ точкѣ e находится будка; на продолженіи зрительной линіи лѣваго глаза, въ b , стоитъ дерево. Опытъ показываетъ, что и будка и дерево будутъ казаться намъ не на ихъ дѣйствительномъ мѣстѣ, а прямо за пунктомъ p , въ одной и той же точкѣ S_1 , т. е. на зрительной линіи циклопическаго глаза SS_1 . Изображеніе пункта p' , падая не на центральныя, но тѣмъ не менѣе идентичныя точки обѣихъ сѣтчатокъ, также будетъ видѣться одиночно; предметы a и c , лежащіе на продолженіи направляющихъ ¹⁾ линій Lp' и Rp' , кажутся вновь лежащими въ одномъ пунктѣ S_2 , т. е. на направляющей линіи циклопическаго глаза SS_2 . Словомъ, „каждой парѣ соотвѣтствующихъ направляющихъ линій въ пространствѣ отвѣчаетъ одна единственная направляющая линія, на которой мы и видимъ все, что лежитъ на дѣйствительныхъ направляющихъ линіяхъ“ (Герингъ).

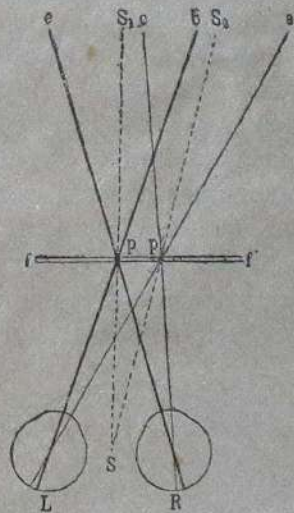


Рис. 281.

Циклопическимъ глазомъ (или бинокулярнымъ зрѣніемъ) мы имѣемъ возможность оцѣнивать третье измѣреніе пространства. Предметы внѣшняго міра, разсматриваемые однимъ глазомъ, представляются намъ лежащими на поверхности, приближающейся къ плоскости; оцѣнить сколько нибудь точное разстояніе предмета отъ глаза при монокулярномъ зрѣніи мы не въ состояніи. Слѣдов., при монокулярномъ зрѣніи мы оцѣниваемъ только два измѣренія пространства (длину и ширину). Третье измѣреніе (глубина, или разстояніе отъ глаза) оцѣнивается только при бинокулярномъ зрѣніи.

¹⁾ Направляющей линіей называется линія, соединяющая данный предметъ съ сѣтчаткой глаза и проходящая черезъ узловой пунктъ редуцированнаго глаза.

Сигналами, служащими для опредѣленія разстоянія предмета отъ глаза, являются:

- 1) конвергенція глазъ,
- 2) бинокулярный параллаксъ.

Чѣмъ ближе къ глазу лежитъ разсматриваемый нами предметъ, тѣмъ больше приходится намъ сводить глазныя оси, чтобы видѣть этотъ предметъ ясно, т. е. чтобы изображенія его въ обоихъ глазахъ упали на желтыя пятна. И вотъ мѣра этого сведенія глазъ (конвергенція), оцѣниваемая при помощи мышечнаго чувства наружныхъ глазныхъ мышцъ, и позволяетъ намъ судить объ удаленіи предмета. Это доказывается, между прочимъ, слѣдующимъ опытомъ. Разсматривая какой-либо предметъ, поставимъ передъ каждымъ глазомъ призму основаніемъ кнаружи, а преломляющимъ ребромъ вертикально. При этомъ старыя направленія зрительныхъ линій отклонятся призмой кнаружи отъ предмета, и для того, чтобы свести ихъ вновь на фиксируемомъ предметѣ, мы должны усилить нашу конвергенцію. Въ результатъ, мы увидимъ, какъ будто бы предметъ приближается къ намъ; это субъективное ощущеніе можетъ зависѣть только отъ усиленія конвергенціи, такъ какъ объективно разстояніе предмета при этомъ, разумѣется, не измѣняется. Обратно, повернувши тѣ же призмы основаніемъ внутрь, мы должны будемъ ослабить нашу конвергенцію, и предметъ будетъ казаться намъ лежащимъ дальше, чѣмъ онъ лежитъ въ дѣйствительности.

Явленіе бинокулярнаго параллакса состоитъ въ слѣдующемъ. Положеніе тѣхъ точекъ пространства, которыя при бинокулярномъ зрѣніи видятся одиночно, строго опредѣлено тѣмъ условіемъ, чтобы пара направляющихъ линій, идущая отъ каждой такой точки, падала въ глаза на идентичныя пункты сѣтчатой оболочки. Вслѣдствіе этого при каждомъ данномъ положеніи глазъ можно найти только строго опредѣленныя точки, падающія на идентичныя мѣста обѣихъ сѣтчатокъ. Обыкновенно эти точки составляютъ одну непрерывную линію. Всѣ точки такой линіи при данномъ положеніи глазъ даютъ свои изображенія на идентичныхъ мѣстахъ сѣтчатой оболочки. Такая система точекъ пространства получила названіе горютера. Горютеръ, соотвѣтствующій положенію глазъ при разсматриваніи какого-нибудь не безконечно удаленнаго предмета, лежащаго въ плоскости горизонтальныхъ меридіановъ роговицы, представляется въ видѣ круга, проходящаго чрезъ разсматриваемый предметъ и черезъ узловыя точки обоихъ глазъ (рис. 282).

Всѣ точки, лежащія на окружности, падаютъ на идентичныя пункты сѣтчатки. Наоборотъ, всѣ точки, лежащія въ сторонѣ отъ окружности (внѣ или внутри ея), даютъ изоб-

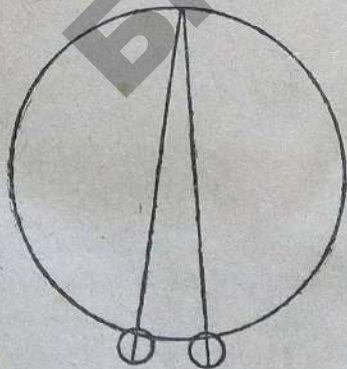


Рис. 282.

раженіе на неидентичныхъ мѣстахъ сѣтчатки въ правомъ и лѣвомъ глазу. Въ томъ случаѣ, когда на неидентичныя точки сѣтчатки падаетъ изображеніе разсматриваемаго нами предмета (т. е. когда изображеніе падаетъ

на неидентичныя центральныя точки сѣтчатки), мы получаемъ впечатлѣніе, что предметъ двоится. Когда же на неидентичныя точки сѣтчатки падаетъ изображеніе предметовъ, лежащихъ въ сторонѣ отъ разсматриваемаго пункта, въ этомъ случаѣ мы получаемъ ощущеніе одиночнаго предмета, но лежащаго не въ одной плоскости съ тѣмъ предметомъ, который мы въ данную минуту разсматриваемъ, а или ближе, или дальше его.

Но, какъ сказано, всѣ точки, не лежащія въ горизонтѣ, даютъ изображеніе на неидентичныхъ пунктахъ. Слѣдовательно, всѣ онѣ дадутъ впечатлѣніе глубины, т. е. мы будемъ ихъ видѣть или дальше, или ближе разсматриваемаго предмета.

На этомъ основана стереоскопія. Правому и лѣвому глазу не очень далекой предметъ представляется неодинаковымъ. Чѣмъ ближе лежитъ къ глазу предметъ, тѣмъ эта разница больше. Такъ, держа ближе къ глазамъ игральную карту въ сагиттальной плоскости тѣла, мы видимъ однимъ глазомъ одну ея сторону, другимъ — другую. Разумѣется, въ этомъ утрированномъ случаѣ невозможно слить въ сознаніи поле зрѣнія одного глаза (масть) съ полемъ зрѣнія другого глаза (крапъ). Когда же поле зрѣнія одного и другого глаза заключаетъ въ себѣ тѣ же самые предметы, только расположенные немного иначе другъ относительно друга, мы можемъ при извѣстныхъ условіяхъ слить ихъ въ одно рельефное изображеніе, т. е. получить впечатлѣніе глубины, рельефа, отъ двухъ плоскостныхъ изображеній. Это достигается тогда, когда предметъ изображается на двухъ рисункахъ (сдѣланныхъ отъ руки, или при помощи фотографіи) такъ, какъ онъ видится правымъ и лѣвымъ глазомъ. Различныя точки предмета для праваго или лѣваго глаза кажутся расположенными неодинаково; и это сдвиганіе ихъ, этотъ параллаксъ и даетъ при бинокулярномъ зрѣніи ощущеніе глубины.

Четвертая часть.

Функции размноженія.

Всякое живое существо происходит отъ другого живого существа по крайней мѣрѣ, въ наше время). Опыты Пастера опровергли гипотезу самопроизвольнаго зарожденія. Размноженіемъ называется та функція, благодаря которой живыя существа производятъ себѣ подобныхъ. Мы изучимъ сперва условія, при которыхъ осуществляется эта функція, а затѣмъ скажемъ нѣсколько словъ о питаніи зародыша.

1-й отд.—Размноженіе.

На какой бы ступени зоологической лѣстницы мы ни остановили наше вниманіе, размноженіе всегда происходитъ путемъ отдѣленія части протоплазмы, входящей въ составъ живого существа; это отдѣленіе живой протоплазмы осуществляется иногда раздѣленіемъ всего организма на двѣ части, иногда отдѣленіемъ отъ него почки, чаще образованіемъ внутри организма особой яйцевой клѣтки. Яйцо (женскій половой элементъ) получаетъ способность къ развитію и можетъ дать новую особь лишь послѣ соединенія со сперматозоидомъ (мужскимъ половымъ элементомъ). Этотъ процессъ носитъ названіе *оплодотворенія*. Только въ видѣ исключенія у нѣкоторыхъ насѣкомыхъ яйцо развивается безъ предварительнаго оплодотворенія въ теченіе нѣсколькихъ поколѣній (*партеногенезъ*).

Подвергая яйца нѣкоторыхъ видовъ животныхъ (кольчатыхъ червей, иглокожихъ) дѣйствию извѣстныхъ химическихъ веществъ или извѣстныхъ механическихъ и физическихъ раздраженій (Лебъ, Делажъ), удалось вызвать партеногенетическое развитіе ихъ; при этомъ процессъ развитія яйца не заходилъ дальше дробленія и образованія личинки и останавливался на этой стадіи.

Для физиологій имѣетъ интересъ только половое размноженіе.

§ 1.—Функции мужского полового аппарата.

Задача мужского полового аппарата состоитъ въ выработкѣ оплодотворяющаго элемента, сперматозоида, и въ доставкѣ его въ половые органы женщины. Кромѣ того, яичко выполняетъ еще роль железы съ внутренней секретіей.

1. Сперматогенезъ.—Къ періоду половой зрѣлости (въ нашемъ климатѣ около 15 лѣтъ) яички увеличиваются въ объемѣ и начинаютъ свою дѣятельность. Въ то же время появляются вторичные половые признаки (развитіе волосъ, перемѣна голоса). Пробуждается половой инстинктъ.

Сперма представляетъ собой бѣловатую густую жидкость нейтральной или слабо щелочной реакціи, съ особымъ запахомъ, напоминающимъ запахъ пыльцы барбариса; она содержитъ въ своемъ составѣ бѣлки, нуклеинъ, лецитинъ, соли, главнымъ образомъ фосфаты, и особое органическое основаніе (кристаллы Шарко). Въ жидкости взвѣшены организованные элементы, сперматозоиды, открытые впервые ученикомъ Левенгука Фанъ-Гаммомъ въ 1677 г. Длина сперматозоида равна 50 микронамъ; онъ состоитъ изъ удлиненой плоской головки, цилиндрическаго средняго отрѣзка и длиннаго, утончающагося къ концу хвоста (рис. 283); внутри спермы при температурѣ тѣла сперматозоиды проявляютъ оживленныя движенія, благодаря волнообразнымъ сокращеніямъ хвоста, дѣйствующаго на подобіе жгутика; благодаря этимъ сокращеніямъ сперматозоидъ движется въ жидкости, какъ угорь въ водѣ, головкой всегда впередъ и проходитъ въ теченіе минуты разстояніе, превышающее его собственную длину въ 400 разъ, т. е. 0,5 — 1,5 миллиметровъ въ секунду. Если предохранить сперму отъ высыханія, движенія сперматозоида продолжаютъ очень долго. Вода, спиртъ, кислоты, высокая температура убиваютъ сперматозоиды. Повидимому, нѣкоторые вещества оказываютъ на сперматозоиды химіотактическое дѣйствіе. Бальбіани наблюдалъ у шелкоичнаго червя, что сперматозоиды, заключенныя въ копуляторномъ мѣшкѣ, бросались на яички въ моментъ ихъ кладки, состязаясь другъ съ другомъ въ скорости. Сперматозоиды образуются въ особыхъ клеткахъ, т. назыв. *сперматобластахъ* (см. учебники гистологіи). Что касается жидкости спермы, она образуется благодаря отдѣленію простатическихъ Куперовыхъ и уретральныхъ железъ.

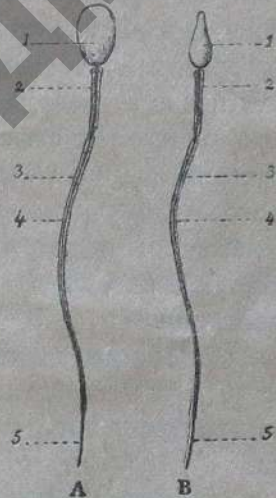


Рис. 283.

Сперматозоиды человека съ поверхности (А) и въ профиль (В) увелич. 1200). Схема.

1—головка. 2—средній отрѣзокъ. 3—осевое волокно. 4—хвостъ. 5—концевой жгутикъ.

2. Выбрасыванье сѣмени.—Сладострастные ощущенія по рефлексу вызываютъ выбрасыванье сѣмени; для этого необходимо, чтобъ копуляторный органъ, penis, достигъ извѣстной твердости, т. е. перешелъ бы въ состояніе эрекціи.

а. *Эрекція.*—Эрекція зависитъ отъ скопленія крови подъ извѣстнымъ давленіемъ въ петляхъ пещеристыхъ тѣлъ полового члена. Де-Граафъ доказалъ это, перевязывая у собаки корень полового члена во время эрекціи; благодаря лигатурѣ эрекція поддерживалась очень долго, но прекратилась послѣ надрѣза члена, т. е. послѣ истеченія изъ него крови. Пещеристыя тѣла члена и мочеиспускательнаго канала состоятъ изъ губчатой ткани, лакуны которой выстланы изнутри эндотелиемъ и сообщаются съ концами мелкихъ артерій и венъ. Кровь скопляется въ системѣ этихъ лакунъ благодаря расширенію артеріальныхъ сосудовъ подъ вліяніемъ импульса изъ

nn. erigentes, открытыхъ Экгардтомъ. Далѣе, благодаря сокращеніямъ *m. ischio-cavernosi* и *bulbocavernosi* корни пищеристыхъ тѣлъ и луковица уретры сдавливаются и затрудняютъ оттокъ крови изъ пещеристыхъ тѣлъ члена. Для полноты эрекции необходимо участіе этихъ мышечныхъ сокращеній; инъецируя сосуды полового члена на трупъ, мы получаемъ лишь неполную эрекцію.

Эрекция происходитъ по рефлексу; центръ этого рефлекса лежитъ, какъ уже сказано, въ поясничной части спинного мозга. Онъ приходитъ въ дѣятельное состояніе подъ вліяніемъ раздраженія чувствительныхъ нервовъ члена, а также подъ вліяніемъ психического возбужденія (сладострастное воображеніе). Наоборотъ, другія мозговья вліянія оказываютъ задерживающее дѣйствіе и препятствуютъ эрекции.

б. Эякуляція. Въ моментъ вышшаго развитія полового чувства сперма съ силой выбрасывается толчками изъ уретрального канала. Это явленіе зависитъ отъ рефлекторнаго сокращенія мышцъ (центръ—въ поясничной части спинного мозга); мышцы, участвующія здѣсь, суть, во-первыхъ, гладкія мышцы сѣменныхъ пузырьковъ, *vasorum deferentium*, а также *m. bulbocavernosus*, выжимающей толчками изъ уретры ея содержимое. По М. Дювалю, перепончатая часть уретры замыкается благодаря сокращенію Вильсоновой мышцы; сперма собирается за этимъ препятствіемъ и достигаетъ въ силу этого высокаго давленія; въ моментъ эякуляціи Вильсонова мышца расслабляется, выпуская сперму отдѣльными порціями. Со стороны пузыря уретральный каналъ во время эрекции замыкается благодаря выпячиванью *vegi montanum*.

3. Внутренняя секреція яичка.—Уже давно извѣстно, что яички вліяютъ на развитіе вторичныхъ половыхъ признаковъ и полового чувства и что кастрація влечетъ за собой значительное измѣненіе формы тѣла. Евнухи обладаютъ короткимъ станомъ, длинными и тонкими конечностями, слабо развитой мускулатурой, пронзительнымъ голосомъ и т. п. Помимо этихъ свойствъ, яички обладаютъ еще способностью внутренней секреціи, присущей *интерстиціальнымъ клеткамъ этого органа*; совокупность этихъ клѣтокъ образуетъ железу (*интерстиціальная железа*), отличную отъ железы съ внѣшней секреціей или собственно сѣменной железы.

Подтвержденіемъ этого служитъ то, что при атрофіи яичка, не коснувшейся интерстиціальной железы, сохраняются все признаки мужественности, какъ это бываетъ, на примѣръ, у людей, страдающихъ крипторхизмомъ, или послѣ перевязки *vasa defferentia*; несмотря на бесплодіе, половые признаки и половое чувство въ этихъ случаяхъ сохраняются. Если же вмѣстѣ съ сѣменной железой атрофируется и интерстиціальная железа, то развиваются такія же явленія, какъ и при кастраціи.

Это подтверждается также опытами Ангеля и Буэна, которымъ благодаря введенію въ организмъ экстракта интерстиціальной железы удалось воснитать изъ кастрированныхъ въ юномъ возрастѣ морскихъ свинокъ почти нормальныхъ взрослыхъ животныхъ.

§ 2.—Функція женскаго полового аппарата.

Наступленіе половой зрѣлости у женщины сопровождается появленіемъ мѣсячныхъ очищеній (*менструація*) и выдѣленіемъ яичекъ изъ Граафо-

выхъ фолликуловъ (*овуляція*). Въ то же самое время появляются вторичные половые признаки: на лобѣ вырастаютъ волосы, развиваются грудныя железы, тазъ увеличивается въ размѣрахъ.

1. Менструація.—Въ теченіе каждаго менструальнаго періода въ половыхъ органахъ женщины измѣняются условія кровообращенія, что ведетъ къ истеченію крови изъ половой щели. Вытекающая жидкость въ началѣ менструаціи имѣетъ видъ слизи съ небольшою примѣсью крови; въ дальнѣйшемъ содержаніе крови увеличивается. Менструальное кровотеченіе продолжается 3—4 дня; кровь происходитъ при этомъ изъ сосудовъ слизистой оболочки матки. Эпителіальныя клѣтки этой оболочки слущиваются и обнажаютъ набухшую и полнокровную ткань матки; капилляры этой ткани разрываются и даютъ кровотеченіе. По окончаніи регулъ эпителий регенерируется на счетъ глубокихъ клѣтокъ. Разныя женщины теряютъ во время регулъ различное количество крови, въ среднемъ 100—200 граммъ. Регулы сопровождаются разнаго рода нервными явленіями: чувствомъ полноты въ почкахъ и въ тазу, усталостью и проч. Менструальное кровотеченіе происходитъ періодически черезъ 28 дней; женщины имѣютъ регулы до 45 лѣтъ (въ среднемъ), затѣмъ менструація прекращается навсегда (*менопауза*).

У млекопитающихъ наблюдаются аналогичныя же явленія, обозначаемыя именемъ *течки*. У плотоядныхъ, кобыль и коровъ во время течки изъ гиперемированныхъ половыхъ органовъ появляется кровянистое отдѣленіе; у обезьянъ Стараго свѣта менструальное истеченіе выражено вполне ясно.

2. Овуляція.—Во время каждаго менструальнаго періода изъ яичника выдѣляется яйцо и переносится въ матку (обычно одно, но иногда нѣсколько, что доказывается множественной беременностью двойнями, тройнями). Яйцо находится въ *Граафовомъ пузырькѣ* (рис. 284); для того, чтобы яйцо достигло маточной полости, необходимо: 1) чтобы Граафовъ пузырекъ лопнулъ и 2) чтобы яйцо попало въ Фаллопиеву трубу.

а. Разрывъ Граафова пузырька.—Когда фолликулъ достигаетъ зрѣлости, онъ выпячивается на поверхности яичника, и стѣнка его истончается. Въ этомъ состояніи онъ можетъ лопнуть, благодаря одному набуханію сосудовъ яичника; хотя здѣсь и нѣтъ настоящей эрекции яичника, однако несомнѣнно, что набуханіе венъ яичниковаго сплетенія давить изнутри на периферическій слой яичника и можетъ способствовать разрыву Граафова пузырька. По Ружэ, тому же содѣйствуютъ сокращенія гладкихъ мышцъ широкихъ маточныхъ связокъ. Итакъ, въ извѣстный моментъ фолликулъ лопается и даетъ выходъ яичку, окруженному обрывками эпителия *зародышеваго бугорка*. Послѣ разрыва стѣнки фолликула гипертрофируются и окрашиваются въ желтый цвѣтъ (*желтое тѣло*); затѣмъ, смотря по тому, происходитъ или нѣтъ опло-

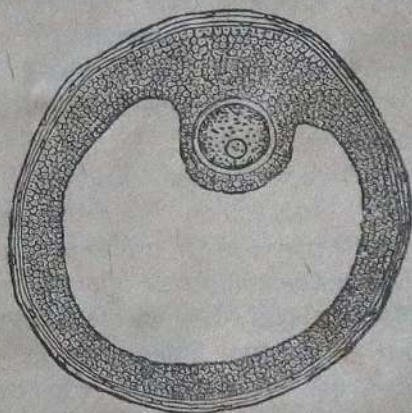


Рис. 284.

Граафовъ пузырекъ изъ яичника кошки (*Клейнъ*).

дотвореніе яйца, фолликуль зарубцевывается болѣе или менѣе скоро, оставая на поверхности яичника рубецъ.

б. *Миграція яйца*.—Яйцо падаетъ въ раструбъ Фаллопіевой трубы. Механизмъ, благодаря которому яйцо препровождается въ полость матки, не выясненъ окончательно. По всей вѣроятности, свободный конецъ трубы охватываетъ яичникъ благодаря набуханію сосудовъ трубы и сокращенію ея гладкой мускулатуры. Однако, у нѣкоторыхъ животныхъ свободный конецъ трубы лежитъ такъ далеко отъ яичника, что такое объясненіе недопустимо; поэтому для объясненія миграціи яйца прибѣгаютъ къ мерцательнымъ клѣткамъ, выстилающимъ перитонеальную полость. Какъ бы ни было, разъ яйцо попало въ полость трубы, оно продвигается вдоль ея въ маточную полость благодаря работѣ мерцательныхъ клѣтокъ слизистой оболочки трубы. Въ полости матки яйцо встрѣчаетъ кровотокащую поверхность этой полости; если яйцо не оплодотворяется, оно гибнетъ; если же оно подвергается оплодотворенію, то оно укрѣпляется на слизистой оболочкѣ матки; слизистая окружаетъ яйцо со всѣхъ сторонъ, образуя вокругъ яйца какъ бы футляръ. Явленія, наступающія въ дальнѣйшемъ, составляютъ уже предметъ эмбриологіи. Здѣсь мы ограничимся изложеніемъ нѣкоторыхъ деталей процесса оплодотворенія.

в. *Оплодотвореніе*.—Въ моментъ совокупленія половые органы женщины, подобно мужскимъ половымъ органамъ, приходятъ въ состояніе эрекціи; клиторъ выпячивается во влагалище, матка выпрямляется и спускается немного книзу, а шейка ея въ моментъ наивысшаго развитія полового чувства открывается. Сперма, можетъ благодаря этому выпрыскиваться прямо въ маточную полость. Однако оплодотвореніе можетъ произойти и безъ всѣхъ этихъ явленій, такъ какъ и изъ влагалища сперматозонды могутъ, въ силу своей подвижности, перейти въ полость матки и трубъ и достигнуть даже наружнаго отверстія послѣднихъ; во всѣхъ пунктахъ этого пути можетъ наступить оплодотвореніе.

Для оплодотворенія необходимо, чтобы сперма пришла въ соприкосновеніе съ яйцомъ. Но это условіе само по себѣ еще недостаточно; нужно, чтобы сперматозидъ проникъ внутрь яйца. Яйцо представляетъ собой клѣтку, имѣющую оболочку (*желточная оболочка*), протоплазматическое тѣло (*желтокъ*) съ ядромъ (*зародышевый пузырекъ*) и ядрышкомъ (*зародышевое пятнышко*). Сущность процесса оплодотворенія раскрыта благодаря работамъ ванъ-Бенедена. Оплодотвореніе состоитъ въ образованіи на счетъ яйца и головки сперматозоида, одной клѣтки, представляющей собой зародышъ новаго организма. До оплодотворенія въ яйцѣ происходитъ рядъ опредѣленныхъ процессовъ; именно, зародышевый пузырекъ выбрасываетъ за предѣлы желтка часть своего вещества въ видѣ круглыхъ тѣлецъ (*полярныя тѣльца*). Послѣ выдѣленія полярныхъ тѣлецъ остальное вещество зародышеваго пузырька представляетъ собой ядерный элементъ (женскій пронуклеусъ), состоящій, въ сущности, только изъ одной половины ядра. Когда сперматозоидъ проникаетъ въ яйцо (пробуравливая ли желточную оболочку, или проникая чрезъ готовое отверстіе въ ней—*micropyle*, наблюдаемое на яйцахъ нѣкоторыхъ животныхъ), хвостъ, служившій лишь просто двигательнымъ органомъ, отдѣляется и растворяется; головка же оста-

ется неразтворенной и образуетъ собой тоже ядерный элементъ (*мужской пронуклеусъ*), состоящій также изъ одной только половины ядра. Велѣдъ затѣмъ оба пронуклеуса—мужской и женскій—сближаются и сливаются въ одно цѣлое, въ ядро первой клѣтки будущаго организма, которая путемъ дѣленія даетъ затѣмъ начало всѣмъ остальнымъ его клѣткамъ.

Итакъ, оплодотвореніе состоитъ въ сліянніи двухъ клѣтокъ, яйца и сперматозоида, благодаря которому происходитъ смѣшеніе протоплазмы обѣихъ клѣтокъ, равно какъ и ядеръ ихъ (*амфимиксія*); въ силу этого при дѣленіи оплодотвореннаго яйца каждая изъ половинокъ получаетъ матеріаль отъ каждой изъ слившихся клѣтокъ.

У женщины во время менструаціи созрѣваетъ только одно яйцо, вотъ почему и оплодотворяется обыкновенно только одно яйцо. Бываютъ, впрочемъ, случаи, когда одновременно созрѣваютъ и оплодотворяются нѣсколько яицъ (двойни, тройни и т. д.). Въ тѣхъ случаяхъ, когда оплодотворяются два яйца, оба зародыша развиваются въ двухъ различныхъ яйцахъ, но бываютъ еще и другого рода случаи зарожденія двойни: когда яйцо содержитъ 2 зародышевыхъ пузырька. Если въ каждый изъ этихъ послѣднихъ проникаетъ по сперматозоиду, то зарождаются двойни. Въ такихъ случаяхъ близнецы находятся въ одномъ яйцѣ. Когда оба яйца принадлежатъ одному Граафову пузырьку, они оплодотворяются въ одно и то же время. Но можетъ случиться, что оба яйца вмѣсто того, чтобы выдѣлиться одновременно, выдѣляются послѣдовательно одно за другимъ вслѣдствіе того, что яйца созрѣваютъ въ различные болѣе или менѣе отдаленные другъ отъ друга моменты и оплодотворяются послѣ двухъ различныхъ совокупленій. Этимъ объясняются тѣ случаи, когда женщины, совокуплявшіяся во время одного и того же періода овуляціи съ мужчинами 2-хъ различныхъ расъ, рождали одновременно дѣтей двухъ расъ (негры и мулаты напр.).

Въ среднемъ приходится по одному двойному оплодотворенію на 89 случаевъ простыхъ оплодотвореній; случаи тройного оплодотворенія наблюдаются значительно рѣже (1 на 7900), случаи же четверного и пятерного оплодотворенія чрезвычайно рѣдки.

Въ связи съ оплодотвореніемъ стоитъ цѣлый рядъ вопросовъ, каковы вопросы о наслѣдственности, о причинѣ образованія того или другого пола и проч. Эти вопросы пока окончательно не разрѣшены, и мы оставимъ ихъ совершенно въ сторонѣ.

3. Внутренняя секреція яичниковъ.—Какъ и яички, яичники обладаютъ способностью внутренней секреціи, подъ вліяніемъ которой находится развитіе вторичныхъ половыхъ признаковъ; кастрація молодыхъ самокъ приостанавливаетъ развитіе половыхъ органовъ и грудныхъ железъ. Какъ установлено Бурномъ и Ангелемъ, эта внутренняя секреція исходитъ отъ *желтаго тѣла*: если при посредствѣ направленныхъ на оба яичника X-лучей разрушить фолликулы и такимъ образомъ воспрепятствовать образованію желтаго тѣла, то развивается атрофія половыхъ органовъ и грудныхъ железъ. Съ другой стороны, если случить дѣвственную самку кролика во время течки съ самцомъ, у котораго предварительно были перерѣзаны *vasa deferentia*, образованіе желтаго тѣла происходитъ такъ же, какъ и въ случаѣ оплодотворенія, и одновременно наблюдается увеличеніе матки и

грудныхъ железъ; если же при помощи термокаутера разрушить желтое тѣло тотчасъ послѣ образованія его, случка не оказываетъ вліянія, и ни матка, ни грудныя железы не измѣняются.

Разстройства, наблюдающіяся у женщинъ въ періодъ менопаузы или послѣ оваріотоміи (астенія, наклонность къ полнотѣ, нервныя разстройства и т. п.), несомнѣнно обусловлены отсутствіемъ внутренней секреціи яичниковъ.

2-й отд.—Питаніе зародыша и плода.

Развитіе зародыша излагается въ учебникахъ эмбриологіи. Въ этомъ учебникѣ мы коснемся лишь вопроса объ условіяхъ питанія и кровеобращенія у зародыша и плода.

Въ яичномъ желткѣ находится запасъ питательныхъ матеріаловъ, изъ котораго зародышъ и черпаетъ свою пищу. Въ нѣкоторыхъ яйцахъ, напр., въ птичьихъ, запасъ питательнаго матеріала очень обилень и достаточень для полнаго развитія зародыша. Но въ яйцахъ млекопитающихъ дѣло обстоитъ иначе, здѣсь желтка немного; поэтому желточный пузырекъ и первоначальная система кровеобращенія, ведущія къ нему, удовлетворяютъ запросамъ питанія только въ самое первое время. Поэтому и желточный пузырекъ и его кровеносная система у человѣка существуютъ только временно. Въ дальнѣйшемъ зародышъ черпаетъ матеріалы для питанія и развитія изъ крови матери. Это достигается благодаря развитію *плацентарнаго кровеобращенія*.

Въ плацентѣ сосуды зародыша врастаютъ въ сосудистыя пазухи ткани матки. Между кровеносной системой матери и плода непосредственнаго сообщенія нѣтъ; эти системы лишь касаются другъ друга. Въ плацентѣ происходитъ осмотическій обмѣнъ веществъ между кровью матери и кровью плода; въ этомъ обмѣнѣ принимаютъ участіе не только газы, но и питательныя вещества, находящіяся въ растворѣ въ крови. Слѣдоват., плацента выполняетъ ту роль, которая у взрослого выпадаетъ на долю легкаго и пищеварительнаго канала. Разумѣется, для этой спеціальной цѣли должны быть созданы особыя условія кровеобращенія.

Механизмъ плацентарнаго кровеобращенія станетъ яснымъ, если помнить, что у зародыша легкое и пищеварительный каналъ не работаютъ, а ихъ роль выполняется плацентой. Кровь, артериализованная въ плацентѣ благодаря соприкосновенію съ кровью матери, возвращается въ тѣло плода по *пупочной вени*, проходящей въ пупочномъ канатикѣ; миновавъ пупокъ, кровь вступаетъ въ печень, которая, повидимому, уже въ этотъ періодъ жизни играетъ важную роль, по крайней мѣрѣ, насколько можно судить по развитію этого органа. Въ воротахъ печени кровь пупочной вены распределяется на два пути; часть ея идетъ прямо въ нижнюю полую вену чрезъ *венозный протокъ Аранци*; другая часть также попадаетъ въ нижнюю полую вену, но предварительно проходитъ чрезъ развѣтвленія воротной вены внутри печени; къ печени же проникаетъ кровь изъ мезентеріальной вены (будущая воротная вена), но такъ какъ кишечникъ еще не функционируетъ, эта вена не играетъ той роли, какую она выполняетъ впоследствии въ процессѣ всасыванья пищевыхъ началъ; естественно счи-

тять аналогомъ воротной вены пупочную вену, такъ какъ она несетъ къ тѣлу плода вещества, захваченныя въ плацентѣ; словомъ, пупочная вена выполняетъ роль воротной вены и легочныхъ венъ взрослога. По вступленіи въ нижнюю полую вену кровь пупочной вены смѣшивается съ кровью, идущей изъ нижнихъ конечностей и изъ нижней части туловища: эта смѣсь артеріальной и венозной крови изливается въ правое предсердіе вмѣстѣ съ кровью, идущей отъ головы и верхнихъ конечностей. Только небольшая часть крови изъ праваго предсердія переходитъ въ правый желудочекъ и отсюда въ легочную артерію; это понятно, такъ какъ легкое не функционируетъ и нѣтъ поэтому нужды въ легочномъ кровообращеніи; поэтому и та кровь, которая попадаетъ въ легочную артерію, изливается тотчасъ же въ аорту чрезъ *Боталловъ протокъ*, служащій анастомозомъ между легочной артеріей и дугой аорты. Большая часть крови изъ праваго предсердія переходитъ въ лѣвое предсердіе чрезъ овальное отверстіе въ перегородкѣ между предсердіями. Изъ лѣваго предсердія кровь переходитъ въ лѣвый желудочекъ, а отсюда выбрасывается въ аорту; здѣсь она смѣшивается съ кровью, идущей изъ легочной артеріи чрезъ Боталловъ протокъ, и затѣмъ, какъ и у взрослога, разносится по сосудамъ всего тѣла. Далѣе, отъ брюшной аорты плода отходятъ двѣ крупныя *пупочныя артеріи*, которыя идутъ въ составѣ пупочнаго канатика къ плацентѣ; по этимъ сосудамъ кровь течетъ къ плацентѣ, а возвращается отъ нея по пупочной венѣ; такимъ путемъ мы дошли до исходнаго пункта, пройдя весь кругъ кровообращенія (рис. 285).

Изъ сказаннаго ясно, что кровообращеніе плода отличается отъ кровообращенія взрослога въ двухъ слѣдующихъ пунктахъ: 1) не существуетъ малаго или легочнаго круга кровообращенія; онъ замѣненъ дополнительной системой плацентарнаго кровообращенія; 2) кровь плода во всѣхъ пунктахъ его тѣла состоитъ изъ смѣси артеріальной и венозной крови, и только пупочная вена содержитъ чистую артеріальную кровь: какъ только эта вена вступаетъ въ печень, ея кровь тотчасъ же смѣшивается съ венозной кровью; въ дальнѣйшемъ по мѣрѣ удаленія отъ плаценты примѣсь венозной крови становится все болѣе и болѣе значительной, такъ что въ артеріяхъ содержится уже сильно венозная кровь.

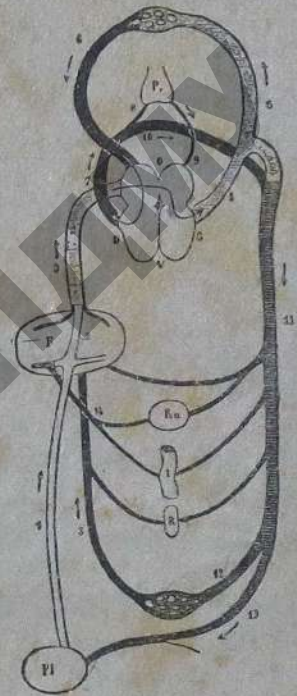


Рис. 285.

Схематическое изображеніе кровообращенія у плода (по *Veauims*).

O—предсердіе. V—желудочки. Д—правое сердце. G—лѣвое сердце. P—легкія. P1—плацента. F—печень. 1—пупочная вена. 2—везикулярный каналъ. 3—нижняя полая вена. 4—аорта. 5—вѣтви аорты къ головѣ и верхнимъ конечностямъ. 6—верхняя полая вена. 7—легочная артерія. 8—лоскутная вѣтвь ея. 9—легочная вена. 10—артеріальный каналь. 11—нисходящая аорта. 12—вѣтви для нижнихъ конечностей. 13—пупочная артерія. 14—воротная вена. Стрѣлки обозначаютъ направленіе тока крови. Степень окраски сосудовъ указываетъ питательныя свойства крови. Бѣлымъ цвѣтомъ обозначена изобильнѣе питательная кровь, артеріализованная, чернымъ—венозная кровь.

Послѣ рожденія на свѣтъ плацентарное кровообращеніе прекращается, ребенокъ начинаетъ дышать, и устанавливается токъ крови въ маломъ кругу; овальное окошко закрывается, а Воталловъ протокъ облитерируется. Ребенокъ начинаетъ получать питательныя вещества изъ своего кишечника, и воротная вена начинаетъ играть свойственную ей роль; пупочная вена и венозный протокъ превращаются въ соединительнотканные тяжи, равно какъ и пупочныя артеріи. Такимъ путемъ устанавливается окончательная система кровообращенія.

Слѣдовательно, кровь зародыша черпаетъ кислородъ въ плацентѣ. Это установлено не только анатомически, но и путемъ физиологическаго эксперимента. Вскрывая беременную матку, можно убѣдиться, что кровь, возвращающаяся отъ плаценты къ тѣлу плода, не такого темнаго цвѣта (богаче кислородомъ), какъ кровь, текущая по пупочнымъ артеріямъ отъ тѣла плода къ плацентѣ. Послѣ перевязки пупочнаго канатика у плода тотчасъ же наступаетъ асфиксія, и онъ дѣлаетъ дыхательныя движенія (вслѣдствіе раздраженія дыхательныхъ центровъ угольной кислотой). Газообмѣнъ въ плацентѣ совершается очень быстро; въ самомъ дѣлѣ, по Двей-фелю, какъ только прекращается дыханіе матери, у плода тотчасъ же наступаютъ асфиктическія явленія. Что касается механизма плацентарнаго газообмѣна, то онъ не отличается по существу отъ механизма внутритканевого дыханія у взрослого. Переходъ газовъ отъ крови плода въ кровь матери и обратно объясняется разницею напряженія газовъ.