

ОТНОШЕНИЕ
АНАТОМИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ
ГЛАВНЫХЪ БѢЛКОВЫХЪ ВЕЩЕСТВЪ
МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КЪ ХАРАКТЕРУ ЕЯ ДѢЯТЕЛЬНОСТИ.

Проф. А. Я. Данилевскаго.

OTHOLOPHIE

ANATOMIE DES ANIMALS A SANG FROID

PAR M. J. B. DE MEYER

PARIS, 1854

Бѣлковыя вещества мышечной ткани представляютъ ту особенность сравнительно съ бѣлковымъ субстратомъ другихъ, что въ первой ткани они составляютъ почти всю массу чрезвычайно разрощенной и специфически дифференцированной клѣточной протоплазмы. Въ то время какъ въ другихъ тканяхъ, состоящихъ хотя бы изъ весьма дифференцированныхъ клѣтокъ, напр. въ ткани желѣзистой, соединительной, нервной, печеночной и т. д. ядра занимаютъ количественно болѣе или менѣе, но всегда значительную долю клѣтки, въ мышечной ткани, собственно ей принадлежащія ядра представляютъ массу совершенно ничтожную. Специфически дифференцированная клѣточная протоплазма мышечныхъ элементовъ, представляющая собою органъ, непосредственно производящій актъ сокращенія, актъ развитія механическаго передвиженія массъ, эта протоплазма въ поперечно полосатыхъ мышцахъ, о которыхъ здѣсь только и будетъ идти рѣчь, обладаетъ совершенно опредѣленнымъ весьма тонкимъ и сложнымъ строеніемъ. Это строеніе, безъ сомнѣнія, весьма существенный моментъ для возможности осуществленія физиологической функціи мышцъ вообще и поперечно полосатыхъ въ особенности. Но именно въ этомъ вопросѣ встрѣчаются факты, которые съ перваго взгляда кажутся не вполне согласными съ этимъ положеніемъ. Напримѣръ, гладкія мышечныя волокна не обладаютъ правильно и повсемѣстно развитою полосатостью, а между тѣмъ—сокращаются и производятъ значительныя механическія работы. Болѣе того, саркодическая протоплазма низшихъ животныхъ, не показывающая ни слѣда полосатости, — обладаетъ аналогичною способностью сокращенія, активнаго передвиженія массы.—Факты эти несомнѣнны, но они нисколько не уничтожаютъ правильности упомянутаго положенія и вотъ почему. Хотя мы не знаемъ сущности того или тѣхъ физико химическихъ актовъ,—непосредственнымъ слѣдствіемъ кото-

рыхъ является видимое движеніе массы сократительнаго вещества, но мы твердо знаемъ, что вся эта серія процессовъ происходитъ надъ массой вещества, состоящей, за исключеніемъ воды, почти изъ однихъ бѣлковыхъ веществъ. Въ различныхъ родахъ сократительнаго вещества, встрѣчаемыхъ то у одного, то у разныхъ животныхъ, эти бѣлковыя части организованы въ различныя анатомическія формы чрезвычайной тонкости и сложности. И вотъ, широкій обзоръ всѣхъ намъ извѣстныхъ родовъ организацій этихъ бѣлковыхъ массъ въ сократительныхъ протоплазмахъ животныхъ и сопоставленіе каждой организаціи съ характеромъ дѣятельности ей соотвѣтствующей сократительной ткани въ животномъ, — указываетъ намъ на одинъ общій законъ. Онъ состоитъ въ томъ, что молекулярная подвижность, а съ нею и массовая подвижность сократительной протоплазмы растетъ параллельно съ анатомическою дифференцировкой ея бѣлковаго субстрата.

Въ самомъ дѣлѣ, сократительная протоплазма амебы производитъ свои передвиженія массы крайне медленно, и она замѣчательно однородна, не дифференцирована. Уже у инфузорій мы встрѣчаемся съ протоплазматическими образованіями способными къ довольно быстрымъ сокращеніямъ, напр. въ стебелькѣ сувоекъ, но въ ней протоплазма далеко уже не однородна. Тоже самое мы видимъ у животныхъ на всѣхъ ступеняхъ зоологической лѣстницы. Протоплазма, производящая сокращенія весьма медленныя, напр. пигментныхъ клѣтокъ крокроваго — однородна; сократительная масса гладкихъ мышцъ производитъ свои сокращенія гораздо скорѣе — и въ ней встрѣчаются мѣстами дифференцированныя мѣста, т. е. части не однородныя; мышцы, способныя къ быстрой перемѣнѣ состоянія своей массы — всѣ безъ исключенія, у какихъ бы животныхъ они не встрѣчались, — показываютъ сильно развитую, не однородную, но весьма правильную организацію своихъ бѣлковыхъ массъ.

Итакъ, если анатомическая организація бѣлковыхъ массъ, встрѣчаемая нами въ поперечно полосатыхъ мышцахъ, не есть существенное условіе для возможности акта сокращенія вообще, то

оно является несомнѣнно существеннымъ для характера дѣятельности именно поперечно-полосатыхъ мышцъ. Движенія протоплазмы амёбы, хотя съ общей точки зрѣнія и принадлежатъ къ области сократительныхъ явленій живыхъ существъ, но истинныхъ чертъ мышечнаго сокращенія въ нихъ мало. Но уже движенія въ стебелькѣ сувоекъ носятъ всѣ черты мышечныхъ сокращеній высшихъ животныхъ и именно въ этой ножкѣ мы находимъ неоднородность. Ножка состоитъ по меньшей мѣрѣ изъ двухъ разнородныхъ анатомическихъ образованій, — въ основѣ которыхъ лежатъ два разнородныя бѣлковые вещества. Наконецъ и въ самой движущейся протоплазмѣ амёбы не слѣдуетъ предполагать полную однородность бѣлковаго состава. Микроскопическое и микро-химическое изслѣдованіе этой протоплазмы съ очевидностью показываеъ въ ней присутствіе по крайней мѣрѣ двухъ, разнородныхъ бѣлковыхъ основъ; но эти основы не организованы другъ относительно друга въ такія правильныя, постоянныя анатомическія формы какъ въ мышцахъ высшихъ животныхъ.

Существованіе какихъ бы то ни было разнородностей въ сократительной протоплазмѣ амёбъ и другихъ простѣйшихъ заставляетъ дополнить вышеупомянутый законъ, слѣдующимъ образомъ: Молекулярная подвижность, а съ нею и массовая подвижность сократительныхъ тканей животныхъ возрастаетъ не только съ увеличеніемъ анатомическихъ и химическихъ разнородностей въ протоплазмѣ вообще, но и съ развитіемъ повсемѣстной и правильной организаціи дифференцированныхъ бѣлковыхъ массъ. Въ такомъ видѣ законъ этотъ встрѣчаетъ полное выраженіе у всѣхъ животныхъ, у которыхъ, не смотря на ихъ положеніе въ зоологической системѣ, встрѣчаются сократительныя массы съ тѣмъ или другимъ характеромъ сокращеній.

У низшихъ одноклѣточныхъ животныхъ сократительная протоплазма, т. е. та, которая на нашихъ глазахъ первично измѣняетъ свою форму (напр. у амёбъ), состоитъ изъ однородной, прозрачной массы. Другая зернистая протоплазма обыкновенно въ своихъ передвиженіяхъ слѣдуетъ за первую. Всѣ роды и виды

сократительныхъ массъ состоятъ по этому же типу прежде всего изъ двухъ честей, раздѣляемыхъ ясно микроскопомъ: одной части прозрачной, гомогенной, другой, менѣе прозрачной, болѣе плотной, имѣющей у разныхъ животныхъ разнообразнѣйшіе виды и формы, начиная отъ неправильно разсѣянныхъ зернышекъ до удивительно сложнаго сѣтеобразнаго расположенія тончайшихъ волоконцевъ или можетъ быть узкихъ пластиночекъ ¹⁾).

Какъ бы ни было сложно или просто анатомическое внутреннее устройство первичнаго мышечнаго волокна, для цѣлей моей въ настоящемъ случаѣ важно то, что эти анатомически разнородныя части представлены, какъ это сейчасъ выяснится, разнородными бѣлковыми веществами.

Хотя бѣлковыя тѣла мышечной ткани и были предметомъ неоднократно изслѣдованій, но тѣмъ не менѣе далеко не всѣ встрѣчающіяся разновидности ихъ хорошо изучены. Лучше разработанъ вопросъ о бѣлкахъ растворимыхъ. Между ними какъ по количеству, такъ и по специфичности расположенія первое мѣсто занимаетъ міозинъ. Остальные бѣлки мышечной водной вытяжки или мышечнаго сока, свертывающіеся то при 60 то при 72° С., едва составляютъ $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ часть всѣхъ бѣлковыхъ составныхъ частей мышцы, да и то часть ихъ безъ сомнѣнія принадлежитъ крови и лимфѣ, пропитывающихъ мышечную ткань. Главную массу бѣлковъ характерныхъ для ткани составляютъ такимъ образомъ: 1) міозинъ, легко растворяющійся въ очень разведенной соляной (1:1000; 1:2000) и въ соляныхъ растворахъ и 2) бѣлковое вещество въ этихъ жидкостяхъ не растворяющееся. Эта послѣдняя часть въ поперечно полосатыхъ мышцахъ сама по себѣ не есть тѣло простое, однородное. Независимо отъ ничтожнаго количества соединительной ткани ядеръ, какъ мышечныхъ такъ и иныхъ клѣтокъ и оболочекъ и осевыхъ цилиндровъ первичныхъ волоконъ, — образованій также нерастворимыхъ въ очень разведенной соляной кислотѣ и растворѣ среднихъ солей и потому, получающихся всегда и неизбѣжно въ видѣ примѣси къ упомянутой нераство-

¹⁾ A. von Gehuchten. Etude sur la structure intime de la cellule musculaire striée. La Cellule. II. 2 p. 293. Physiolog. Centralblatt: 1888 г. № 24).

римой части мышцы, — эта часть состоит, смотря по роду животного, из двух или из трех различных бѣлковыхъ веществъ.

Что эти нерастворимыя бѣлки мышцы не суть именно вышеупомянутыя примѣси, т. е. части не существенныя, не принадлежащія собственно мышечной ткани, доказывается ниже изложенными фактами микро—и микро-химическаго опредѣленія ихъ количествъ и ихъ видомъ и положеніемъ. Съ 1880 года, разрабатывая вопросы о натурѣ бѣлковъ мышцы и ихъ физиологической роли, я въ рядѣ статей¹⁾ изложилъ нѣкоторые изъ полученныхъ мною результатовъ. Между прочимъ, я уже въ первомъ трудѣ вмѣстѣ съ Катер. Шипиловой указывалъ, что мышечное волокно можетъ быть лишено всего своего міозина и, конечно и другихъ растворимыхъ бѣлковъ помощью выщелачиванія его прямо подъ микроскопомъ растворами хлористаго аммонія отъ 5⁰/₀ до 15⁰/₀ и что въ концѣ операціи получается нерастворимый остатокъ, сохраняющій основные черты структуры первоначальнаго волокна. Въ этой же работѣ мы показали, что этотъ нерастворимый остатокъ, представляющій существенную часть мышечной ткани обладаетъ иными оптическими свойствами, чѣмъ міозинъ. Наконецъ въ послѣдней работѣ я нашелъ возможность опредѣлять количество этого нерастворимого бѣлокъ и показалъ, что количество его тѣмъ больше и соответственно этому количество міозина тѣмъ меньше, чѣмъ мышца болѣе способна къ быстрымъ сокращеніямъ, т. е. чѣмъ ея молекулярная и массовая подвижность выше.

Изъ двухъ этихъ бѣлковыхъ разновидностей одинъ — міозинъ, хотя и находится въ мышечномъ волокнѣ въ анатомически обозначенномъ состояніи, именно въ видѣ двояко—преломляющихъ пластинокъ или слоевъ, но его удаленіе ничуть не нарушаетъ общую цѣлость первичнаго волокна, онъ вымывается, его мѣсто остается пустымъ и только. Напротивъ, раствореніе втораго рода бѣлковъ — имѣетъ слѣдствіемъ общее разрушеніе волокна. Всякій крошечный кусочекъ послѣдняго, еще не успѣвшій потерять своихъ нерастворимыхъ въ соляхъ бѣлковъ, удерживаетъ и присущую

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. V, p. 849.

Jbidem " " " " " 158.

" " " Bd. VII, p. 124.

этому клочку строеніе характерное для мышечнаго волокна. Естественно было признать, что этого рода бѣлковыя части мышцы — даютъ основу — образуютъ систему специфической ткани мышцы и потому я далъ имъ имя — міостроминовъ. Въ противоположность міозину — міостромины (которыхъ на основаніи изслѣдованій, имѣющихъ быть опубликованными ¹⁾ нѣсколько видовъ) суть тѣла сложные, содержатъ, подобно нуклеинамъ, въ своемъ составѣ фосфористыя атомныя группы, не растворяются въ соляхъ и очень разведенныхъ кислотахъ, трудно перевариваются и то только весьма энергичнымъ желудочнымъ сокомъ и обладаютъ крайне слабою двоякою преломляемостью.

Упомянутыя свойства міостроминовъ какъ химическія, такъ и анатомическія дѣлаютъ ихъ въ высокой степени интересными для изученія интимнѣйшей структуры мышечнаго поперечно-полосатаго волокна. Едва ли есть еще одна ткань, упомянутыя свойства частей которой давали бы для этой цѣли такія удивительно благоприятныя условія. Но, имѣя въ своемъ распоряженіи слишкомъ слабыя увеличенія, я не могъ задаваться чисто гистологической задачей. Къ моему удовольствію я встрѣтилъ въ новѣйшей литературѣ работу, важныя результаты которой по уяснѣнію интимной структуры поперечно-полосатыхъ мышцъ основаны исключительно на одномъ изъ методовъ обработки, явившемся слѣдствіемъ моихъ работъ. Эти результаты могли бы быть еще полнѣе, яснѣе, если бы авторъ ²⁾ могъ употребить второй мой методъ — обработку мышечныхъ волоконъ растворами хлористаго аммонія. Можетъ быть этотъ методъ найдетъ примѣненіе при провѣркѣ работы A. von Gehüchten'a кѣмъ либо изъ русскихъ ученыхъ.

Въ настоящемъ сообщеніи я намѣренъ изложить вкратцѣ мои микро-химическія наблюденія надъ дѣйствіемъ соляныхъ растворовъ на мышечныя волокна и сократительную протоплазму различныхъ животныхъ. Извлекая изъ этихъ фактовъ результаты физиологическаго характера, я факты чисто гистологическіе намѣ-

¹⁾ Краткое предварительное сообщеніе о ближайшихъ составныхъ частяхъ этихъ тѣлъ было мною дано въ засѣд. Русск. Хим. Общ. въ С.-Петербургѣ въ 18.

²⁾ A. von Gehüchten l. c.

чаю лишь, предоставляя право их дальнѣйшей разработки спеціалистамъ—гистологамъ.

Миостромины совершенно нерастворимы въ 5—8% нашатырѣ, нѣкоторые разновидности ихъ однакоже и въ такомъ растворѣ взбухаютъ. Подъ вліяніемъ 0,1% соляной кислоты миостромины всѣ сильно взбухаютъ, а нѣкоторые при продолжительномъ дѣйствіи большой массы даже 0,1% кислоты медленно растворяются. Вотъ въ этой разницѣ лежитъ уже преимущество употребленія растворовъ нашатыря для изученія нѣкоторыхъ вопросовъ строенія, потому что и наиболѣе растворимыя разновидности миостромина участвуютъ въ образованіи плотнаго, собственно тканеваго остова первичнаго волокна.

Если къ нѣсколькимъ кусочкамъ свѣжихъ мышечныхъ волоконъ наблюдаемыхъ подъ микроскопомъ, подпустить 8% растворъ нашатыря, то волокно довольно быстро начинаетъ взбухать. Если съ другой стороны покрывательнаго стеклышка высасывать растворъ кусочками пропускной бумаги, то мышечныя волокна можно на глазахъ изслѣдователя выщелочить все свѣжими растворами нашатыря. Этотъ способъ съ разными варіантами относительно быстроты выщелачиванія, крѣпости растворовъ и т. д. употреблялся при всѣхъ описанныхъ ниже наблюденіяхъ и само собою разумѣется и для 0,1% и 0,05% соляной кислоты. Нашатырь быстро выноситъ миозинъ (его можно осадить внѣ волоконца, прибавивъ послѣ первой капли нашатыря 1—2 капли дестилированной воды) и скоро въ полѣ зрѣнія остаются одни остовы, одна плотная строма волоконъ. Если эта строма слишкомъ взбухла и потому слишкомъ прозрачна (особенно подъ вліяніемъ соляной кислоты), то промываніемъ нѣсколькими каплями воды (послѣ нашатыря) или 0,01% растворомъ соды (послѣ дѣйствія кислоты) эту удивительно прозрачную строму можно привести къ желаемой степени видимости. Какія же анатомически извѣстныя части первичнаго мышечнаго поперечно-полосатаго волокна остаются видимыми въ этой изолированной стромѣ?

Кромѣ сарколемы (которая лопається при первомъ сильномъ взбуханіи волокна) и ядерныхъ образованій, остаются видимыми

принадлежащія специфической ткани — поперечныя полоски (Querstreifen —, Stries transversales) и прилежащія къ нимъ съ обѣихъ сторонъ пласты (Nebenscheiben). Но кромѣ этихъ частей послѣ удаленія міозина оказываются видимыми новыя части, которыя были маскированы міозиномъ и которыя въ видѣ правильно отстоящихъ другъ отъ друга волоконъ соединяющихъ двѣ ближайшія поперечныя полоски, раздѣляютъ все пространство между послѣдними на весьма правильныя петли квадратной или продолговатой формы. Если удалить Nebenscheiben путемъ осторожной мацерации въ 0,1% — 0,05% соляной кислотѣ, то остаются только одни поперечныя полоски (Querstreifen) съ перебѣгающими между ними волоконцами, что все вмѣстѣ образуетъ замѣчательно правильную сѣть съ четырехъугольными петлями. Далеко не всѣ мышцы даютъ въ одинаковой степени полную сѣть. Соединяющія волоконца подъ вліяніемъ слишкомъ сильной кислоты, дѣйствовавшей съ самаго начала, вслѣдствіе чрезмѣрно быстрого и сильного взбуханія міозина — разрываются и получаютъ сперва отдѣльныя поперечныя полоски съ прилежащими къ нимъ съ обѣихъ сторонъ Nebenscheiben, а потомъ когда вещество послѣднихъ растворяется — остаются одни голыя поперечныя полоски (или вѣрнѣе сказать пластинки). Зная результаты работы von Gehuchten'a только по реферату помѣщенному въ Centralblatt für Physiologie 1888, № 24, я не могу сказать съ увѣренностью сошлись ли его наблюденія съ моими, сдѣланными съ помощью соляной кислоты и нашатыря въ 1888—1881 году въ Ecublens и Arcachon и въ Росковѣ въ 1887 году, во всѣхъ деталяхъ, но въ главномъ, въ существованіи описанной сѣти, нерастворимой въ очень разведенной кислотѣ и, прибавлю, еще менѣе растворимой въ 5 — 10% нашатырѣ — я вполне согласенъ съ von Gehuchten'омъ.

Масса вещества Nebenscheibe представляетъ гораздо болѣшую величину, чѣмъ масса вещества поперечныхъ полосокъ и соединяющихъ послѣднія волоконецъ. Различія между этими образованіями не только формативнаго, но и оптическаго и химическаго характера. Вещество Nebenscheibe — почти вовсе не обнаруживаетъ двойкой преломляемости, оно изотропно. Вещество же поперечныхъ

полосокъ—слабо анизотропно, слабѣе пластовъ міозина. Вещество Nebenscheibe встрѣчается у разныхъ животныхъ и часто въ разныхъ мышечныхъ группахъ того же животного съ различными градаціями не только растворимости, но и химическаго состава. Мнѣ удалось изъ мускуловъ телят, напр. добыть два вида міостромина, одинъ легче растворимый въ слабой кислотѣ и желудочномъ сокѣ и содержащій меньше фосфора, другой не растворимый и не переваривающійся съ большимъ содержаніемъ этого элемента. Микрохимическая обработка мышечныхъ волоконъ насекомыхъ, рыбъ, амфибій, млекопитающихъ, произведенная мною въ большомъ числѣ, позволяетъ мнѣ высказать предположеніе, что разновидности вещества Nebenscheibe не ограничиваются двумя. Въ самомъ дѣлѣ, изслѣдуя мышечныя волокна этихъ животныхъ посредствомъ 0,1—0,05% СН и 5%—15% нашатыря, можно встрѣтить Nebenscheibe всѣхъ градацій растворимости въ кислотѣ и всѣхъ градацій взбухаемости въ нашатырѣ. Мало того, встрѣчаются мышцы, Nebenscheibe которыхъ взбухаютъ въ 5%—10% нашатырѣ, а въ 12—15% начинаютъ распадаться на зернистый детритъ. Аналогичныя же градаціи я замѣтилъ и въ веществѣ самой сѣти. Въ иныхъ мышцахъ поперечныя пластинки (полоски) подъ продолжительнымъ вліяніемъ 0,05% СН —распадаются на зерна, тоже дѣлало и весьма продолжительное дѣйствіе 15% нашатыря, въ другихъ мышцахъ эти образованія не только не растворялись, но мало взбухали. Хотя вещество Nebenscheibe и удаляется реагентами, но въ виду его содержанія фосфора и не растворимости въ слабыхъ растворахъ кислоты и соли, и въ виду наконецъ того, что это вещество образуетъ обособляемую, изолируемую плотную часть мышечнаго волокна (не трудно при ближайшемъ изученіи видѣть, что именно поперечная пластинка съ примыкающими къ ней двумя Nebenscheibe, по удаленіи міозина кислотою или слабымъ желудочнымъ сокомъ, образуетъ давно извѣстный дискъ Боумана), я причисляю вещество Nebenscheibe къ понятію міостромы, къ понятію мышечнаго скелета. Этотъ скелетъ первичнаго мышечнаго волокна составляетъ такимъ образомъ изъ двухъ родовъ бѣлковыхъ веществъ: одного болѣе раство-

римаго, изотропнаго, образующаго въ видѣ Nebenscheibe большую долю и другаго менѣе растворимаго, анизотропнаго, повидимому болѣе перваго богатаго фосфоромъ и образующаго меньшую долю скелета въ видѣ тонкой поперечной пластинки и чрезвычайно тонкихъ соединительныхъ волоконцевъ.

Строго говоря, слѣдовало бы уже теперь въ виду возможности получить вещество Nebenscheibe въ растворѣ и изолированномъ состояніи, дать этимъ двумъ веществамъ различныя названія, но я предпочитаю это сдѣлать тогда, когда даны будутъ факты о ихъ химической натурѣ и свойствахъ. Сохранить общее имъ названіе міостроминовъ или лучше міостромы, я считаю потому умѣстнымъ, что эти вещества близки по натурѣ своей и отличаются лишь градативно другъ отъ друга въ одномъ извѣстномъ направленіи, и что понятіе міостромы выражаетъ очень удачно ихъ анатомическое значеніе въ мышечномъ волокнѣ.

Установивъ эту точку зрѣнія на міострому, мы должны различать въ мышечномъ волокнѣ двѣ разнородныя части: міозинъ и міострому. Первый легко вымывается уже 5% растворомъ нашатыря, вторая остается на мѣстѣ. Уже наблюденія, приведенія къ изложеннымъ результатамъ частью химическаго, частью гистологическаго характера навели меня на факты, фізіологическое значеніе которыхъ становилось съ каждымъ шагомъ очевиднѣе. Я замѣтилъ, что далеко не всѣ мышечныя волокна, иногда того же животнаго, но различныхъ мышечныхъ группъ, содержали одинаковое количество обѣихъ составныхъ частей. Иногда различія были такъ поразительно велики, что самое поверхностное микрохимическое изслѣдованіе давало результатъ не менѣе достовѣрный, чѣмъ химическій анализъ. Начну съ болѣе простѣйшихъ животныхъ.

Сократительная протоплазма амёбъ состоитъ изъ гіалиновой и зернистой частей. 5% — 7% растворъ нашатыря растворяетъ только первую. Это раствореніе сопровождается иногда чрезвычайно поучительными явленіями. Обыкновенно, тотчасъ по соприкосновеніи тѣла амёбы съ солянымъ растворомъ, оно стягивается, вся гіалиновая протоплазма втягивается внутрь; чрезъ нѣкоторое время тѣло начинаетъ взбухать и скоро на периферіи его образуется

одинъ или нѣсколько гіалиновыхъ пузырей. Новый притокъ солянаго раствора скоро заставляетъ пузыри лопаться, содержимое ихъ уносится токомъ, и изъ тѣла амёбы остается кучка зеренъ, составлявшихъ видимыя части зернистой протоплазмы. Зерна эти растворяются большею частью въ содѣ, слабѣе въ 2—4⁰/о растворѣ фосфата натра, но не растворяются въ нашатырѣ. Движенія амёбъ крайне медленны; зерна расположены неправильно — и они слабо соединены между собою. Это послѣднее обнаруживается подъ вліяніемъ болѣе крѣпкихъ растворовъ нашатыря. Взбуханіе происходитъ сильнѣе, глобулиновая (гіалиновая) протоплазма вымывается быстрѣе, зерна сперва раздвигаются, прозрачное вещество между ними, хотя медленно, но растворяется и разрозненные зерна расходятся по полю зрѣнія. На мѣстѣ тѣла амёбы ничего не остается. Инфузоріи, имѣющія обособленный покровъ тѣла, содержатъ сократительную протоплазму внутри этого покрова. Протоплазма ихъ претерпѣваетъ отъ дѣйствія нашатыря тѣже измѣненія, какъ и протоплазма амёбъ, но они протекаютъ медленнѣе. Пузыри образуются и тутъ и содержатъ глобулинъ, который можно осадить въ видѣ зернистой массы притокомъ воды. Зернистая протоплазма не растворяется. Если тѣло инфузоріи обработать сперва 0,01⁰/о соляной кислотой, то по удаленіи кислоты, нашатырь ничего болѣе не извлекаетъ, очевидно потому, что глобулиновая протоплазма уже извлечена кислотою. Зернистая протоплазма не растворяется ни въ кислотѣ, ни въ нашатырѣ, но растворяется въ 0,1⁰/о (и выше) растворѣ соды. Быстрыя движенія инфузорій производятся не сократительной протоплазмой, лежащей внутри тѣла, но ворсинками. Ворсинки же, если принадлежатъ къ разряду сократительной протоплазмы, отличаются совершенною нерастворимостью въ вышеупомянутыхъ реактивахъ.

Мышечныя волокна полиповъ и именно активнѣе, отличаются медленностью сокращеній. Они содержатъ большое количество миоинового вещества, которое, будучи извлечено 5—10⁰/о растворомъ нашатыря, мало чѣмъ отличается по своимъ реакціямъ отъ миоина высшихъ животныхъ. Также точно относятся къ соляному раствору мышцы высшихъ безпозвоночныхъ. Нашатырь извлекаетъ

изъ мышць улитокъ много міозина и оставляетъ неразтвореннымъ нѣкоторое количество ткани внутри волоконъ.

Наиболѣе подробныя и точныя наблюденія сдѣланы мною надъ мышцами насѣкомыхъ. Ни одинъ классъ животныхъ не представляетъ намъ такихъ градацій мышечной дѣятельности, какъ классъ насѣкомыхъ. Здѣсь мы встрѣчаемся съ мышцами способными лишь къ очень медленнымъ сокращеніямъ, напр. у гусеницъ, съ такими, сокращенія которыхъ довольно скоры, напр. мышцы ногъ многихъ летающихъ насѣкомыхъ, другими—еще быстрѣе сокращающимся, напр. мышцы ногъ многихъ быстро ползающихъ насѣкомыхъ и наконецъ находимъ мышцы, сокращенія которыхъ до изумительной быстроты, такъ что движеніемъ крыльевъ насѣкомыхъ эти производятъ высокіе музыкальные тоны. Всѣ эти мышцы построены анатомически по одному и тому же общему типу, но въ частностяхъ, какъ анатомическомъ, такъ и въ химическомъ отношеніяхъ, встрѣчаются крупныя, но градивныя различія. Абстрагируя общее строеніе ткани, напр. ножныхъ и крылевыхъ мышць летающаго насѣкомаго, жука, бабочки, осы, пчелы и, обращаясь къ сравненію ихъ первичнаго элемента, — примѣненіе 5—10% раствора устанавливаетъ тотчасъ слѣдующее различіе. Волокно ножной мышцы отъ 5% раствора нашатыря быстро взбухаетъ и отдаетъ въ растворъ много міозина. Міострома слаба, рыхла, ея сравнительно мало, она легко—отъ 10—15% нашатыря превращается въ детритъ, зерна котораго однако же не растворяются. Мышца эта работаетъ только медленно. Наоборотъ, изумительно быстро сокращающееся волокно крылевыхъ мышць быстро и съ тономъ летающихъ насѣкомыхъ почти не измѣняется отъ 5% нашатыря. Съ трудомъ, при величайшемъ вниманіи и не у всѣхъ насѣкомыхъ удастся прослѣдить извлеченіе ничтожнаго количества вещества изъ волокна. Все волокно оказывается состоящимъ изъ міостромы, міозина внутри его почти нѣтъ.

Съ этимъ выводомъ согласно и дѣйствіе 0,05% соляной кислоты и оптическія явленія: волокно слабо анизотропно.

Между этими двумя крайностями встрѣчаются у разныхъ насѣкомыхъ многочисленные переходы, которые приводятъ вниматель-

наго наблюдателя къ твердому заключенію, что чѣмъ мышца болѣе способна къ ряду быстро слѣдующихъ другъ за другомъ сокращеній и чѣмъ само сокращеніе совершается быстрее,—чѣмъ стало быть молекулярная и массовая подвижность сократительнаго вещества мышцы выше, тѣмъ въ составъ ея входитъ больше міостромы и меньше міозина. Это доходитъ до того, что изумительная подвижность крылевыхъ мышцъ нѣкоторыхъ насѣкомыхъ сопровождается почти полнымъ отсутствіемъ внутри волоконъ міозина.

Колоссальная быстрота сокращеній этихъ крылевыхъ мышцъ ведетъ еще къ двумъ интереснымъ обстоятельствамъ въ ихъ организации: 1) первичныя волокна не собираются въ связные пучки одѣтые сарколеммой, но разъединены и 2) ихъ раздѣляютъ ряды крупныхъ зеренъ бѣлковаго вещества, которыхъ никогда не бываетъ въ мышцахъ, содержащихъ большое количество міозина. Зерна эти состоятъ изъ бѣлковаго вещества не глобулиноваго, но скорѣй характера казеина. Они не растворимы и не измѣняются отъ нашатыря, блѣднѣютъ отъ очень слабой соляной кислоты, въ значительной долѣ растворяются въ 2—4% растворѣ фосфата натра. Значеніе ихъ, я полагаю, питательное. Расположеніе ихъ внѣ волоконъ, вѣроятно, обусловлено необходимостью большой молекулярной подвижности послѣднихъ, которая отъ присутствія существенно излишнихъ для акта сокращенія веществъ неминуемо пострадала бы.

Такія раздѣльныя первичныя волокна существуютъ только у тѣхъ насѣкомыхъ, которыя при полетѣ производятъ высокіе тоны. Чѣмъ ниже производимый насѣкомымъ тонъ, тѣмъ крыловые мышцы болѣе и болѣе приближаются по своей организации къ организации мышцъ ногъ. По этому въ переходныхъ формахъ мы встрѣчаемъ, напр. раздѣльныя первичныя волокна, но въ нихъ міозинная пластинка рѣзче выражена; далѣе — такія мышцы, первичныя волокна которыхъ не такъ легко разъединяются, наконецъ такія — гдѣ волокна замкнуты въ одну общую сарколемму, хотя между волокнами еще лежатъ ряды вышеупомянутыхъ бѣлковыхъ зеренъ. Чѣмъ ближе крыловыя мышцы подходятъ къ типу сарколемнаго мышечнаго волокна, тѣмъ сильнѣе въ нихъ выра-

жена міозиновая пластинка, тѣмъ замѣтнѣе они измѣняются подѣ вліяніемъ 5 — 10⁰/о раствора нашатыря, тѣмъ ихъ сокращенія медленнѣе.

Въ менѣе рѣзкой степени, но съ полною достовѣрностью аналогичные факты наблюдаются при сравнительномъ микрохимическомъ изслѣдованіи тѣми же реактивами такихъ мышць высшихъ животныхъ, характеръ сокращеній которыхъ рѣзко отличенъ другъ отъ друга. Напр. сердечная мышца и мышцы туловища многихъ животныхъ или грудныя и ножныя мышцы быстро летающихъ, но медленно ходящихъ птицъ. И въ этихъ случаяхъ наблюденіе показываетъ, что чѣмъ мышца способнѣе къ быстрымъ сокращеніямъ, тѣмъ нашатырь извлекаетъ меньше міозина и оставляетъ больше нерастворимой міостромы.

Вышеизложенные факты не оставляютъ мѣста сомнѣнію, что физическая роль двухъ главныхъ бѣлковыхъ основъ мышечнаго волокна, міозина и міостромы — различна. Уже указанныя наблюденія и болѣе точное опредѣленіе ихъ относительныхъ количествъ въ мышцахъ разныхъ животныхъ ¹⁾ позволяютъ сдѣлать нѣкоторыя предположенія на этотъ счетъ, но желая въ этомъ крайне интересномъ вопросѣ идти, хотя болѣе медленнымъ, но за то болѣе вѣрнымъ путемъ, я рѣшилъ предпринять рядъ новыхъ изслѣдованій, часть которыхъ, исполненная студентомъ Селиховскимъ, изложена мною въ слѣдующей за этою статьѣ настоящаго сборника.

Харьковъ. Февраль 1888.

¹⁾ A. Danilevsky. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. VII. p. 124.