

Изъ Одесской Городской Психіатрической Больницъ.

О быстротѣ простѣйшихъ произвольныхъ движеній.

(Физиологическое изслѣдованіе).

Д-ра В. И. Руднева.

У человѣка отдѣльныя мышечныя сокращенія могутъ совершаться съ замѣчательной быстротой, по мнѣнію физиолога Landois ¹⁾. Быстрѣйшее движеніе, которое онъ могъ производить правой рукой, подражая писанію двухъ буквъ *nn*, показало, что на каждое поднятіе и опусканіе приходилось около 0,0564 секунды; слѣдовательно, въ секунду онъ могъ дѣлать около 18 движеній.

При изслѣдованіи быстроты движеній мы поставили на первомъ планѣ глазныя движенія, опредѣленіе быстроты которыхъ важно во многихъ отношеніяхъ. Наше представленіе, замѣчаетъ *Wundt* ²⁾, нуждается въ другихъ вспомогательныхъ средствахъ, въ числѣ которыхъ важнѣйшее—движеніе глазъ. Въ „психологіи вниманія“ *Ribot* ³⁾ высказываетъ мысль, что движеніе глаза воскрешаетъ воспріятіе. Въ особенности

¹⁾ Landois. Физиологія человѣка. 1892 г.

²⁾ Wundt. Душа человѣка и животныхъ. 1894 г.

³⁾ Ribot. Психологія вниманія. 1892 г.

первостепенную роль играютъ глазныя движенія при воспріятіи видимаго пространства. Это воспріятіе *Spenser* ¹⁾ называетъ изумительнымъ. Онъ говоритъ, что сокращенія, сводящія глаза на извѣстномъ предметѣ и приспособляющія ихъ фокусы къ данному разстоянію, выполняются съ такой быстротой, которая почти слишкомъ велика, чтобы быть подмѣченной.

Въ исторіи психическаго развитія глазныя движенія имѣютъ огромное значеніе. Ощущенія движенія принадлежатъ къ самымъ первымъ, ощущеніямъ начинающагося сознанія (*Hefding* ²⁾). По *Freyer*'у ³⁾ движенія глазъ у новорожденныхъ, имѣющія громадное значеніе для исторіи развитія пространственныхъ представленій, являются координированными уже черезъ нѣсколько минутъ послѣ рожденія и черезъ 100 дней поворотъ глаза въ сторону требуетъ менѣе $\frac{3}{8}$ секунды. *Съченовъ* ⁴⁾ думаетъ, что развитіе заученныхъ движеній глаза можетъ служить типическимъ примѣромъ всѣхъ заученныхъ движеній и въ то-же время совмѣщаетъ въ себѣ существенные элементы развитія любой психической дѣятельности. Сказаннаго достаточно, чтобы заинтересоваться вопросомъ о глазныхъ движеніяхъ.

При графическомъ изслѣдованіи быстроты произвольныхъ движеній съ помощью обыкновеннаго міографа à *transmission*, нельзя было имъ воспользоваться для записи глазныхъ движеній, такъ какъ приборъ по своей массивности оказался непригоднымъ для такой цѣли.

Идеальнымъ приборомъ для изученія глазныхъ движеній былъ бы кинематографъ съ указателемъ времени, но онъ будетъ стоить слишкомъ дорого. Опытъ показалъ мнѣ, что если положить какую-либо легкую пластинку на верхнее вѣшко, то при движеніи глаза вверхъ и внизъ она подни-

¹⁾ Spenser. Основанія психологіи. 1876 г.

²⁾ Hefding. Психологія. 1892 г.

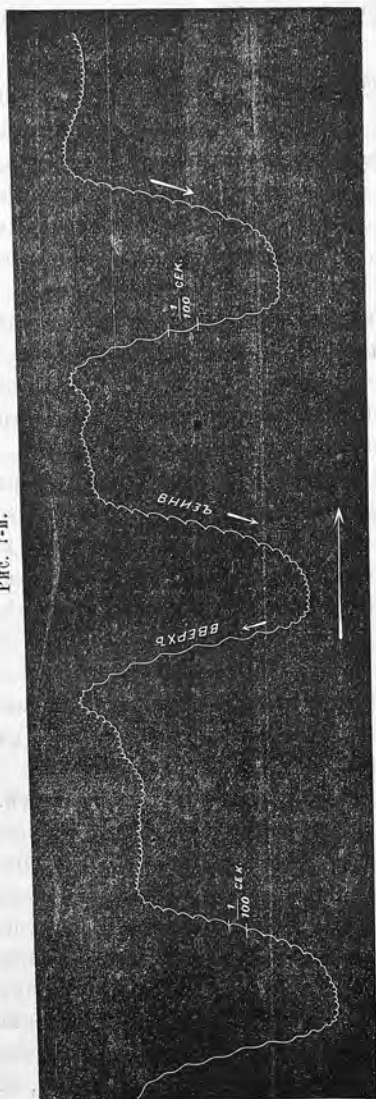
³⁾ Freyer. Душа ребенка. 1891 г.

⁴⁾ Съченовъ. Психологическіе этюды.

мается и опускается. Въ этомъ можно убѣдиться даже просто прикладывая палецъ къ глазу. Для большаго удобства можно приклеить гумми-арабикомъ кусочекъ марли къ верхнему вѣку; отъ марли опущена нитка къ пишущему перу, которое и записываетъ движеніе глаза; если этому перу передать еще колебаніе камертона, то будетъ записано и время. Въ моемъ распоряженіи находился камертонъ, дающій 100 колебаній въ секунду. Каждое колебаніе, соответствующее

$\frac{1}{100}$ сек. очень хорошо видно на записанной кривой и даетъ возможность съ весьма большою точностью опредѣлить быстроту движеній глаза. Кривая имѣетъ слѣдующій видъ:

Рис. 1-й.



Движеніе глаза вверхъ и внизъ. Читатъ справа налево. Камертонъ 100 колеб. въ секунду.



Для опусканія глаза внизъ требуется около $\frac{15}{100}$ сек., для поднятія вверхъ около $\frac{10}{100}$ или $\frac{1}{10}$ секунды. Слѣдовательно, движеніе глаза вверхъ быстрѣе, чѣмъ внизъ. Послѣдующія записи на другихъ субъектахъ дали тѣже результаты, т. е. что глазъ движется скорѣе вверхъ, чѣмъ внизъ. Это обстоятельство было неожиданнымъ въ томъ отношеніи, что, по общепринятому возрѣнію, глазъ движется скорѣе внизъ, чѣмъ вверхъ.

Такъ, по мнѣнію *Wundt*'а, мышцы, поворачивающія глазъ внизъ, сильнѣе развиты, чѣмъ тѣ, которыя двигаютъ его кверху, и при движеніи глаза вверхъ и внизъ можно замѣтить, что вверхъ глазъ поднять труднѣе, чѣмъ опустить.

Намъ кажется, что внизъ глазъ опускается легче, свободнѣе, а потому быстрѣе, чѣмъ вверхъ. Дѣло сводится на мышечное чувство и оцѣнка получается субъективная. Если же, не довѣряя чувствамъ, которыя иногда бываютъ обманчивы, обратимся къ объективнымъ даннымъ, то оказывается, что глазъ движется вверхъ скорѣе, чѣмъ внизъ. Почему это такъ? Въ самомъ-ли дѣлѣ мышцы, двигающія глазъ внизъ, лучше развиты или сильнѣе, чѣмъ двигающія вверхъ,—это вопросъ. На другихъ мышцахъ можно доказать, что одна группа сильнѣе другой. Напримѣръ, на рукѣ сгибатели сильнѣе разгибателей, и при извѣстныхъ условіяхъ (гемиплегія) сгибатели перетягиваютъ разгибателей. Относительно глазныхъ мышцъ не имѣется такихъ данныхъ, но за то извѣстно, что во снѣ, когда прекращается вліяніе мозговой коры, глазъ закатывается кверху; это въ особенности замѣтно на субъектахъ, спящихъ сидя; мышцы, двигающія глазъ вверхъ, перетягиваютъ, какъ будто-бы онѣ сильнѣе. Кромѣ того, аргументъ, что люди чаще смотрятъ внизъ, т. е. упражняютъ мышцы, опускающія глазъ внизъ, встрѣчается съ другимъ, по которому оказывается, что мышцы, двигающія глазъ вверхъ, поднимаютъ извѣстнаго рода тяжесть, т. е. совершаютъ болѣе

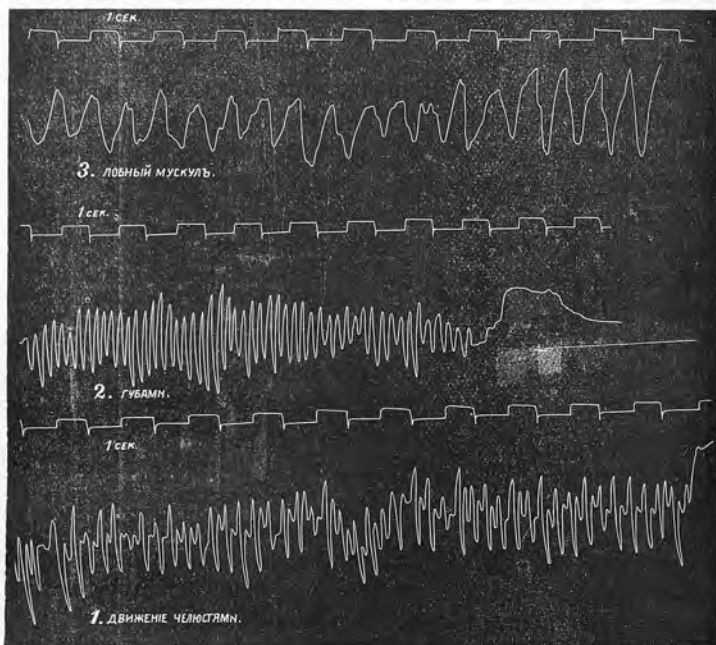
трудную работу и вслѣдствіе этого, можетъ быть, онѣ и сильнѣе.

Затрачивая несравненно больше энергіи для подъема глаза кверху, чѣмъ книзу, мозговая кора черезъ мышечное чувство и свидѣтельствуетъ, что это труднѣе, и вслѣдствіе этой трудности намъ и кажется, что больше времени тратится на поднятіе глаза вверхъ, чѣмъ на опусканіе. Далѣе, на чередѣ глазныхъ движеній наступаетъ пауза, неодинаковая по времени, а именно: послѣ опусканія глаза внизъ пауза меньше, чѣмъ послѣ поднятія; такимъ образомъ, меньше времени требуется, чтобы пустить въ ходъ мышцы, поднимающія глазъ кверху, чѣмъ книзу, а изъ опыта извѣстно, что скорѣе всего пускаются въ ходъ мышцы, наиболѣе упражняемыя. Сравнивая движенія глаза вверхъ и внизъ съ боковыми, *Wundt* замѣчаетъ, что одно и тоже разстояніе кажется въ вертикальномъ направленіи длиннѣе, чѣмъ въ горизонтальномъ. Съ этимъ мнѣніемъ также не всегда можно согласиться; изслѣдованія, произведенныя мною въ этомъ направленіи, давали какъ разъ обратныя результаты. Горизонтальное разстояніе кажется длиннѣе вертикальнаго, въ особенности когда приходится водить глазами и сравнивать разстоянія. Если вмѣсто пересѣченія двухъ линій поставить ихъ перпендикулярно одна другой, то горизонтальное разстояніе кажется гораздо болѣе вертикальнаго. Все это такъ называемое геометрически - оптическіе обманы, представляющіе, по *Wundt*'у, убѣдительныя доказательства соучастія двигательныхъ ощущеній глаза при пространственномъ зрѣніи.

Послѣ каждаго движенія глаза, какъ сказано, наступаетъ пауза, продолжающаяся иногда около $\frac{1}{2}$ секунды; въ это время глазъ стоитъ неподвижно, тогда какъ намъ кажется, что онъ движется безъ остановки. Время паузы превосходитъ въ нѣсколько разъ время, необходимое для движенія, а между тѣмъ замѣтно только движеніе; здѣсь оправдывается изрѣченіе *Ribot*: „нѣтъ движеній, нѣтъ и воспріятій“.

Итакъ, движеніе глаза вверхъ приблизительно равно $\frac{1}{10}$ секунды. Заранѣе скажемъ, что движеніе глаза, обозначаемое, какъ самое быстрое (мгновеніе ока), не есть въ дѣйствительности такое; мышцы сгибателя праваго указательнаго (*musc. indicator*) пальца, по своей быстротѣ, значительно превосходятъ глазныя движенія.

Рис. 2-й



Количество глазныхъ движеній въ 1 секунду равно 3,4. Въ этомъ отношеніи были изслѣдованы также другія мышцы и результатъ получился слѣдующій:

1) Сморщиваніе бровей (*m. corrugator supercilii*). Мышца, выражающая печаль, можетъ совершить въ 5 секундъ 16 движеній, слѣдовательно въ одну секунду—3,2 движеній.

2) Оттягиваніе угла рта книзу (*m. depressor anguli oris*). Мышца отвораченія совершаетъ такое-же количество движеній, т. е. 3,2.

3) Поднятiе угла рта кверху (*m. levator anguli oris*). Мышца плача въ 5 секундъ совершаетъ 17 движеній, въ 1 сек.—3,4 дв.

4) Поднятiе верхней губы (*m. levator labii super.*). Мышца, называемая по-французски *pleurnicheur*, мышца хныканья, въ 1 сек. совершаетъ 4 движенія.

5) Лобная мышца (*m. frontalis*). Мышца удивленія, поднимающая кожу лба кверху и сморщивающая ее въ складки, совершаетъ въ 1 сек. 4 движенія.

6) Движеніе вѣкъ, иначе миганіе (*m. orbicularis palpebrarum*)—въ 1 сек. 11 движеній.

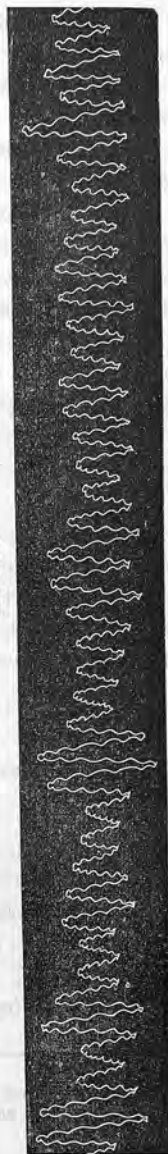
7) Вдыханіе воздуха черезъ носъ при закрытомъ ртѣ (дѣйствіе вдыхателей), всхлипываніе—въ 1 сек. 12 движеній.

8) Выдыханіе воздуха черезъ носъ при закрытомъ ртѣ—въ 1 секунду 14 движеній.

9) Движеніе губами при произнесеніи слова „папа“ въ 1 сек. 13 движеній. Здѣсь дѣйствуетъ *m. orbicularis oris*, который работаетъ также при поцѣлуѣ, свистѣ.

10) Утвердительныхъ колебаній головы (*m. rectus capitis ant. maj. et min., m. long. colli*)—въ одну секунду 12 движеній.

11) Отрицательныхъ колебаній головы (*m. sterno-cleido-mastoid.*)—въ 1 сек. 14 колебаній.



Произвольное дрожаніе пальца у здороваго.

Рис. 3-й.

12) Выдыханіе воздуха толчками черезъ ротъ (при на- свистываніи)—въ 1 сек. 14 движеній.

13) Движеніе челюстей (m. masseter)—въ 1 сек. 14 движеній.

14) Движеніе указательнаго пальца—въ одну секунду 16 движеній.

Останавливаясь на движеніяхъ пальца, какъ на самыхъ быстрыхъ, замѣчаемъ, что сгибаніе пальца требуетъ меньше времени, чѣмъ разгибаніе, т. е. сгибатель сокращается бы- стрѣе, чѣмъ разгибатель. Слѣдовательно, къ человѣку въ дан- номъ случаѣ примѣнимо наблюденіе *Grützner's* ¹⁾, который нашель, что у нашихъ животныхъ (лягушекъ) сгибатели сокращаются скорѣе, нежели разгибатели. *Rollet* ²⁾ доказаль уже разницу въ степени возбудимости двухъ главныхъ анта- гонистическихъ группъ въ конечностяхъ, именно сгибателей и разгибателей.

Относительно времени, которое требуется, чтобы мышца перешла изъ состоянія сгибанія въ состояніе разгибанія, не- обходимо замѣтить слѣдующее: чѣмъ быстрѣе совершается движеніе, тѣмъ меньше времени требуется для этого. Такъ, на кривой, записанной при содѣйствіи камертона, отмѣчаю- щаго $\frac{1}{100}$ долю секунды, видно, что для пальца требуется

минимальная величина; она равна приблизительно $\frac{1}{200} - \frac{1}{300}$

сек. и соотвѣтствуетъ времени скрытаго раздраженія въ пер- вичномъ сократительномъ элементѣ ($0'',0025$ по *Burdon-San- derson*'у). Относительно произвольныхъ движений вѣка (мига- нія) нужно сказать, что внизъ вѣко движенія быстрѣе, чѣмъ вверхъ; такъ, изъ кривой видно, что для движения внизъ тре- буются около 0,1, иногда 0,08 сек., а для движения вверхъ 0,13—0,15 сек. (кр. № 4).

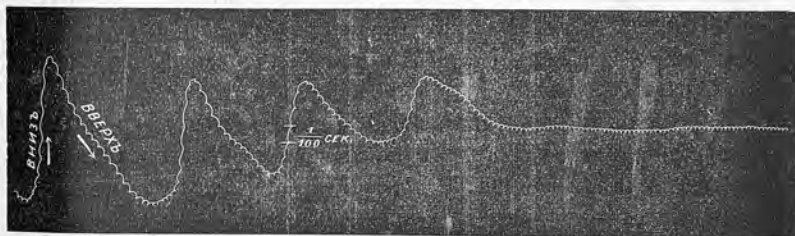
¹⁾ Grützner. Цит. по Landois, физиологія 1892 г.

²⁾ Rollet. Цит. по Сѣзенову, физиологія нервныхъ центровъ 1891 г.

Движеніе вѣка еще интересно въ томъ отношеніи, что при движеніи его внизъ оно само возвращается кверху—непроизвольно или рефлекторно; здѣсь такимъ образомъ произвольное движеніе находится въ связи съ рефлекторнымъ и можетъ служить отчасти схемой быстроты произвольныхъ и рефлекторныхъ движеній; при этомъ оказывается, что первыя быстрѣ послѣднихъ.

Вопросъ о сравненіи быстроты произвольныхъ и рефлекторныхъ движеній имѣетъ нѣкоторую важность. По *Экмеру* ¹⁾, физиологическое время, необходимое для рефлекса, рав-

Рис. 4-й.



Быстрота простѣйшихъ произвольныхъ движеній, камертонъ $\frac{1}{100}$ секундъ.
Движеніе вѣка—миганіе; внизъ опусканіе, вверхъ—поднятіе вѣка.

няется отъ 0,0662 до 0,0578 сек. При рефлекторномъ дрожаніи (clonus стопы) у насъ получилась цифра 0,0570 сек. Самое же быстрое произвольное движеніе, которое могъ сдѣлать *Landois*, подражая писанію двухъ буквъ, = 0,0564 сек., а произвольное тетаническое дрожаніе правой руки соотвѣствовало 0,0323—0,0403 сек. Слѣдовательно, произвольныя движенія быстрѣ рефлекторныхъ.

Richet ²⁾ въ своей статьѣ о нервномъ колебаніи приводятъ $\frac{1}{10}$ секунды, какъ величину, равную продолжительности

¹⁾ Exner. Phlügen. Archiv. VIII 1874 г.

²⁾ Richet. Научное обозрѣніе 1902 г.

перваго колебанія; но, кажется, здѣсь нѣкоторая неточность: производя 10 дрожаній въ секунду, *Richet* отсюда выводитъ $\frac{1}{10}$ сек., но, вѣдь, дрожаніе, полученное имъ, состоитъ изъ двухъ движеній—сгибанія и разгибанія, и значитъ $\frac{1}{10}$ сек. нужно раздѣлить на 2 части, тогда получится величина перваго колебанія соотвѣтствующая $\frac{1}{20}$ или 0,05 сек.

Присматриваясь къ таблицѣ быстроты произвольныхъ движеній, замѣчаемъ значительную разницу между движеніями первыхъ (*corrug. superc; depressor, levator frontalis*) пяти мышцъ съ остальными. Въ первомъ случаѣ количество движеній въ среднемъ равно 3, а тамъ—12 въ секунду, т. е. въ 4 раза больше.

Мышцы, выражающія ощущенія, даютъ въ четверо меньшее количество движеній. Мы обращаемъ особенное вниманіе на весьма малую величину, требуемую для перехода отъ сокращенія одной мышцы къ сокращенію другой—ея антагониста. Кривая мышечнаго сокращенія вообще была впервые получена *Helmholtz*'емъ въ 1852 г.; анализъ ея далъ слѣдующія цифры: періодъ скрытаго раздраженія немного болѣе 0,01 сек., затѣмъ укороченіе мышцы 0,05—0,06 сек., послѣ чего наступаетъ расслабленіе. Продолжительность одиночнаго сокращенія или содроганія равна для поперечно-полосатыхъ мышцъ лягушки приблизительно 0,1 сек. *Чирьевъ*¹⁾; при произвольныхъ движеніяхъ, признаваемыхъ тетаническими, мышцы получаютъ изъ центральной нервной системы около 19 импульсовъ въ секунду. Конечно, условія сокращенія и расслабленія здѣсь будутъ иными, чѣмъ въ вырѣзанной мышцѣ, такъ какъ находятся въ зависимости отъ центральной нервной системы. Изслѣдованія проф. *Н. А. Миславскаго*²⁾

¹⁾ Чирьевъ. Физиологія 1897 г.

²⁾ Миславскій. Къ иннерваціи произвольныхъ движеній. Невролог. Вѣстн. 1898 г.

показали, что одновременно съ началомъ сокращенія разгибателей, наступало расслабленіе сгибателей. При одновременномъ раздраженіи центра для сгибателей, по *Введенскому* ¹⁾, происходитъ повышеніе раздражительности центра для разгибателей на томъ-же полушаріи. Такое состояніе антагонистическихъ центровъ объясняетъ въ нашихъ наблюденіяхъ быстрѣйшій переходъ отъ сгибанія къ разгибанію пальца.

Въ заключеніе сдѣлаемъ нѣсколько общихъ выводовъ:

1) Произвольныя движенія человѣка сравнительно очень быстры; скорость ихъ можетъ доходить до $\frac{1}{20} - \frac{1}{25}$ секунды.

2) Если судить по количеству движеній о степени заряженія центровъ, то въ мозговой корѣ можно намѣтить скалу быстроты, которая будетъ возрастать отъ мышцъ, выражающихъ чувства, къ мышцамъ, преимущественно подчиненнымъ дѣйствію воли.

3) Движенія произвольныя быстрѣе рефлекторныхъ.

4) Сгибатели сокращаются быстрѣе разгибателей.

5) Движеніе глаза вверхъ быстрѣе, чѣмъ внизъ.

6) Движеніе вѣка внизъ быстрѣе, чѣмъ вверхъ.

7) Переходъ отъ сгибанія къ разгибанію пальца требуетъ минимальнаго времени около $\frac{1}{300}$ секунды.

¹⁾ Введенскій. Физиологія Фредерика 1898 г.