

Изъ психологической лабораторіи академика В. М. Бехтерева.

Къ вопросу о координаціи движеній.

(Вліяніе однихъ движеній на одновременныя съ ними другія движенія).

Прив.-доцента В. П. Осипова.

Всѣ активныя движенія нашихъ членовъ въ отдѣльныхъ суставахъ, за немногими исключеніями, совершаются легко и свободно въ предѣлахъ, обусловливаемыхъ архитектурою того или иного сустава и функціею завѣдующихъ опредѣленнымъ движеніемъ нервно-мышечныхъ аппаратовъ. Легкость и свобода движенія въ извѣстномъ сочлененіи достигается и совершенствуется путемъ упражненія въ этомъ движеніи; легкость и свобода движенія становится совершенной съ того момента, какъ извѣстное движеніе становится привычнымъ; тогда движеніе становится автоматическимъ, не требуя или почти не требуя для своего проявленія дѣятельности сознанія. Степени совершенства достигаютъ тѣ движенія, которыя для насъ необходимы и цѣлесообразны; закономъ цѣлесообразности въ развитіи движеній объясняется совершенство совокупнаго движенія въ извѣстной группѣ суставовъ, тогда какъ движенія въ отдѣльныхъ суставахъ этой группы затруднительны или даже невозможны при обычныхъ условіяхъ; такъ, напр.,

необходимость и цѣлесообразность хватательнаго движенія развиваетъ въ насъ способность сгибать одновременно пять пальцевъ руки, движенія отдѣльныхъ пальцевъ для насъ болѣе затруднительны; если профессія человѣка требуетъ этихъ движеній, какъ напр., профессія музыканта, то приобрѣтеніе ихъ достигается спеціальнымъ упражненіемъ; сгибательныя движенія отдѣльныхъ пальцевъ ногъ для насъ невозможны, между тѣмъ, мы знаемъ, что спеціальное упражненіе, принятое въ этомъ направленіи, даетъ возможность выполнять при помощи нижнихъ пальцевъ очень сложныя функціи, какъ шитье, письмо, писаніе картинъ и т. п.

Далѣе, если мы перейдемъ къ комбинаціи движеній въ различныхъ сочлененіяхъ, къ сложнымъ движеніямъ, то мы встрѣтимъ цѣлый рядъ такихъ движеній, которыя производятся нами весьма легко и свободно, автоматически, несмотря на ихъ сложность, какъ напр., ходьба, бѣгъ и др.; координація этихъ движеній у нормальнаго человѣка достигаетъ высшей степени совершенства, приобрѣтаемаго упражненіемъ. Съ другой стороны, если мы возьмемъ менѣе сложное движеніе, чѣмъ ходьба, но движеніе, къ которому мы не привыкли, въ которомъ мы не упражнялись, то мы весьма отчетливо почувствуемъ, что для выполненія его мы должны затратить извѣстное количество сознательно-волевой энергіи; при этомъ мы можемъ не достигнуть цѣли и во всякомъ случаѣ почувствуемъ утомленіе; какъ примѣръ такихъ движеній, можно привести быстрое повторное раздвиганіе третьяго и четвертаго пальцевъ верхнихъ конечностей, при условіи, что третій палецъ прижать къ указательному, а четвертый къ пятому; одновременное движеніе одной верхней конечности въ горизонтальной плоскости, перпендикулярной фронтальной плоскости нашего тѣла, при движеніи другой верхней конечности въ вертикальной плоскости, параллельной фронтальной плоскости нашего тѣла, и цѣлый рядъ другихъ движеній; производство этихъ движеній легко достижимо, но требуетъ извѣстнаго упражненія.

Если мы производимъ ритмично какое-либо привычное намъ движеніе и внезапно присоединяемъ къ нему другое, комбинація котораго съ первымъ намъ непривычна, какъ въ послѣднемъ изъ приведенныхъ нами примѣровъ, мы увидимъ, что координація нашихъ движеній нарушится: первое движеніе измѣнитъ свой характеръ подъ вліяніемъ второго, да и второе удастся не сразу; между тѣмъ, въ отдѣльности каждое изъ данныхъ движеній прекрасно нами выполняется; мы имѣемъ въ этомъ примѣрѣ случай тормозящаго вліянія одного движенія на другое; это тормозящее вліяніе зависитъ отъ непривычнаго для насъ сочетанія двухъ данныхъ движеній, координирующій центръ котораго отсутствуетъ. Болѣе или менѣе настойчивымъ упражненіемъ въ производствѣ непривычной для насъ комбинаціи движеній мы достигаемъ развитія соотвѣтствующаго координирующаго центра, комбинація становится привычной и выполняется нами безъ всякаго затрудненія.

Съ другой стороны, есть цѣлый рядъ движеній, которыя при совмѣстномъ ихъ выполненіи облегчаютъ одно другое; какъ на примѣрѣ такой комбинаціи движеній, можно указать на маханіе руками при ходьбѣ и нѣкоторыя другія.

По предложенію академика *В. М. Бехтерева* я взялъ на себя задачу выяснитъ путемъ примѣненія графическаго метода изслѣдованія, въ какомъ отношеніи одни къ другимъ находятся различныя комбинаціи нашихъ движеній, т. е., комбинаціи какихъ движеній взаимно облегчаютъ другъ друга, безразличны одно для другого и тормозятъ одно другое,—короче говоря, выяснитъ вліяніе однихъ движеній на другія.

Заняться сразу изученіемъ взаимнаго отношенія различныхъ сложныхъ движеній съ примѣненіемъ графическаго метода было бы слишкомъ большой и широкой задачей, какъ по самому количеству возможныхъ комбинацій, такъ и по отсутствію достаточно удовлетворительныхъ аппаратовъ для записи сложныхъ движеній. Поэтому я выбралъ одно простое

движеніе, которое легко записать, и занялся изученіемъ вліянія на это движеніе ряда другихъ движеній. Я выбралъ для записи сгибательное движеніе средняго пальца верхней конечности, которое прекрасно записывается посредствомъ эргографа *Mosso*.

Не буду останавливаться на описаніи эргографа, которое желающіе могутъ найти въ работѣ самого *Mosso*¹⁾, а также въ психологическомъ изслѣдованіи *Binet et Henri*²⁾ „*La fatigue intellectuelle*“.

Перехожу къ описанію обстановки своихъ опытовъ, суть которыхъ заключалась въ томъ, что записывалось ритмическое сгибательное движеніе средняго пальца, большею частью, правой руки изслѣдуемаго лица, при чемъ одновременно это лицо должно было производить по указанію экспериментатора различныя движенія въ свободныхъ конечностяхъ; вліяніе этихъ движеній отражалось болѣе или менѣе замѣтно на записывавшейся кривой.

Въ большинствѣ опытовъ записывались движенія праваго средняго пальца, такъ какъ эргографъ *Mosso* приспособленъ для правой руки; можно имъ пользоваться, правда, и для записи движеній лѣвой руки, но съ меньшимъ удобствомъ.

Эргографъ помѣщался на столѣ, высота котораго была рассчитана такимъ образомъ, что сидѣвшее около стола изслѣдуемое лицо могло положить предплечіе своей руки на верхнюю доску эргографа, почти не поднимая плеча и не отводя сколько-нибудь значительно локтя отъ туловища; изслѣдуемому лицу предоставлялось выбрать наиудобнѣйшее для него положеніе аппарата; если столъ съ аппаратомъ оказывался высокимъ для изслѣдуемаго, это препятствіе устранялось поднятіемъ вывинчиваемаго сидѣнія стула, на которомъ сидѣлъ

¹⁾ *Mosso*. Arch. ital. de Biologie. XIII. 180, p. 125.

²⁾ A. Binet et V. Henri. La Fatigue intellectuelle. Paris. Schleicher freres. 1898, p. 175.

изслѣдуемый. Послѣ того, какъ положеніе эргографа было установлено, рука изслѣдуемаго укрѣплялась въ немъ; второй и четвертый пальцы вставлялись въ гнѣзда у передняго края верхней доски аппарата, при чемъ средній палецъ попадалъ въ вырѣзку передняго края доски; большой и пятый пальцы, кисть руки и предплечіе укрѣплялись въ неподвижномъ положеніи специально пригнанными широкими ремнями съ подвижными зажимными гайками; укрѣпленное предплечіе и всѣ пальцы, кромѣ средняго, плотно и неподвижно лежали на столикѣ эргографа, но ремни, конечно, затягивались лишь для приданія рукѣ постояннаго положенія, они не гнѣсли ее слишкомъ, рука не затекала, кровообращеніе совершалось свободно.

Для записи движенія средняго пальца существуетъ при эргографѣ *Masso* специальное приспособленіе, состоящее изъ пера, передвигающагося по горизонтальной оси, укрѣпленной на двухъ вертикальныхъ штативахъ; перо движется параллельно лентѣ, раздѣленной на сантиметры и натянутой на тѣхъ же штативахъ; на средній палецъ надѣвается металлическая перчатка, соединяющаяся струною съ основаніемъ пера; при сгибаніи пальца перо передвигается на опредѣленное число сантиметровъ—степень передвиженія можетъ быть или просто отмѣчена цифрою, или записана перомъ на вращающемся закопченномъ цилиндрѣ; тяжесть, перекинутая черезъ блокъ, прикрѣпленный къ столу, и соединенная съ основаніемъ пера со стороны противоположной мѣсту прикрѣпленія струны, идущей отъ пальца, возвращаетъ перо въ первоначальное положеніе.

Описанное приспособленіе весьма удобно въ случаѣ непродолжительнаго опыта, такъ какъ бумага закопченнаго барабана весьма быстро расходуется; опытъ часто приходится прерывать, чтобы перемѣнить бумагу на барабанѣ. Мои опыты занимали до двухъ и болѣе часовъ времени, частыхъ перерывовъ не требовали, перерывы дѣлались для отдыха изслѣдуемаго лица, а вовсе не были желательными для перемѣны бу-

маги и нарушенія записи; все что требовало чрезвычайно длинной бумажной ленты для записи движенія пальца, это недостижимо при условіи записи на законченномъ цилиндрѣ. Поэтому я не воспользовался для записи движенія описаннымъ приборомъ *Mosso*, а поступилъ иначе: перчатку, надѣтую на палець, я соединилъ посредствомъ нитки, перекинутой черезъ блокъ, со стекляннымъ перомъ, соединеннымъ съ рычагомъ Marey'евского барабанчика, надѣтаго на вертикальный штативъ; при сгибаніи пальца перо поднималось, записывая чернилами кривую на безконечной бумажной лентѣ кимографа *Ludwig'a*; чтобы перо скорѣе и полнѣе приходило въ свое первоначальное положеніе, къ нему подвѣшивалась двухграммовая гирька. Во всѣхъ опытахъ я пользовался однимъ и тѣмъ же перомъ, разстояніе между перомъ и блокомъ, черезъ который перекидывалась нитка и который находился на концѣ стержня, укрѣпленнаго надъ перомъ на томъ же вертикальномъ штативѣ, что и самое перо, и разстояніе между блокомъ и эргографомъ было одно и то же; безъ соблюденія указаннаго условія трудно сравнивать кривыя, записанныя въ различныхъ опытахъ. Примѣненный мною способъ записи имѣлъ то преимущество, что давалъ возможность избѣгнуть нежелательныхъ перерывовъ опыта, давалъ одну непрерывную кривую любой желаемой длины, да и обращеніе съ червильной кривой гораздо проще, чѣмъ съ кривой, записанной на законченной бумагѣ.

Кромѣ кривой движенія пальца, на той же лентѣ кимографа записывалась при помощи электромагнита съ перомъ, метронома и аккумулятора хронограмма, на которой отмѣчались полусекунды.

Во всѣхъ опытахъ лента кимографа двигалась съ одной и той же скоростью.

Какъ уже было упомянуто, изслѣдуемое лицо сидѣло около стола на табуретѣ съ выдвигнымъ сидѣньемъ; высота сидѣнья устанавливалась съ такимъ расчетомъ, чтобы ноги изслѣдуемаго находились на вѣсу, чтобы онъ не могъ касаться

пола даже концами пальцевъ; такое положеніе изслѣдуемаго составляло необходимое условіе опытовъ, потому что, въ противномъ случаѣ, полъ служилъ бы препятствіемъ свободному сгибательному движенію пальцевъ ногъ, подошвенному сгибанію стопы, сгибанію въ колѣнномъ суставѣ; но чтобы изслѣдуемое лицо не утомлялось непривычнымъ для него положеніемъ нижнихъ конечностей на вѣсу, ему ставилась подъ ноги низенькая скамеечка, убиравшаяся только на время производства движеній въ нижнихъ конечностяхъ.

Чтобы изслѣдуемое лицо не было стѣснено въ своихъ движеніяхъ, оно снимало съ себя сюртукъ, сапоги и носки; послѣднее было необходимо и для контроля движеній нижнихъ конечностей.

Опыты производились въ отдѣльной комнатѣ, при соблюденіи полной тишины и покоя, безъ присутствія постороннихъ свидѣтелей. До производства опыта испытуемое лицо упражнялось въ производствѣ ритмичныхъ движеній на эргографѣ. Ходъ опыта нѣсколько разъ прерывался для отдыха изслѣдуемаго, какъ только по характеру записывавшейся кривой замѣчались признаки утомленія или изслѣдуемое лицо само заявляло, что начинаетъ утомляться.

Опыты производились надъ двумя служителями лабораторіи, П. и А., и надъ докторомъ Г., любезно согласившимся быть предметомъ моего изслѣдованія, за что и выражаю ему свою признательность. Всѣ трое молодые, крѣпкіе, здоровые люди.

Ходъ опыта заключался въ томъ, что одновременно съ ритмичными движеніями среднего пальца верхней конечности, записывавшимися на лентѣ кимографа, изслѣдуемый производилъ по командѣ рядъ слѣдующихъ движеній:

Въ нижней конечности.

1. Тыльное сгибаніе въ голеностопномъ суставѣ.
2. Подошвенное сгибаніе въ голеностопномъ суставѣ.
3. Поворотъ стопы внаружи.

4. Поворотъ стопы кнутри.
5. Отведение носка кнаружи.
6. Отведение носка кнутри.
7. Сгибаніе пальцевъ.
8. Разгибаніе пальцевъ.
9. Сгибаніе въ колѣнѣ.
10. Разгибаніе въ колѣнѣ.
11. Сгибаніе въ тазобедренномъ суставѣ.

Сначала эти движенія производились въ нижней конечности, одноименной съ работавшей на эргографѣ верхней, затѣмъ въ противоположной нижней конечности и, наконецъ, въ обѣихъ нижнихъ конечностяхъ сразу.

Движенія свободной верхней конечности.

12. Сгибаніе пальцевъ.
13. Разгибаніе пальцевъ.
14. Сгибаніе въ луче-запястномъ суставѣ.
15. Разгибаніе въ луче-запястномъ суставѣ.
16. Вращательныя движенія: пронація и супинація.
17. Сгибаніе въ локтевомъ суставѣ.
18. Разгибаніе въ локтевомъ суставѣ.
19. 20. 21. 22. Плечо: отведение, приведеніе, вращательное движеніе впередъ, назадъ.
23. 24. Движеніе плеча впередъ, назадъ.
25. Подниманіе головы.
26. Опусканіе головы.
27. Поворотъ головы вправо.
28. Поворотъ головы влѣво.
29. Сгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ одноименной, противоположной, обѣихъ нижнихъ конечностей.
30. Разгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ одноименной, противоположной, обѣихъ нижнихъ конечностей.
31. Сгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ свободной верхней конечности.
32. Разгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ свободной верхней конечности.

33. Раздвиганіе пальцевъ верхней конечности.

34. Раздвиганіе пальцевъ нижнихъ конечностей.

Опытъ начинался съ того, что въ теченіе нѣкотораго времени (5—10 мин.) записывалось только движеніе пальца на эргографѣ, записывалась, такъ сказать, кривая нормальнаго, привычнаго для изслѣдуемаго лица движенія; затѣмъ по командѣ производился послѣдовательно рядъ перечисленныхъ движеній; при этомъ я поступалъ такимъ образомъ: изслѣдуемое лицо предупреждалось, что по командѣ „разъ“ оно должно выполнить опредѣленное движеніе; это предупрежденіе не отражалось замѣтнымъ образомъ на записываемой кривой, всѣ изслѣдованныя мною лица сразу же были въ состояніи выслушивать предупрежденіе о предстоящемъ движеніи, не измѣняя ритмичныхъ движеній пальца; черезъ нѣсколько секундъ послѣ предупрежденія произносилось слово „разъ“, одновременно съ которымъ изслѣдуемый выполнялъ требуемое движеніе; команда „разъ“ отмѣчалась штрихомъ отмѣтчика на лентѣ кимографа.

Предупрежденіе о предстоящемъ движеніи имѣло важное значеніе въ моихъ опытахъ: оно давало возможность изслѣдуемому лицу составить представленіе о требуемомъ отъ него движеніи, такъ что при командѣ „разъ“ ему оставалось только перевести въ дѣйствіе готовый двигательный образъ; изслѣдуемый уже не тратилъ времени и умственной энергіи на воспріятіе объясненія о предстоящемъ движеніи, на воспроизведеніе его двигательнаго образа, что, конечно, отражалось на характерѣ кривой, если требовалось составить представленіе о предстоящемъ движеніи и выполнить его сразу; подобная обстановка опыта была для меня нежелательной, такъ какъ меня интересовалъ вопросъ о вліяніи одного движенія на одновременное ему другое, т. е., вліяніе переведенія путемъ волевого импульса готоваго представленія объ опредѣленномъ движеніи въ это движеніе на другое опредѣленное движеніе, а не вопросъ объ этомъ вліяніи въ связи съ воспріятіемъ

извѣстнаго объясненія и возникновеніемъ представленія о предстоящемъ движеніи.

Каждое движеніе повторялось по нѣскольку разъ (3—4 раза); повторялось движеніе или производилось новое движеніе послѣ того, какъ кривая среднего пальца, видоизмѣненная подъ вліяніемъ другого движенія, снова возвращалась къ нормѣ; если же другое движеніе не видоизмѣняло ея, то до повторенія этого движенія или до производства новаго выжидался приблизительно такой же промежутокъ времени, какъ и при видоизмѣненіи кривой: отъ начала одного движенія до другого, обыкновенно, проходило отъ 30—60 сек.

Передъ началомъ опыта изслѣдуемое лицо предупреждалось, что при выполненіи того или иного движенія оно должно, по возможности, стараться затратить лишь силу, необходимую для производства даннаго движенія, избѣгая излишняго напряженія соответствующихъ мышцъ; правда, при нѣкоторыхъ опытахъ, по моему предложенію, изслѣдуемыя лица производили рядъ движеній, сильно напрягая ту или иную группу мышцъ; кромѣ того, мною были произведены опыты, въ которыхъ движеніе сопровождалось довольно значительнымъ сопротивленіемъ,—а именно, для выполненія требуемаго движенія изслѣдуемое лицо должно было преодолѣть сопротивление, въ видѣ тяжести довольно тяжелой гири, препятствовавшей данному движенію, но объ этихъ опытахъ подробнѣе будетъ сказано ниже.

Въ общей сложности, надъ упомянутыми тремя лицами было произведено 8 опытовъ, въ теченіе которыхъ на кривыхъ кимографа около 1000 разъ было отмѣчено измѣненіе кривой среднего пальца, совпадавшее съ одновременнымъ выполненіемъ другихъ движеній.

Позволю себѣ не приводить протокольнаго изложенія опытовъ, такъ какъ обстановка ихъ была совершенно одинаковая, и результаты ихъ, какъ будетъ видно изъ дальнѣйшаго общаго изложенія, почти тождественны.

Разсмотримъ сначала характеръ нормальной кривой средняго пальца.

Средній палецъ верхней конечности производилъ непрерывный рядъ, по возможности, ритмичныхъ сгибательныхъ и разгибательныхъ движеній въ пястно-фалангеальномъ сочлененіи; этотъ рядъ движеній записывался на лентѣ кимографа, въ видѣ ряда волнъ, ритмичность которыхъ зависѣла, конечно, отъ ритмичности движеній пальца; сгибаясь, палецъ тянулъ съ собою нитку, перекинутую черезъ блокъ къ перу и поднималъ его; при разгибаніи пальца перо съ привѣшеною къ нему гирькою опускалось, въ свою очередь натягивая нитку; слѣдовательно, на лентѣ кимографа сгибаніе пальца изображалось восходящею частью волны, а разгибаніе—нисходящею. Амплитуда волны зависѣла, само собою, отъ ширины размаха средняго пальца, ширина волны опредѣлялась скоростью движеній пальца. При записи нормальной кривой обращалось вниманіе на то, чтобы изслѣдуемое лицо давало возможно равномерную нормальную кривую, что обычно и достигалось черезъ нѣсколько минутъ упражненія. Часто въ началѣ опыта изслѣдуемое лицо давало кривую, состоящую изъ низкихъ и узкихъ волнъ, затѣмъ переходило къ кривой изъ высокихъ и узкихъ или широкихъ волнъ, затѣмъ оставалась на среднихъ между первыми и послѣдними, смотря потому, какой характеръ движеній пальца оказывался для него наиболѣе удобнымъ; выбравъ наиболѣе удобный для себя темпъ движенія, изслѣдуемый, обыкновенно, придерживался его и при слѣдующихъ опытахъ. Каждому лицу предоставлялось путемъ опыта выбрать наиболѣе удобный для него темпъ движеній; при этомъ оказалось, что этотъ темпъ для различныхъ лицъ различенъ; онъ отличается, какъ по скорости движенія, такъ и по ширинѣ размаха. Скорость движенія, опредѣляемая рядомъ условій, входитъ въ оцѣнку которыхъ въ моихъ опытахъ я не имѣю основаній, колебалась въ небольшихъ предѣлахъ, а именно: различныя лица въ различныхъ опытахъ производили отъ 2,3 до 5 движеній

въ секунду; это крайнія цифры, такъ, 2,3 движенія (за цѣлое движеніе принимается сгибаніе и разгибаніе пальца) въ секунду было только у одного лица въ одномъ опытѣ, обыкновенно же изслѣдуемыя лица производили отъ 3,5 до 4,5 движеній въ секунду. Амплитуда движеній не находилась въ связи съ ихъ скоростью; такъ, лицо, производившее до 5 движеній, давало наибольшую амплитуду, наименьшая амплитуда была у другого лица, при 3,7 движеній и нѣсколько большая при 2,3 движеній. Какъ въ скорости движеній, такъ и въ ширинѣ размаха, отмѣчаемаго кривою, играютъ роль индивидуальныя условія; между прочимъ, длина пальцевъ изслѣдуемаго лица значительно обусловливаетъ амплитуду движеній.

При записи нормы у одного и того же лица въ одномъ и томъ же опытѣ также были колебанія, какъ скорости движеній, такъ и ширины размаха. Колебанія скорости движеній были незначительны, обнаруживаясь замѣтно лишь въ началѣ опыта, пока изслѣдуемое лицо не успѣло выбрать удобнѣйшаго для него ритма движеній; но разъ ритмъ былъ избранъ, онъ сохранялся съ большою точностью въ теченіе всего опыта. Обычны были колебанія амплитуды движеній, отличавшіяся довольно правильною періодичностью, вслѣдствіе которой кривая волнъ отдѣльныхъ движеній въ свою очередь шла волнообразно, нѣсколько напоминая дыхательныя волны пульсовой кривой. Эти колебанія амплитуды движеній, благодаря ихъ правильности, позволяли отличать измененія амплитуды, зависѣвшія отъ вліянія постороннихъ агентовъ.

Для поясненія вышесказаннаго, приводимъ двѣ нормальныя кривыя, взятыхъ изъ различныхъ опытовъ надъ различными лицами. (См. рис. 1, 2).

Пользуясь кривыми своихъ опытовъ вообще и отчасти основываясь на приведенныхъ рисункахъ, попробую установить главныя общія свойства нормальной кривой движенія средняго пальца; сдѣлать это необходимо, чтобы имѣть основанія судить объ уклоненіи кривой отъ нормы, а, слѣдова-

тельно, и объ измѣненіи характера самаго движенія подъ вліяніемъ какого-либо агента. Первое свойство нормальной кривой, зависящее отъ большаго или меньшаго постоянства скорости движенія—это ея ритмичность, выражающаяся приблизительно одинаковымъ числомъ волнообразныхъ колебаній ея въ секунду. *Нормальная кривая ритмична.*

Амплитуда волнъ нормальной кривой довольно постоянна: волны повышаются и понижаются довольно равномерно и правильно; бываютъ время отъ времени довольно рѣзкіе и неравномерные подъемы или паденія кривой, но они встрѣчаются эпизодически и не могутъ служить препятствіемъ къ принятію положенія, что *амплитуда нормальной кривой*, въ общемъ, *отличается довольно значительнымъ постоянствомъ.* Отдѣльныя волны кривой также имѣютъ нѣкоторыя свойства, зависящія отъ характера отдѣльныхъ движеній; онѣ характеризуются крупнымъ и равномернымъ подъемомъ и такимъ же паденіемъ; эта равномерность подъема и опусканія бываетъ особенно хорошо выражена при быстромъ темпѣ движенія (см. рис. 2) и нѣсколько нарушается при замедленіи темпа (рис. 1). Вершины подъемовъ и паденій кривой могутъ быть острыми и тупыми, закругленными; этотъ рисунокъ вершинъ обуславливается скоростью, съ которою одно отдѣльное движеніе смѣняется другимъ, въ нашихъ опытахъ—сгибаніе пальца, его разгибаніемъ и обратно. Для легкости и правильности сужденія объ измѣненіи кривой подъ вліяніемъ того или иного фактора важно, чтобы вершины имѣли возможно равномерныя очертанія; такую равномерность мы видимъ на нормальной кривой, хотя, конечно, она относительна. Рассматривая восходящую и нисходящую части волнообразныхъ колебаній кривыхъ движенія, мы видимъ на нихъ еще небольшія вторичныя колебанія; эти колебанія обычно бываютъ въ началѣ восходящей и въ началѣ нисходящей части волны; при медленныхъ движеніяхъ правильность ихъ нарушается, при движеніяхъ быстрыхъ и равномерныхъ они отличаются большимъ постоянствомъ (рис. 2); наличность этихъ вторич-

ныхъ волнъ объясняется нестрогой равномерностью движеній средняго пальца; этимъ движеніямъ присущъ въ нѣкоторой степени дергающій характеръ. Появленіе вторичныхъ колебаній не можетъ зависѣть отъ несовершенства примѣнявшагося мною записывающаго аппарата; противъ такого предположенія говоритъ неправильное расположеніе ихъ при медленномъ темпѣ движенія—въ серединѣ или въ концѣ восходящей и нисходящей части волны (рис. 1). Иногда на восходящей или нисходящей части волны встрѣчается два вторичныхъ колебанія.

Наличность разобранныхъ здѣсь свойствъ опредѣляетъ нормальную кривую движенія. Измѣненіе этихъ свойствъ заставляеть предположить возникновеніе какого-либо фактора препятствующаго движенію.

Изъ вышеизложеннаго видно, что общій видъ нормальной кривой и отдѣльныя ея волны далеко не представляютъ математической правильности; очевидно, что и при записи нормы время отъ времени обнаруживаютъ свое дѣйствіе факторы, вліяющіе на правильность движенія; сюда относится, физическое утомленіе, отвлеченіе вниманія изслѣдуемаго отъ предмета изслѣдованія, появленіе въ содержаніи сознанія испытываемаго постороннихъ представленій, измѣняющихъ характеръ движенія, наконецъ, случайное движеніе изслѣдуемаго лица—все это факторы, вліяющіе на движеніе, а слѣдовательно, и на правильность кривой движенія. Конечно, въ задачу эксперимента также входитъ исключить вліяніе указанныхъ факторовъ, препятствующихъ чистотѣ опыта; къ сожалѣнію, это далеко не всегда возможно: мы устраняемъ вліяніе физическаго утомленія, давая изслѣдуемому время отъ времени отдохнуть, благодаря чему намъ почти не приходится считаться съ вліяніемъ этого фактора; мы просимъ изслѣдуемое лицо повнимательнѣе отнестись къ опыту, не думать ни о чемъ постороннемъ, устраняемъ, по возможности, всякія случайныя вѣдшія раздраженія, какъ шумъ, солнечный лучъ

и тому под., но тѣмъ не менѣе мы не гарантированы, что вниманіе изслѣдуемаго не отвлечется въ сторону; мы удобно усаживаемъ изслѣдуемаго, но, тѣмъ не менѣе онъ можетъ испытать чувство неловкости и подвинуться самъ и потянуть руку; движеніе пальца которой записывается. Разъ совершенно устранить указанные факторы невозможно, нужно умѣть отличить на кривой ихъ вліяніе отъ вліянія изучаемаго фактора; это достигалось въ моихъ опытахъ слѣдующимъ образомъ: во-первыхъ, изслѣдуемое лицо сообщало, если оно измѣнило характеръ движенія подъ вліяніемъ случайныхъ условій, не входившихъ въ програму опыта; во-вторыхъ, разбирая полученные мною кривыя, я предпочиталъ совершенно игнорировать измѣненія хода кривой, причина которыхъ была сомнительной; въ-третьихъ, заставляя изслѣдуемаго по командѣ произвести движеніе, вліяніе котораго на движеніе среднего пальца изучалось, я старался выбирать моментъ, когда кривая среднего пальца шла равномерно въ теченіе нѣкотораго времени; въ-четвертыхъ, совпаденіе измѣненія кривой со временемъ производства изучаемаго движенія, повторность этого измѣненія при повтореніи того же движенія и сходство измѣненія кривой при повтореніи одного и того же движенія—все это признаки, устанавливающіе зависимость измѣненія кривой отъ изучаемаго фактора.

Качество измѣненія отдѣльныхъ волнъ кривой движенія подъ вліяніемъ различныхъ факторовъ можетъ служить лишь весьма и весьма относительнымъ критеріемъ для характеристики фактора, вызывающаго это измѣненіе; въ самомъ дѣлѣ, движеніе можетъ ускоряться, замедляться и задерживаться до полной остановки; это измѣненіе движенія можетъ быть равномернымъ и неравномернымъ, прерывистымъ; можетъ измѣняться величина размаха; всѣ эти условія движенія отразятся на кривой увеличеніемъ или уменьшеніемъ числа отдѣльныхъ волнъ въ секунду, болѣе или меньшей крутизной восходящихъ и нисходящихъ частей отдѣльныхъ волнъ, появленіемъ болѣе или менѣе значительнаго числа вторичныхъ колебаній,

закругленіемъ или заостреніемъ вершинъ отдѣльныхъ волнъ, измѣненіемъ ихъ амплитуды въ ту или другую сторону,—но все это признаки, появленіе которыхъ можетъ быть вызвано различными факторами. Принимая во вниманіе только что сказанное, я не упомянулъ объ этихъ признакахъ, какъ доказывающихъ измѣненіе кривой движенія въ зависимости отъ изучавшагося мною фактора, а поставилъ доказательствомъ этой зависимости совпаденіе измѣненія кривой движенія по времени, повторность этого совпаденія и, наконецъ, сходство измѣненія кривой при повторномъ совпаденіи по времени съ изучаемымъ движеніемъ.

Перейдемъ къ изученію измѣненій кривой движенія средняго пальца подъ вліяніемъ другихъ движеній.

Вліяніе движеній свободной верхней конечности.

Сгибаніе пальцевъ: незначительно отражается на кривой легкой задержкой движенія въ стадіи сгибанія или разгибанія; амплитуда задержаннаго движенія не мѣняется рѣзко, она обычно нѣсколько уменьшена, амплитуда слѣдующаго движенія большею частью увеличивается въ направленіи сгибанія; послѣ 2—3-хъ движеній кривая приходитъ къ нормѣ; изслѣдуемая лица послѣ повторенія движенія 3—4 раза осваиваются съ нимъ, такъ что оно почти перестаетъ отражаться на кривой. *Разгибаніе пальцевъ:* тоже задержка съ измѣненіемъ амплитуды движеній, которая большею частью уменьшается; иногда амплитуда вслѣдъ за этимъ увеличивается, чаще въ направленіи разгибанія; рѣзче всего результатъ замѣтенъ при первомъ движеніи, онъ быстро сглаживается при его повтореніи. *Сгибаніе кисти:* отражается на кривой рѣзче предыдущихъ движеній, задержка выражена приблизительно въ той же степени, но амплитуда движеній часто увеличивается вдвое противъ нормы, возвращаясь къ нормѣ лишь черезъ 5—6 движеній; вліяніе сгибанія кисти замѣтно на кривой послѣ 6—7 повтореній. *Разгибаніе кисти:* отличается отъ вліянія сгибанія тѣмъ, что задержка движенія часто предшествуетъ или совпадаетъ съ нею увеличеніемъ амплитуды движеній, а иногда и ускоренное движеніе. *Пронація и супинація* тоже отражаются задержкой, увеличеніемъ амплитуды движенія и послѣдующими нѣсколькими неправильными колебаніями кривой, но вліяніе пронаціи и супинаціи слабѣе вліянія сгибанія и разгибанія кисти. *Сгибаніе въ локтевомъ суставѣ:* задержка движенія при рядѣ мелкихъ движеній съ небольшою амплитудой, затѣмъ быстрое движеніе съ увеличенной амплитудой и постепенное, довольно быстрое выравниваніе кривой;

или 2—3 ускоренныхъ движенія съ увеличенной амплитудой, послѣ чего 2—3 мелкихъ задержанныхъ движенія и выравниваніе кривой; вліаніе сгибанія локтя рѣзко уменьшается послѣ 3—4-хъ повтореній. *Разибаніе локтя*: задержка при уменьшенной амплитудѣ, иногда задержкѣ предшествуетъ 1—2 ускоренныхъ движенія съ большой амплитудой. *Движенія въ плечевомъ суставѣ*: отведеніе, приведеніе, ротация съ направленіемъ движенія конечности впередъ и назадъ, поднятіе конечности впередъ, назадъ: задержкой, замедленіемъ 2—3-хъ движеній съ незначительнымъ увеличеніемъ амплитуды; рѣзче всего отражается на кривой ротация назадъ, вызвавшая въ одномъ случаѣ цѣлый рядъ движеній съ уменьшенной вдвое амплитудой, замедленныхъ, кривая приняла нормальный видъ лишь послѣ 13-ти размаховъ. *Сгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ верхней конечности*: ясное измѣненіе амплитуды движеній, довольно скоро выравнивающееся, безъ сколько-нибудь значительной задержки движеній. *Разибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ верхней конечности*: отражается такъ же, какъ и сгибаніе, безъ рѣзкой разницы. *Подниманіе головы къверху*: задержка движенія; увеличеніе амплитуды движенія въ направленіи вверхъ и слѣдующаго движенія въ направленіи внизъ, затѣмъ постепенное выравниваніе кривой; иногда это движеніе отражается на кривой не такъ рѣзко. *Опусканіе головы книзу*: даетъ приблизительно такую же картину. *Поворотъ головы направо и налево*: тоже отражается замедленіемъ движенія и увеличеніемъ амплитуды движенія въ направленіи вверхъ; движеніе, сдѣлавшееся неправильнымъ, тотчасъ же выравнивается, вообще, вліаніе этого движенія слабѣе отражается на кривой средняго пальца, нежели предыдущее движеніе.

Вліяніе движеній нижнихъ конечностей:

Нижней конечности, одновременной записывающей верхней конечности.

Нижней конечности противоположной записывающей верхней конечности.

Обѣихъ нижнихъ конечностей.

Сгибаніе и разгибаніе пальцевъ отражается на кривой весьма незначительнымъ ускореніемъ и послѣдующимъ замедленіемъ движенія.

Отражается явнымъ замедленіемъ движенія, повышеніемъ кривой и послѣдующими нѣсколькими неправильными колебаніями. Сгибаніе отражается сильнѣе разгибанія.

Рѣзкое измѣненіе кривой, выступающее отчетливѣе при разгибаніи пальцевъ. При разгибаніи задержка вт фазѣ разгибанія пальца при увеличеніи амплитуды съ послѣдующими неправильными размахами съ вторичными колебаніями.

Тыльное сгибаніе въ голеностопномъ суставѣ отражается значительнымъ замедленіемъ движенія при уменьшеніи его амплитуды вдвое противъ нормы при нѣкоторомъ пониженіи кривой; послѣдующее выравниваніе кривой послѣ 5—6 замедленныхъ движеній; при повтореніи движенія 3—4 раза—привыканіе къ движенію, которое слабѣе и слабѣе отражаетъ на кривой.

Такое же измѣненіе кривой, но въ нѣкоторыхъ случаяхъ первоначальное ускореніе движенія при увеличеніи амплитуды размаха болѣе, чѣмъ вдвое, съ послѣдующей задержкой и рѣзкимъ уменьшеніемъ амплитуды. Болѣе медленное привыканіе къ движенію.

Вліяніе движенія того же характера, что и при движеніи въ одной нижней конечности, но сильнѣе отражается на кривой; особенно рѣзко выражено въ нѣкоторыхъ случаяхъ увеличеніе амплитуды размаха и рядъ неправильныхъ мелкихъ вторичныхъ колебаній.

Подожвенное сгибаніе въ томъ же суставѣ отражается противоположно предыдущему; а именно, замедленіемъ движенія при общемъ повышеніи кривой и рѣзкомъ уменьшеніи амплитуды отдѣльныхъ размаховъ. Движеніе отражается рѣзче предыдущаго и выравниваніе кривой происходитъ медленнѣе.

Задержка съ повышеніемъ кривой, вторичными неправильными колебаніями, рѣзкое увеличеніе амплитуды размаха съ послѣдующимъ уменьшеніемъ ея и рядомъ неправильныхъ движеній.

Тотъ же характеръ измѣненія кривой, но явленія выступаютъ рѣзче.

Отведеніе носка кнаружи — замедленіе движенія, подъемъ кривой, сначала уменьшеніе, а затѣмъ ускореніе и увеличеніе размаховъ; выравниваніе кривой послѣ 5—6 размаховъ. Медленное привыканіе къ движенію, отражающемуся на кривой послѣ 5—6 повтореній.

Отведеніе носка кнутри — повышеніе кривой, неправильное движеніе, то ускоренное, то замедленное; амплитуда то уменьшена, то увеличена, появленіе вторичныхъ колебаній; выравниваніе кривой послѣ 7—9 размаховъ.

Поворотъ стопы кнаружи — небольшое замедленіе, неправильные размахи, быстрое выравниваніе кривой.

Поворотъ стопы кнутри — приблизительно тотъ же эффектъ.

Сгибаніе въ колѣнномъ суставѣ — рѣзкое замедленіе движенія, задержка, затѣмъ увеличеніе амплитуды размаха, часто появленіе неправильныхъ вторичныхъ колебаній; при многократномъ повтореніи движенія оно всетаки отражается на кривой.

Разгибаніе колѣна — рѣзкая задержка и уменьшеніе амплитуды размаха, затѣмъ рядъ неправильныхъ то ускоренныхъ, то замедленныхъ движеній при чередуемомъ увеличеніи и уменьшеніи размаха; кривая выравнивается медленно, чѣмъ въ предыдущемъ случаѣ.

Такой же приблизительно результатъ, какъ и при движеніи въ одноименной нижней конечности.

Такой же приблизительно результатъ, какъ и при движеніи въ одноименной нижней конечности.

Болѣе рѣзкое вліяніе: задержка движенія съ значительнымъ увеличеніемъ амплитуды размаха, какъ въ направленіи сгибанія, такъ и въ противоположномъ; или ускореніе движенія при увеличеніи амплитуды, послѣдующая задержка и рядъ неправильныхъ движеній.

При поворотѣ стопы кнутри — приблизительно тотъ же результатъ.

Такой же приблизительно эффектъ, какъ и при сгибаніи въ одноименной конечности.

Чаще пониженіе, чѣмъ повышеніе кривой (какъ въ предыдущемъ случаѣ), дающей рядъ неправильныхъ колебаній. Очень медленное привыканіе къ движенію.

Вліяніе движенія отражается на кривой лишь немногого рѣзче, чѣмъ при движеніи въ одной конечности.

Движеніе носка кнаружи отражается на кривой рѣзче, чѣмъ движеніе кнаружи и значительно рѣзче, чѣмъ движеніе въ одной конечности; кривая выравнивается лишь послѣ 8—10 размаховъ, размахи неправильны, на кривой много вторичныхъ колебаній.

Вліяніе движенія весьма рѣзкое, въ некоторыхъ случаяхъ получается два размаха съ амплитудой, увеличенной вдвое, и съ задержкой движенія.

Поворотъ стопы кнутри даетъ приблизительно тотъ же результатъ.

Эффектъ болѣе рѣзкій, чѣмъ при движеніи въ одной конечности; увеличеніе амплитуды размаха часто втрое противъ нормы, въ направленіи сгибанія или разгибанія, послѣдующія ускоренныя и неправильныя колебанія кривой.

Отражается на кривой рѣзче предыдущаго движенія; характеръ измѣненія кривой тотъ же, что и при движеніи въ одной конечности.

Сгибаніе въ тазобедренномъ суставѣ отражается рѣзче предыдущихъ движеній, въ смыслѣ задержки движенія, измѣненія амплитуды движеній и продолжительности неправильнаго хода кривой.

Раздвиганіе пальцевъ въ большинствѣ случаевъ вызываетъ пониженіе кривой, задержку движенія, рядъ мелкихъ неправильныхъ колебаній; или просто рядъ ускоренныхъ неправильныхъ движеній съ измѣненной амплитудой; кривая быстро выравнивается. Многократно повторенное движеніе всетаки отражается на кривой.

Сгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ нижней конечности весьма рѣзко отражается на кривой, — увеличеніе амплитуды размаховъ, задержка, далье, рядъ неправильныхъ, то замедленныхъ, то ускоренныхъ размаховъ различной амплитуды, весьма медленное выравниваніе кривой (послѣ 15—20 движеній).

Разгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ нижней конечности тоже весьма рѣзко отражается на кривой задержкой и измѣненіемъ амплитуды размаховъ или рядомъ ускоренныхъ, неправильныхъ размаховъ; медленное, постепенное выравниваніе кривой и медленное привывканіе къ движенію. Вліяніе этого движенія слабѣе предыдущаго.

Такой же эффектъ, какъ и при сгибаніи въ одноименной конечности.

Тотъ же результатъ, что и при раздвиганіи пальцевъ одноименной конечности, но кривая выравнивается медленнѣе.

Вліяніе тоже въ большинствѣ случаевъ весьма рѣзкое, чаще наблюдается увеличеніе амплитуды размаха въ направленіи разгибанія.

Вліяніе движенія приблизительно такой же силы, какъ и при движеніи въ одноименной конечности.

Эффектъ движенія рѣзко отражается на кривой.

Тотъ же результатъ, что и при движеніи въ одной конечности, почти столь же быстро выравниваніе кривой; первоначальная задержка движенія то въ фазѣ сгибанія, то въ фазѣ разгибанія.

Вліяніе сгибанія въ обѣихъ нижнихъ конечностяхъ обнаруживается наиболѣе рѣзкимъ образомъ; обыкновенно наблюдается общее пониженіе кривой, съ явленіями задержки движеній и увеличеніемъ или уменьшеніемъ амплитуды размаховъ; медленное выравниваніе кривой и весьма медленное привывканіе къ движенію.

Вліяніе значительно рѣзче, чѣмъ при движеніяхъ въ одной конечности. Характеръ измѣненія кривой движенія приблизительно тотъ же.

Изъ только-что приведенной протокольной записи полученныхъ результатовъ съ несомнѣнностью слѣдуетъ, что различныя движенія нашихъ членовъ отражаются на опредѣленномъ одновременномъ съ ними другомъ движеніи измѣненіемъ характера этого послѣдняго; измѣненіе характера движенія проявляется въ измѣненіи скорости движенія (задержка или ускореніе движенія), въ измѣненіи амплитуды размаховъ (увеличеніе или уменьшеніе амплитуды), въ неправильности и неравномѣрности отдѣльныхъ движеній (неправильныя и неравномѣрныя очертанія волнообразныхъ колебаній кривой движенія) и въ утратѣ плавности и непрерывности движенія (вторичныя волны на кривой движенія), т. е., координація движенія нарушается.

Большая или меньшая продолжительность указанныхъ измѣненій движенія и степень рѣзкости, съ которою они выражены, является, конечно, показателемъ силы вліянія одного движенія на другое. Изъ вышеприведеннаго видно, что степень этого вліянія мѣняется по мѣрѣ того, какъ мѣняется оказывающее вліяніе движеніе, такъ, напр., сгибаніе пальцевъ ноги отражается на кривой движенія гораздо слабѣе, чѣмъ сгибаніе въ колѣнномъ суставѣ.

Кромѣ того, мы видимъ, что обычно одно и то же движеніе при повторномъ его производствѣ оказываетъ все болѣе и болѣе слабое вліяніе на кривую постояннаго движенія, т. е., координація движеній нарушается все меньше и меньше; одни движенія, вообще слабо отражающіяся на кривой, перестаютъ оказывать вліяніе уже послѣ двухъ—трехкратнаго ихъ повторенія; другія, даже при многократномъ совмѣстномъ ихъ выполненіи, продолжаютъ отражаться на кривой, хотя и слабѣе, нежели сначала, но тѣмъ не менѣе весьма замѣтно; отсюда слѣдуетъ, что привыканіе къ сочетанному выполненію однихъ движеній происходитъ легче, чѣмъ къ выполненію другихъ.

Изъ разсмотрѣнія общей протокольной записи и соответствующихъ кривыхъ движенія видно, что движенія нижней

конечности рѣзче отражаются на кривой движенія, чѣмъ аналогичныя движенія верхней конечности, напр., сгибаніе въ колѣнномъ суставѣ отражается на кривой рѣзче сгибанія въ локтѣ; далѣе, движенія нижней конечности разноименной верхней, постоянное движеніе которой записывается на кривой, въ большинствѣ случаевъ отражаются на кривой рѣзче, нежели движенія одноименной нижней конечности, и, наконецъ, одновременныя движенія въ обѣихъ нижнихъ конечностяхъ вліяютъ на кривую движенія сильнѣе движеній одной нижней конечности, какъ одноименной, такъ и противоположной записывающей верхней конечности.

Что касается порядка движеній, въ смыслѣ степени ихъ вліянія на постоянное движеніе, то, начиная съ движенія, вліяющаго наиболѣе слабо, и переходя къ движеніямъ, вліяющимъ сильнѣе, онъ представится слѣдующимъ:

Верхняя конечность.

1. Сгибаніе и разгибаніе пальцевъ.
2. Пронація и супинація.
3. Сгибаніе и разгибаніе кисти.
4. Сгибаніе и разгибаніе локтя.
5. Изъ движеній въ плечевомъ суставѣ особенно рѣзко отражается ротаціонное движеніе въ направленіи кзади.
6. Сгибаніе и разгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ.

Нижняя конечность.

1. Сгибаніе и разгибаніе пальцевъ.
2. Поворотъ стопы кнаружи и кнутри.
3. Отведеніе носка кнаружи и кнутри.
4. Тыльное и подошвенное сгибаніе стопы (подошвенное вліяетъ сильнѣе).
5. Раздвиганіе пальцевъ.
6. Сгибаніе колѣна.

7. Разгибаніе колѣна.
8. Сгибаніе въ тазобедренномъ суставѣ.
9. Разгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ.
10. Сгибаніе, по возможности, во всѣхъ суставахъ.

Приведенный порядокъ, въ смыслѣ степени вліянія однихъ движеній на другія, сохранится и въ томъ случаѣ, если мы расположимъ эти движенія по скорости, съ которою изслѣдуемыя лица къ нимъ привыкають, что отражается уменьшеніемъ вліянія этихъ движеній на кривую при повторномъ ихъ выполненіи; это указываетъ на прямое отношеніе, существующее между степенью вліянія движенія на кривую и быстрой привыканія къ извѣстному движенію.

Интересно выяснитъ условія этого вліянія.

Разсматривая таблицу возрастающаго вліянія движеній на кривую, можемъ замѣтить, что степень этого вліянія усиливается по мѣрѣ увеличенія сложности движенія; сложность движенія опредѣляется количествомъ и взаимными отношеніями участвующихъ въ немъ мышцъ, взаимными отношеніями и устройствомъ суставныхъ поверхностей, величиною участвующихъ въ движеніи частей костнаго скелета, большею или меньшею привычкою къ данному движенію; вполне понятно, что усиленіе сложности движенія сопровождается и большею сложностью двигательнаго образа этого движенія, съ большимъ затрудненіемъ вступающаго въ связь съ имѣющимся уже въ сознаніи образомъ постояннаго движенія; вслѣдствіе этого происходитъ какъ бы интерференція волевыхъ импульсовъ, вызывающихъ постоянное движеніе, вліяніе котораго изучается; кромѣ того, болѣе сложное движеніе требуетъ и большаго волевого усилія, большаго мышечнаго напряженія для своего выполненія; тѣ же условія остаются въ силѣ и при выполненіи непривычныхъ движеній (напр., движенія пальцевъ нижнихъ конечностей); движенія въ большихъ су-

ставахъ при значительной длинѣ участвующихъ въ движеніи костей у мышцъ, происхода относительно медленнѣе, уже тѣмъ самымъ нарушаютъ ритмъ постоянного движенія и способствуютъ измѣненію его характера; понятно, что сгибаніе или разгибаніе во всѣхъ суставахъ нижнихъ конечностей, являясь наиболѣе сложнымъ движеніемъ, и отражается рѣзче всего на кривой.

Важнѣйшее значеніе волевого импульса и связанной съ нимъ степени мышечнаго напряженія доказывается лучше всего изученіемъ вліянія пассивныхъ движеній и активныхъ движеній, сопровождающихся болѣе или менѣе сильнымъ мышечнымъ напряженіемъ.

Произведя опыты въ первомъ направленіи, я убѣдился, что даже весьма сложныя пассивныя движенія почти не отражаются измѣненіемъ кривой; въ этихъ случаяхъ активная координація почти не имѣетъ мѣста.

Опыты во второмъ направленіи были произведены надъ двумя изъ лицъ, участвовавшихъ въ первыхъ моихъ опытахъ.

Обстановка опыта измѣнялась лишь въ томъ отношеніи, что движенія затруднялись препятствіемъ, въ видѣ привѣрзлявагося къ конечностямъ груза различной тяжести, а именно, гирь въ 500,0, въ 1000,0, въ 2000,0 и въ 4000,0.

При этомъ получились слѣдующіе результаты: уже такой небольшой грузъ, какъ 500,0 и 1000,0 отразился измѣненіемъ кривой движенія, хотя и незначительнымъ; тѣмъ не менѣе, измѣненія кривой подъ вліяніемъ движеній съ примѣненіемъ этихъ грузовъ выражены отчетливѣе, чѣмъ въ опытѣ надъ тѣмъ же лицомъ безъ примѣненія груза. Увеличеніе груза до 2000,0 сопровождается рѣзкимъ усиленіемъ эффекта, особенно, при движеніяхъ въ обѣихъ нижнихъ нагруженныхъ конечностяхъ. Наибольшая нагрузка (4000,0 на каждую конечность) наиболѣе рѣзко отражается на кривой; при этихъ условіяхъ нѣтъ движенія, которое не отразилось бы вполнѣ отчетливымъ измѣненіемъ кривой.

Наконецъ, весьма рѣзко отражается на кривой мышечное напряженіе, обусловливаемое сильнымъ противодѣйствіемъ извѣстному движенію, въ формѣ противодвиженія, со стороны изслѣдующаго лица: при этомъ измѣняется, какъ величина, такъ и ритмъ размаха кривой въ теченіе времени напряженія мышцъ.

Весьма рѣзко также отражается на кривой замедленное движеніе при возможной неизмѣнности темпа постоянного движенія; ясно, что посылать волевые импульсы различной частоты къ различнымъ совмѣстнымъ движеніямъ затруднительно. Изъ разсмотрѣнія результатовъ нашихъ опытовъ также слѣдуетъ, что различныя движенія отражаются на другихъ движеніяхъ у различныхъ лицъ съ различной силой; равно какъ различныя лица неодинаково скоро привыкаютъ къ болѣе или менѣе совершенному сочетанію данныхъ движеній.

Большее вліяніе измѣненія кривой въ зависимости отъ движеній въ противоположной конечности объясняется, на нашъ взглядъ, иннерваціей этой конечности съ другого полушарія.

Резюмируя вкратцѣ результаты нашего изслѣдованія, приходимъ къ заключенію, что различныя активныя движенія, производимыя одновременно съ другимъ опредѣленнымъ движеніемъ отражаются видоизмѣненіемъ характера этого послѣдняго, даже если это послѣднее движеніе сдѣлалось уже привычнымъ и совершается почти автоматически. Различныя движенія оказываютъ вліяніе различной степени на другое движеніе; степень этого вліянія опредѣляется сложностью и силою этихъ движеній, а также ихъ привычностью, усиливаясь въ зависимости отъ ихъ сложности и мышечнаго напряженія, необходимаго для ихъ выполненія; привыканіе къ одновременному выполненію опредѣленныхъ движеній уменьшаетъ вліяніе одного движенія на другое.

По отношенію къ координаціи движеній, мы можемъ заключить, что совершенная координація движеній возможна

лишь въ томъ случаѣ, если извѣстныя двигательныя представленія вступаютъ между собою въ тѣсную привычную ассоціативную связь; такая связь для движеній, совмѣстное выполнение которыхъ является не совсѣмъ обычнымъ, можетъ достигаться путемъ упражненія. Обычное явленіе, что нѣкоторые лица (фокусники, гимнасты и др.) приходятъ въ этомъ направленіи къ изумительнымъ результатамъ.

Рис. 1.

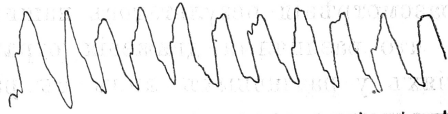


Рис. 2.

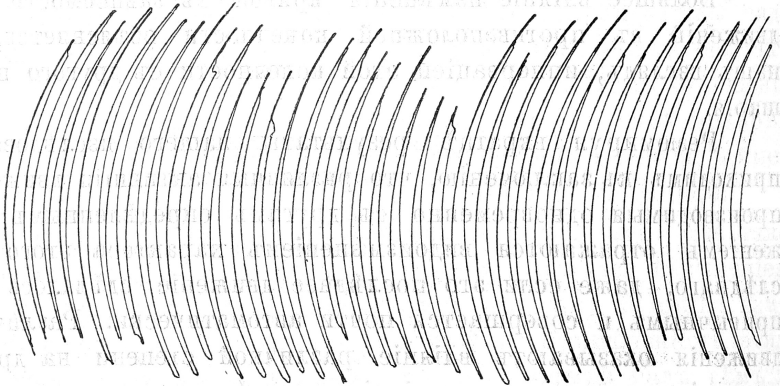


Рис. 3.

Рис. 4.

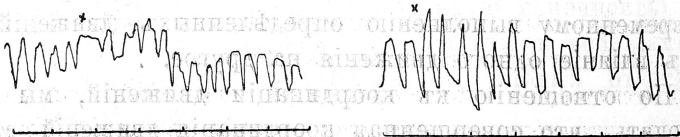


Рис. 5.

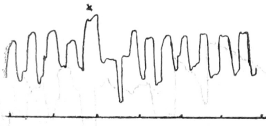


Рис. 6.

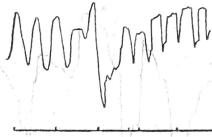


Рис. 7.

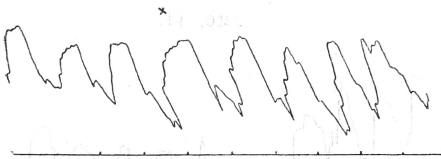


Рис. 8.

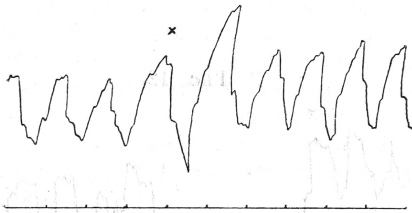


Рис. 9.

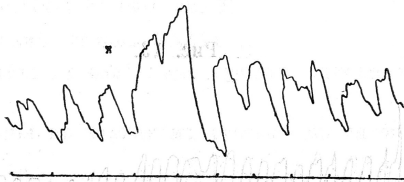


Рис. 10.

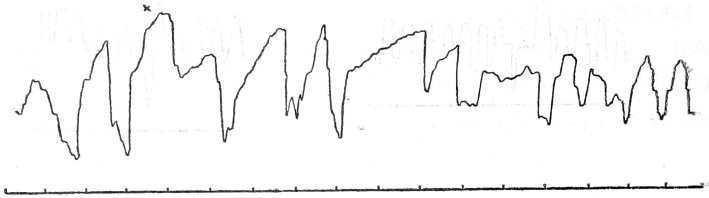


Рис. 11.

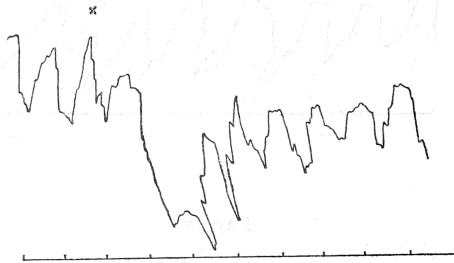


Рис. 12.

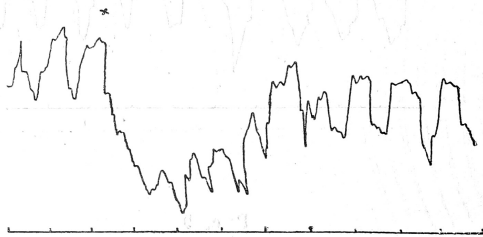


Рис. 13.

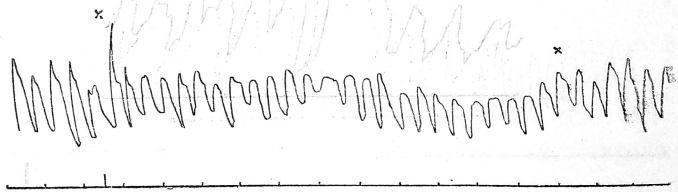
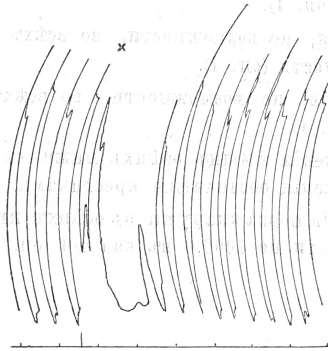


Рис. 14.



Объясненіе кривыхъ.

Кривыя взяты изъ различныхъ опытовъ; взято лишь такое количество кривыхъ, которое мы считали необходимымъ для доказательства выводовъ, дѣлаемыхъ нами изъ нашей работы; какъ нормальныя кривыя, такъ и измѣненныя подѣ вліяніемъ движенія, взяты изъ опытовъ надѣ одними и тѣми же и различными лицами. Всѣ кривыя представляютъ точную копию съ оригинала, уменьшенную при помощи пантографа въ 4 раза. Подѣ каждой кривой помѣщена хронограмма, позволяющая высчитать скорость движенія. Крестикомъ отмѣченъ моментъ движенія, измѣняющаго характеръ нормального движенія.

1. Нормальная кривая движенія среднего пальца (оп. 1).
2. Нормальная кривая движенія среднего пальца (оп. 5).
3. Вліяніе разгибанія пальцевъ верхней конечности (оп. 2).
4. Вліяніе сгибанія въ локтевомъ суставѣ (оп. 2).
5. Вліяніе подниманія головы (оп. 2).
6. Вліяніе опусканія головы (оп. 2).
7. Вліяніе сгибанія въ колѣнномъ суставѣ одноименной нижней конечности (оп. 1).
8. Вліяніе сгибанія въ колѣнномъ суставѣ противоположной нижней конечности (оп. 1).
9. Вліяніе одновременнаго сгибанія въ колѣнномъ суставѣ обѣихъ нижнихъ конечностей (оп. 1).

10. Вліяніе сгибання, по возможности, во всѣхъ суставахъ одноименной нижней конечности (оп. 1).

11. Вліяніе сгибання, по возможности, во всѣхъ суставахъ противоположной нижней конечности (оп. 1).

12. Вліяніе сгибання, по возможности, во всѣхъ суставахъ обѣихъ нижнихъ конечностей (оп. 1).

13. Вліяніе напряженія мышцъ обѣихъ нижнихъ конечностей (оп. 4). Начало и конецъ напряженія обозначены крестиками.

14. Вліяніе отведенія носка кнаружи въ обѣихъ нижнихъ конечностяхъ при сопротивленіи тяжести по 4000,0 въ каждой (оп. 5).

Одностороннее сгибание

Привести кисти рукъ к плечамъ, по возможности, во всѣхъ суставахъ одноименной верхней конечности (оп. 1).
Привести кисти рукъ к плечамъ, по возможности, во всѣхъ суставахъ противоположной верхней конечности (оп. 1).
Привести кисти рукъ к плечамъ, по возможности, во всѣхъ суставахъ обѣихъ верхнихъ конечностей (оп. 1).
Привести кисти рукъ к плечамъ, по возможности, во всѣхъ суставахъ обѣихъ верхнихъ конечностей (оп. 1).
Привести кисти рукъ к плечамъ, по возможности, во всѣхъ суставахъ обѣихъ верхнихъ конечностей (оп. 1).
Привести кисти рукъ к плечамъ, по возможности, во всѣхъ суставахъ обѣихъ верхнихъ конечностей (оп. 1).

1. Нормальное сгибание в плечевом суставе (оп. 1).
2. Нормальное сгибание в локтевом суставе (оп. 2).
3. Вліяніе сгибання в плечевом суставе на сгибання в локтевом суставе (оп. 3).
4. Вліяніе отведенія в плечевом суставе на сгибання в локтевом суставе (оп. 4).
5. Вліяніе подтягиванія к плечу (оп. 5).
6. Вліяніе отведенія кнаружи (оп. 6).
7. Вліяніе отведенія на противоположную сторону (оп. 7).
8. Вліяніе сгибання на противоположной стороне (оп. 8).
9. Вліяніе отведенія на противоположной стороне (оп. 9).