

Серія докторскихъ диссертаций, допущенныхъ къ защитѣ въ
ИМПЕРАТОРСКОЙ Военно-Медицинской Академіи въ 1897/98 году.

№ 63.

577.1+618.4
6-93

7-НОЯ 2012

О БЪЛКОВОМЪ ³³
СОСТОЯНІИ МЫШЦЪ

ПОКОЙНЫХЪ И ДѢЯТЕЛЬНЫХЪ.

(Материалы къ вопросу объ источникахъ
мышечной работы).

ДИССЕРТАЦІЯ
НА СТЕПЕНЬ ДОКТОРА МЕДИЦИНЫ
Д. И. КУРАЕВА.

Изъ лабораторіи физиологической химіи проф. А. Я.
Данилевскаго.

1776

Цензорами диссертации, по порученію Конференціи, были:
профессора А. Я. Данилевскій, И. П. Павловъ и приватъ-
доцентъ К. Э. Вагнеръ.

Изд. НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА
№ 1-го Харьк. Мед. Института

Получено
1906 г.

с. ПЕТЕРБУРГЪ.
Паровая Скоропечатня „Надежда“, Литейный пр. 1896.

1. ФЕВРІАНО
1936

ХАРЬКОВСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТЪ
Харьковского Медич. Институту
№ 4893
4-93

1950

Прочет-60

7 - ноя 2012

Докторскую диссертацию лекаря *Дмитрия Ивановича Курава*, под заглавием "О бѣлковомъ состояніи мышц покойныхъ и дѣятельныхъ" (материалы къ вопросу объ источникахъ мышечной работы) печатать разрѣшается съ тѣмъ, чтобы, по отпечатаніи, было представлено въ Конференцію ИМПЕРАТОРСКОЙ Военно-Медицинской Академіи 500 экземпляровъ диссертации (125 экземпляровъ—въ канцелярію, 375—въ академическую бібліотеку) и 300 отдѣльныхъ оттисковъ краткаго резюме ея (выводовъ). С.-Петербургъ, Марта 9 дня 1896 года.

Ученый Секретарь,
Профессоръ *А. Діанинъ*.

*Дорогимъ родителямъ
посвящаю свой трудъ.*

Авторъ.

87519

2

„Die plastischen Bestandtheile der Nahrung sind die nächsten Bedingungen der Kraterzeugung im Organismus und aller seiner sinnlichen und geistigen Thätigkeiten“ (*J. Liebig*, Chemische Briefe № 30. s. 277. 1865).

„Бѣлковое вещество есть основной материалъ для жизни на землѣ. Нѣтъ жизненнаго процесса въ нашихъ органахъ, въ которыхъ такъ или иначе бѣлковая соединенія не приняли бы существеннаго участія.“ (*А. Данилевскій*. Рѣчь, читан. на общ. собр. XI междунар. мед. конгресса въ Римѣ. Стр. 6. 1894).

На какія бы явленія природы ни обратился пытливый взоръ наблюдателя, вездѣ онъ въ основѣ этихъ явленій находитъ матерію и присушія ей силы.

Но нигдѣ связь между веществомъ и силами не представляется столь сложной и таинственной, какъ въ явленіяхъ жизни организмовъ; это очевидно уже изъ того, что ничтожный микроскопическій клочокъ живаго вещества, называемаго протоплазмой, изъ которой состоятъ какъ одноклѣточные организмы, такъ и отдѣльные морфологическіе элементы многоклѣточныхъ организмовъ, совершаетъ всевозможныя движенія, усваиваетъ пищу, растетъ, размножается и пр.

Чѣмъ же обусловливается эта замѣчательная способность живаго вещества къ производству сложныхъ и удивительныхъ явленій?

Всѣ выдающіеся изслѣдователи явленій и носителей организованной жизни согласно утверждаютъ, что

бѣлковое вещество есть основной субстратъ всѣхъ жизненныхъ явленій. Наиболее полно и рѣшительно это высказано *А. Данилевскимъ*: „Въ одномъ мѣстѣ организма бѣлокъ участвуетъ въ выработкѣ пищеварительныхъ соковъ, въ другомъ—въ образованіи крови, въ третьемъ—онъ приготавливаетъ молоко, далѣе онъ строитъ кость, хрящъ и т. д.“

Тепло, насъ грѣющее и защищающее отъ вѣшняго холода, есть также результатъ функціи бѣлковаго вещества. Нервное возбужденіе кожи, глаза, слуха, вкуса и сознаваемое нами, какъ пріятное или непріятное ощущеніе, существуетъ только въ силу участія бѣлковыхъ веществъ во всѣхъ отдѣльныхъ фазахъ этого сложнаго процесса“.

„Бѣлковое вещество есть орудіе и носитель нашихъ радостей, страданій и нашего разума. Оно же обуславливаетъ возможность нашихъ движеній“.

Мнѣніе *J. Liebig'a* насчетъ значенія бѣлковыхъ веществъ нами уже приведено выше.

Наконецъ, *E. Pflüger* (см. ниже) такъ выражается о значеніи безазотистыхъ и бѣлковыхъ веществъ для жизненныхъ явленій: „Die stickstofffreien Bestandtheile des Thierleibes sind todtte Stoffe. Nur das Eiweiss ist lebendig und vollzieht alle eigentliche Arbeit des Lebens“.

Нельзя сомнѣваться въ томъ, что между всевозможными жизненными явленіями въ организмѣ и входящимъ въ составъ послѣдняго въ преобладающемъ количествѣ бѣлковымъ веществомъ существуетъ самая тѣсная и безусловная связь.

Отсюда уже вполне естественно вытекаетъ, что для пониманія и уясненія жизненныхъ процессовъ, совершающихся въ живой протоплазмѣ, необходимо прежде всего знать химическія и физическія свойства бѣлковыхъ веществъ. Только химическими и физическими свойствами бѣлковыхъ и другихъ веществъ, составляющихъ живую протоплазму, и химическими и физическими процессами въ этихъ веществахъ, сопровождающими всевозможныя жизненныя явленія, возможно при настоящемъ состояніи нашихъ знаній

сколько нибудь объяснить тѣ или другія крайне сложныя и удивительныя явленія, которыя ежесекундно совершаются во всякомъ животномъ организмѣ.

Это положеніе въ настоящее время кажется для насъ вполне естественнымъ и законнымъ. Но еще не такъ давно жизненныя явленія считались почти совершенно независимыми отъ вещества, и „жизненная сила“, неизвѣстно откуда появившаяся, по какой-то странной случайности овладѣвала матеріей, всепѣло управляла ею, производила всевозможныя удивительныя явленія въ животномъ организмѣ, построенномъ изъ матеріи, и покидала его почему-то при нѣкоторыхъ особыхъ обстоятельствахъ, вызывающихъ такъ называемую смерть.

J. Liebig'у и *R. Meyer'у* челоѣчество обязано освобожденіемъ отъ указанныхъ туманныхъ фантастическихъ представленій о живомъ веществѣ вообще и животномъ организмѣ въ частности.

J. Liebig первый высказалъ, что въ химическихъ напряженныхъ силахъ, заключающихся въ пищевыхъ веществахъ, и въ химическихъ процессахъ, совершающихся въ живыхъ тканяхъ, нужно искать источникъ всякихъ силъ, вырабатываемыхъ животнымъ организмомъ: „In den Nahrungsstoffen empfängt der Mensch seinen Leib und täglich in seiner Speise eine Summe von aufgespeicherter, der Sonne entliehener Kraft und Wärme, welche wieder zum Vorschein kommen und wirksam werden, wenn sie in dem Lebensprocess andernorts wieder werden, was sie waren, wenn die belebten Gebilde wieder in ihre ursprünglichen Elemente zerfallen“. (*J. Liebig*. Chem. Briefe. № 13. s. 123. 1865/).

R. Meyer показалъ, что всѣ явленія природы, не исключая жизненныхъ, подчиняются открытому имъ закону „сохраненія силы“, что при жизненномъ процессѣ происходитъ только превращеніе матеріи и силъ, а не созданіе ихъ.

Такимъ образомъ мы высказали руководящіе принципы современныхъ возрѣній на жизненныя явленія и носителей послѣднихъ. Само собой разумѣется, для

сколько-нибудь яснаго пониманія жизненныхъ процессовъ еще слишкомъ недостаточно ограничиться только общимъ положеніемъ, что бѣлковыя вещества суть безусловно необходимая составная часть протоплазмы, что бѣлковое вещество идетъ на постройку всякихъ органовъ животнаго, обусловливаетъ тѣ или другія отправления этихъ органовъ и пр.

Нужно осязательно показать эту тѣсную связь между бѣлковымъ веществомъ, входящимъ въ составъ каждаго отдѣльнаго органа, и отпрвленіемъ послѣдняго, т. е. необходимо выяснитъ, какія химическія и физическія измѣненія претерпѣваетъ бѣлковое вещество при тѣхъ или другихъ жизненныхъ отправленияхъ тканей.

Только при условіи знанія этихъ измѣненій бѣловыхъ веществъ мы будемъ въ состояніи уяснитъ себѣ хотя бы въ общихъ чертахъ тѣсную и неразрывную связь между живымъ веществомъ и совершающимися въ немъ явленіями.

Но въ этомъ отношеніи наши знанія крайне недостаточны; какой бы органъ мы ни взяли: мозгъ, печень, мышцы, почки и другія железы, мы должны сказать, что мы не знаемъ, какія химическія измѣненія происходятъ въ бѣловыхъ веществахъ этихъ органовъ при дѣятельности послѣднихъ.

Отсутствіе подобнаго рода изслѣдованій, на ряду съ богатымъ запасомъ нашихъ знаній самаго тонкаго анатомическаго устройства органовъ животнаго, вполне понятно. Изученіе бѣловыхъ веществъ, на которое уже затрачено столько силъ выдающихся изслѣдователей, показало громаднѣйшее разнообразіе представителей этого типа химическихъ соединений; далѣе оказалось, что химическая структура бѣловыхъ веществъ настолько сложна и темна, что до сихъ поръ всѣ попытки изслѣдователей раскрыть ее были напрасны. Добыты только нѣкоторыя руководящія данныя, которыя, впрочемъ, уже пролили много свѣта на темный міръ химическихъ явленій въ животномъ организмѣ.

Притомъ, бѣлковыя вещества вообще съ громадною трудностью и не всегда могутъ быть отдѣлены отъ другихъ веществъ, не говоря уже о томъ, что даже главныя разновидности бѣлковъ еще труднѣе и рѣже могутъ быть опредѣлены отдѣльно.

Всѣ эти громадныя трудности, конечно, и были причиною того, что до сихъ поръ химическія измѣненія и вообще близкое участіе бѣловыхъ веществъ различныхъ органовъ при жизненныхъ отправленияхъ послѣднихъ не были ясно наблюдаемы.

Изъ всѣхъ живыхъ тканей мышечная ткань представляется наиболѣе удобной для изслѣдованія; дѣйствительно, строго обособленная въ большинствѣ случаевъ отъ другихъ животныхъ тканей, хорошо дифференцированная, она вмѣстѣ съ тѣмъ обладаетъ по преимуществу свойственнымъ ей отпрвленіемъ—движеніемъ и производствомъ механической работы, явленіями весьма удобными для наблюденія и опыта. Поэтому мышечная ткань, какъ по отношенію къ своему анатомическому строенію, такъ и со стороны физическихъ и даже химическихъ явленій, въ ней совершающихся, представляется изученной сравнительно лучше другихъ животныхъ тканей.

Но и здѣсь относительно существенныхъ составныхъ частей мышць, т. е. ея бѣловыхъ веществъ, мы не знаемъ, претерпѣваютъ ли эти вещества какія либо химическія измѣненія при мышечной дѣятельности или нѣтъ? Во всей громадной литературѣ о мышечной работѣ найдется всего два—три изслѣдованія, не рѣшающихъ окончательно вопроса о бѣлкахъ работающихъ мышць, тогда какъ работѣ о другихъ составныхъ частяхъ мышць покойныхъ и дѣятельныхъ имѣется весьма много.

Между тѣмъ вопросъ объ источникахъ мышечной силы является, безъ сомнѣнія, однимъ изъ самыхъ капитальныхъ вопросовъ физиологій животнаго организма, и разрѣшеніе его въ томъ или другомъ смыслѣ является крайне желательнымъ, какъ по причинѣ его

глубокого научного интереса, такъ и вслѣдствіе громаднаго практическаго значенія.

Еще *J. Liebig*. (l. c.) въ 40-хъ годахъ первый высказалъ, что мышечная работа происходитъ насчетъ той скрытой напряженной энергіи, которая заключается въ бѣлковыхъ веществахъ самыхъ мышцъ и которая обнаруживается въ формѣ механической работы, вслѣдствіе тѣхъ или другихъ измѣненной бѣлковыхъ веществъ. Этого взгляда *J. Liebig'a* насчетъ источниковъ мышечной силы придерживались всѣ изслѣдователи до 60-хъ годовъ, тѣмъ болѣе, что работы *Helmholtz'a*, *Ranke* и *Haarvogel'a* (см. ниже) давали для указаннаго положенія нѣкоторую фактическую основу.

Но послѣ изслѣдованій *Voit'a* и *Pettenkoffer'a* (см. ниже) надъ обмѣномъ веществъ у работающихъ животныхъ, изъ которыхъ выяснилось, что при мышечной работѣ увеличенія выдѣленія мочевины и вообще всего азота въ данные 24 часа обыкновенно бываетъ крайне незначительное, взгляды изслѣдователей насчетъ источниковъ мышечной силы стали болѣе ими менѣе уклоняться отъ положеній, высказанныхъ *J. Liebig'омъ*.

M. Traube, *Fick* и *Wislicenus* (см. ниже) и др. совершенно отвергли воззрѣнія *Liebig'a* и заявили, что мышечная работа совершается насчетъ сгорания безазотистыхъ составныхъ частей пищи.

Въ настоящее время еще господствуетъ *Traube—Fick'овская* теорія источниковъ мышечной силы, но въ послѣдніе годы *E. Pflüger* (см. ниже) и его ученики снова выдвинули на видъ воззрѣнія *J. Liebig'a*, представивъ цѣлый рядъ весьма интересныхъ и выдающихся изслѣдованій относительно азотистаго обмѣна веществъ работающаго животнаго организма.

Нужно вообще замѣтить, что всѣ положенія и теоріи объ источникахъ мышечной силы были построены, главнымъ образомъ, на основаніи изслѣдованій общаго обмѣна веществъ организма при мышечной работѣ.

Но уже при скольконибудь строгой оцѣнкѣ этого метода изслѣдованія становится очевиднымъ, что отъ

него трудно ожидать положительныхъ рѣшающихъ данныхъ насчетъ источниковъ мышечной силы. Положительныя данныя этого метода могутъ быть сведены къ тому, что мышечная работа такъ или иначе вліяетъ на выдѣляемое организмомъ количество азота, или же совсѣмъ не вліяетъ. Но этихъ данныхъ для яснаго уразумѣнія явленій, совершающихся въ работающихъ мышцахъ, еще слишкомъ недостаточно; мы, вѣдь, собственно говоря, еще весьма мало знаемъ положительнаго о томъ, какъ, когда и гдѣ образовалась та мочевины (*resp.* азотъ), которую животное выдѣляетъ за тотъ или другой промежутокъ времени.

Въ свое время, когда мы будемъ подробнѣе говорить объ изслѣдованіяхъ, касающихся общаго обмѣна веществъ работающихъ животныхъ, мы обстоятельнѣе укажемъ и разберемъ, насколько трудно съ положительностью судить объ источникахъ мышечной работы на основаніи данныхъ общаго обмѣна веществъ.

Такимъ образомъ, очевидно, что для скольконибудь яснаго представленія о химическихъ процессахъ, совершающихся въ работающихъ мышцахъ, и слѣдовательно, — объ источникахъ мышечной силы нужно, безъ сомнѣнія, обратиться къ изслѣдованію самихъ мышцъ и прежде всего окончательно выяснитъ вопросъ, измѣняется ли бѣлковый составъ мышцъ при мышечной работѣ, и каковы эти измѣненія?

Тщательное и всестороннее изученіе состоянія бѣлковыхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ тѣмъ болѣе имѣетъ смыслъ, что существуютъ выдающіяся изслѣдованія, показавшія, что между сократительной способностью, состояніемъ и составомъ сократительнаго вещества существуетъ самая тѣсная связь. *Kühne*¹⁾ въ своемъ обстоятельномъ изслѣдованіи о сократительной протоплазмѣ высшихъ и низшихъ животныхъ показалъ, что всякая сократительная протоплазма содержитъ особое бѣлковое тѣло „миозинъ“,

¹⁾ *W. Kühne*. Untersuch. über das Protoplasma u. die Contractilität. 1864 г.

и что всевозможные агенты, какъ - то разведенная кислота, соли, вода, холодъ, тепло, электричество, такъ или иначе измѣняющіе свойства мѳозина (вѳриѳе, глобулиновѳ), измѣняютъ и сократительную способность носителей послѣдняго.

Наиболѳе выдающіяся по своему интересу и дѣльнымъ результатамъ изслѣдованія мѳозина и другихъ бѣлковъ мышечной ткани принадлежатъ *А. Данилевскому*¹⁾. Въ настоящее время мы упомянемъ только о томъ, что добыто *А. Данилевскимъ* для уясненія связи между бѣлковымъ составомъ мышцъ и характеромъ работы послѣднихъ, такъ какъ эти данныя послужили непосредственной основой и исходнымъ пунктомъ настоящаго нашего труда „О бѣлковомъ состояніи мышцъ покойныхъ и дѣятельныхъ“.

А. Данилевскій показалъ, что въ мышечной ткани и почти во всѣхъ сократительныхъ субстанціяхъ, сколько нибудь дифференцированныхъ, кромѣ мѳозина находится еще одно сложное бѣлковое тѣло, содержащее фосфоръ; эта бѣлковая форма названа *А. Данилевскимъ* „мѳостроминомъ“, такъ какъ онъ составляетъ, такъ сказать, основу организованной протоплазмы вообще и мышечнаго волокна въ частности.

Въ настоящій моментъ для насъ особенно важны тѣ данныя, которая *А. Данилевскій* получилъ, изслѣдуя бѣлковая вещества мышцъ всевозможныхъ животныхъ, какъ теплокровныхъ, такъ и холоднокровныхъ, насѣкомыхъ, простѣйшихъ одноклѣточныхъ и многокѣлочныхъ животныхъ. На основаніи этихъ изслѣдованій авторъ пришелъ къ тому заключенію, что чѣмъ быстрѣ мышца сокращается и расслабляется, тѣмъ она абсолютно и относительно по отношенію къ мѳозину болѳе богата мѳостроминомъ. Это обстоятельство имѣетъ силу не только для мышцъ различныхъ животныхъ, но и для различныхъ мышцъ одного и того-же животнаго; такъ, напримѣръ, бѣлыя мышцы

кроликовъ, обладающія болѳе быстрою сократительностью, чѣмъ красныя, содержатъ болѳе мѳостроминовъ; грудныя мышцы голубя содержатъ на 1 часть мѳозина 4,91 части мѳостромина, между тѣмъ какъ мышцы бедра на 1 часть мѳозина имѣютъ только 1,22 части мѳостромина и. т. п.

Въ общемъ авторъ приходитъ къ тому заключенію, что мѳозинъ и мѳостроминъ имѣютъ прямое отношеніе къ процессу сокращенія и расслабленія поперечнополосатыхъ мышцъ, ихъ относительныя количества имѣютъ опредѣляющее вліяніе на время протеканія этихъ процессовъ.

Только что указанная изслѣдованія *А. Данилевскаго*, о которыхъ мы въ свое время будемъ говорить подробнѣе, расширяютъ наши представленія о химическомъ составѣ сократительнаго вещества, такъ какъ послѣднее состоитъ всегда изъ двухъ родовъ бѣлковыхъ веществъ весьма отличныхъ другъ отъ друга — мѳозина и мѳостромина; въ нѣкоторыхъ же случаяхъ, особенно, напримѣръ, въ крылевыхъ мышцахъ насѣкомыхъ сократительное вещество содержитъ мѳозина крайне мало.

На основаніи всего приведеннаго о сократительномъ веществѣ мышцъ и его бѣлковомъ составѣ естественно является предположеніе, что и въ образованіи механической работы бѣлковая вещества мышцъ играютъ не маловажную роль.

Вслѣдствіе полного отсутствія въ литературѣ специальныхъ работъ насчетъ состоянія различныхъ бѣлковыхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ и крайней неясности представленій вообще о роли бѣлковъ при мышечной дѣятельности, я взялъ на себя трудъ, по предложенію многуважаемаго пр. *А. Я. Данилевскаго*, изслѣдовать этотъ вопросъ, представляющій громадный научный и практическій интересъ

¹⁾ *А. Данилевскій*. Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. VII. 1882 и Физиологич. сборникъ *А. и В. Данилевскихъ* т. I стр. 333. 1888 г.

ГЛАВА ВТОРАЯ.

Литература, касающаяся мышечной работы вообще, весьма велика. Так как мы заняты специально изучением состоянія бѣлковыхъ веществъ работающихъ мышцъ, то намъ пришлось бы ограничиться, главнымъ образомъ, только изложеніемъ и разборомъ работъ, касающихся непосредственно нашего предмета. Между тѣмъ имѣется достаточное количество изслѣдованій, гдѣ о состояніи и роли бѣлковыхъ веществъ судили не на основаніи прямыхъ изслѣдованій бѣлковъ мышцъ, но на основаніи изслѣдованій нѣкоторыхъ экстрактивныхъ веществъ мышцъ, или—общаго обмѣна веществъ организма при мышечной работѣ. Особенно богатъ выдающимися изслѣдованіями отдѣлъ работъ, касающійся общаго обмѣна веществъ при мышечной дѣятельности, именно, —опредѣленій выделяемой работающимъ организмомъ мочевины и всего азота. Въ виду важности этихъ работъ для составленія сколько нибудь полнаго и яснаго представленія о роли бѣлковыхъ веществъ при работѣ, мы считаемъ себя въ правѣ выйти изъ узкихъ рамокъ изложенія только специальной литературы и привести, по крайней мѣрѣ въ общихъ и основныхъ чертахъ, все то, что добыто для выясненія разбираемаго нами вопроса косвеннымъ путемъ.

Что касается изслѣдованій экстрактивныхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ, то о нихъ приходится сказать весьма немного. Первой работою, показавшею измѣненіе химическаго состава мышцъ при работѣ, было изслѣдованіе *Helmgolz'a* ¹⁾ въ 1845 г., ко-

торый нашель, что изъ тетанизированныхъ мышцъ лягушекъ, голубей и рыбъ получается больше алкогольнаго экстракта и меньше воднаго, сравнительно съ покойными мышцами. Данныя *Helmgolz'a* были подтверждены потомъ *Harless-омъ* ¹⁾ *Ranke* ²⁾, *Nigetiet* и *Нернер'омъ* ³⁾. Эти работы, устанавливая несомнѣнную связь между работою мышцъ и химическими измѣненіями въ нихъ, ничего не говорятъ о томъ, измѣняется ли общее количество экстрактивныхъ веществъ, и какія, собственно, отдѣльныя экстрактивныя вещества подвержены тѣмъ или другимъ измѣненіямъ при мышечномъ тетанусѣ. Изъ отдѣльныхъ экстрактивныхъ веществъ наиболее характернымъ для мышцъ, несомнѣнно, является креатинъ, который признается продуктомъ мѣтнаго метаморфоза бѣлковъ мышцъ. Еще *J. Liebig* ⁴⁾ указывалъ на найденный имъ фактъ, что количество креатина въ мышцахъ различныхъ животныхъ весьма различно, особенно же много содержится его въ сердцѣ быка. Въ 1863 г. *Сорокинъ* ⁵⁾, на основаніи опредѣленій количества креатина и креатинина въ покойныхъ и тетанизированныхъ мышцахъ лягушекъ, показалъ, что въ тетанизированныхъ мышцахъ креатинъ частью переходитъ въ креатининъ и вновь образуется. Вскорѣ послѣ Сорокина занялся этимъ вопросомъ *Навоорскій* ⁶⁾, который нашель, что креатинъ замѣтно не измѣняется въ количествѣ при тетанусѣ мышцъ лягушекъ и не переходитъ въ креатининъ; креатинина нѣтъ ни въ покойныхъ, ни въ тетанизированныхъ мышцахъ. *Щелкоовъ* ⁷⁾ находилъ увеличеніе креатина въ тетанизированныхъ мышцахъ крыльевъ курицы. *Voit* ⁸⁾, наоборотъ, нашель, что въ

¹⁾ *Harless*. Цитиров. по В. Данцлевскому (смотри ниже).

²⁾ *Ranke*. *Tetanus*. Eine Physiolog. Studie. 1865.

³⁾ *Nigetiet* и *Нернер*. *Pflüger's Arch.* 1870. s. 574.

⁴⁾ *J. Liebig*. *Annalen der Chemie und Pharmacie* 1870. s. 292.

⁵⁾ *Сорокинъ*. Военно-медиц. журналъ 1863, книга 8, стр. 304—312.

⁶⁾ *Навоорскі*. *Centralbl. f. d. med. Wissenschaft* 1865. s. 417.

⁷⁾ *Щелкоовъ*. *Centralbl. f. d. med. Wissenschaft*. 1865. s. 624.

⁸⁾ *Voit*. *Zeitschr. f. Biologie*, 1868. s. 87.

¹⁾ *Helmgolz*. *Ueber d. Stoffverbrauch bei d. Muskelact*. *Müller's Arch.* s. 72. 1845.

тетанизованных, а также окоченѣвших мышцах лягушек и теплокровных животных содержание креатина и креатинина уменьшается. *Котовицков*¹⁾ не нашел замѣтнаго влияния тетануса мышц но содержание въ них креатина. Болѣе обстоятельныя и выясняющія изслѣдованія азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ представилъ *В. Данилевскій*²⁾. Разсматривая работы по этому вопросу своихъ предшественниковъ, *В. Данилевскій* полагаетъ, что противорѣчія въ ихъ выводахъ насчетъ содержанія креатина въ работающихъ мышцахъ могутъ быть частью объяснены неправильностью способа вычисления содержанія креатина. Такъ какъ креатинъ есть продуктъ мѣстнаго метаморфоза бѣлка, а количество воды и бѣлковъ въ мышцахъ покойныхъ и тетанизованныхъ различно, то, конечно, гораздо правильнѣе было бы вычислять содержание креатина по отношенію къ плотнымъ веществамъ мышцъ, или еще лучше, по отношенію къ бѣлковымъ веществамъ. При такомъ вычисленіи оказывается, что образование креатина въ тетанизованныхъ мышцахъ и сердцѣ происходитъ гораздо энергичнѣе, чѣмъ въ покойныхъ мышцахъ. На основаніи своихъ изслѣдованій *В. Данилевскій* утверждаетъ, что мышечный тетанусъ сопровождается увеличеніемъ алкогольныхъ экстрактивныхъ веществъ. Опыты были произведены, какъ на теплокровныхъ животныхъ (собаки), такъ и на холоднокровныхъ (лягушки), съ сохраненнымъ кровообращеніемъ и безъ кровообращенія. Алкогольная вытяжка не содержитъ ни бѣлковъ, ни гликогена, ни клея, ни жира, который удалялся эфиромъ, и, слѣдовательно, состоитъ изъ такъ называемыхъ экстрактивныхъ веществъ. По мнѣнію автора, такая алкогольная вытяжка заключаетъ въ себѣ почти всѣ экстрактивные вещества, а потому, слѣдовательно, нужно заключить,

¹⁾ *Котовицков*. Раб. изъ Физіолог. лабор. Казанскаго Унив. 1869. стр. 30. Цитир. по *В. Данилевскому*.

²⁾ *В. Данилевскій*. О происхожденіи мускульной силы. 1876.

что мышечная работа повышаетъ содержаніе всѣхъ вообще экстрактивныхъ веществъ. Опредѣливъ количество азота (по способу *Will. Varentzapp'a*) въ алкогольныхъ экстрактахъ, авторъ пришелъ къ тому выводу, что количество азотистыхъ продуктовъ при дѣятельности мускуловъ увеличивается; наибольшее ихъ количество находится въ сердцѣ. Точно также анализы показали и увеличеніе количества сѣры въ алкогольномъ экстрактѣ изъ тетанизованныхъ мышцъ. Между прочимъ *В. Данилевскій* указываетъ на одно весьма интересное обстоятельство, именно, что излишекъ азота въ экстрактѣ изъ дѣятельныхъ мышцъ меньше, чѣмъ количество азота потребленныхъ при тетанусѣ бѣлковъ. Слѣдовательно, заключаетъ авторъ, азотъ разложившихся при работѣ бѣлковъ не весь перешелъ въ экстрактъ, а часть его осталась въ ткани, вѣроятно, въ видѣ пептообразнаго вещества. Это явленіе находится, повидимому, въ связи съ продолжительностью опыта, такъ какъ въ одномъ случаѣ авторъ замѣтилъ, что тетанизованная мышца собаки, взятая тотчасъ же послѣ работы, дали меньше алкогольнаго экстракта, чѣмъ та часть ихъ, которая оставалась еще въ организмѣ послѣ работы около часа.

Въ послѣднее время *А. Monari*¹⁾ сдѣлалъ весьма обстоятельныя изслѣдованія нѣкоторыхъ изъ экстрактивныхъ веществъ мышцъ собаки. Вотъ краткіе его результаты, касающіеся интересующаго насъ вопроса. Въ среднемъ количествѣ креатина въ покойныхъ мышцахъ собаки достигаетъ до 0,325%, а—креатинина—до 0,066%. *Monari* изслѣдовалъ мышцы собаки, утомленной по способу *Mosso*, а также тетанизованная индукціоннымъ токомъ заднія конечности только что убитой собаки, при искусственномъ кровообращеніи въ нихъ, и получилъ слѣдующія данныя относительно нѣкоторыхъ экстрактивныхъ веществъ: 1) при работѣ увеличивается содержаніе, какъ креатина, такъ

¹⁾ *A. Monari*. Veränderung. d. chem. Zusammensetz. d. Musk. in Folge d. Ermüdung. Jahresbericht von Maly. s. 296. 1880.

и креатинина, 2) особенное увеличение содержания креатинина происходит только при чрезмерной работе, 3) в утомленных мышцах иногда креатинина содержится даже меньше, чем в покойных, но при этом имеется особенно много креатинина, 4) креатинин, главным образом, происходит из креатина, 5) только при чрезмерной работе в мышцах появляется особое соединение „кантокреатин“, 6) саркин (гипоксантин) и скантин при работе уменьшаются в количестве, 7) 2 раза из 10 в утомленных мышцах был найден лейцин.

Изложив в общих чертах имѣющуюся литературу об экстрактивных веществах покойных и дѣятельныхъ мышц, мы видим, что она довольно противорѣчива и не даетъ прямого, опредѣленнаго отвѣта на вопросъ, увеличивается или уменьшается при работѣ общее количество азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ мышц. Вѣ этомъ отношеніи только изслѣдованіе *В. Данилевскаго* вполне опредѣленно говорить за то, что количество азота экстракта увеличивается при мышечной работѣ; но его алкогольная вытяжка, во всякомъ случаѣ, не могли содержать всѣхъ азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ, такъ какъ, наприѣр, креатинъ и скантиновыя тѣла неразстворимы въ алкоголь. Поэтому главное положеніе автора, что въ тетанизованныхъ мышцахъ количество азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ повышено, — не вѣрно.

Что касается креатина и креатинина, то въ виду послѣдняго изслѣдованія *А. Monari*, нужно думать, что количество ихъ при мышечномъ тетанусѣ увеличивается.

Такъ какъ азотистыя экстрактивныя вещества несомнѣнно должны образоваться вслѣдствіе распада бѣлковъ мышц, а распадетъ этотъ, какъ увидимъ ниже изъ дальнѣйшаго обзорѣя литературы, не особенно великъ, то нужно думать а priori, что колебанія въ количествѣ азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ при различныхъ состояніяхъ мышцъ будутъ еще меньше,

чемъ колебанія въ бѣлковомъ составѣ; что же касается разницъ для отдѣльныхъ азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ мышцъ покойныхъ и дѣятельныхъ, — креатина и креатинина, — то онѣ, конечно, должны быть еще меньше, чемъ разницъ въ бѣлкахъ и въ общемъ количествѣ азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ. И дѣйствительно, разницъ эти въ содержаніи креатина и креатинина въ покойныхъ и дѣятельныхъ мышцахъ не превышаютъ сотыхъ долей процента и, следовательно, лежатъ почти въ границахъ ошибокъ самихъ методовъ опредѣленій. Съ другой стороны желательно было бы вычисленія найденныхъ количествъ тѣхъ или другихъ экстрактивныхъ веществъ сдѣлать по отношенію къ имѣющимся въ мышцахъ бѣлковымъ веществамъ, какъ на это указалъ уже *В. Данилевскій*, и только тогда дѣйствительно даже при незначительныхъ измѣненіяхъ въ количествѣ экстрактивныхъ веществъ, можно получить правильное представленіе объ энергіи ихъ образованія. Кромѣ того у насъ нѣтъ совершенно данныхъ относительно состоянія многихъ другихъ азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ мышцъ при дѣятельности послѣднихъ, а это не мѣшало бы знать для того, чтобы получить сколько-нибудь опредѣленное представленіе объ экстрактивныхъ веществахъ тетанизованныхъ мышцъ вообще и каждаго въ отдѣльности. Всѣ эти крайне сложныя соотношенія, естественно, могутъ привести изслѣдователей разныхъ отдѣльныхъ экстрактивныхъ веществъ мышцъ къ какому угодно результатамъ. Наконецъ, нѣкоторое объясненіе противорѣчій между изслѣдователями можно найти еще и въ томъ обстоятельстве, что ими не приняты во вниманіе многія условія, которыя могутъ вліять такъ или иначе на энергію образованія и превращенія разныхъ экстрактивныхъ веществъ при дѣятельности мышцъ: способъ раздраженія электричествомъ (черезъ нервъ или прямо на мышцу и пр.), сила тока и время раздраженія, затѣмъ, содержаніе въ мышцахъ жира, гликогена и сахара. Всѣ эти обстоятельства, по всей вѣроятности,

могут оказать влияние на распад бѣлковъ мышць и вообще на химическіе процессы, совершающіеся въ мышечной ткани. Въ общемъ, нужно все-таки отмѣтить, что указанная изслѣдованія экстрактивныхъ веществъ при мышечной работѣ больше склоняютъ къ тому положенію, что количество азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ мышць вообще, креатина и креатинина въ частности, при работѣ мышць увеличивается. Исходя изъ этого положенія, естественно и необходимо думать, что и бѣлковая вещества мышць при тетанусѣ должны такъ или иначе измѣняться.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ.

Что касается изслѣдованій о бѣлковыхъ веществахъ въ дѣятельныхъ мышцахъ, то хотя ихъ и немного по числу, но за то между ними нѣтъ противорѣчій и всѣ они приводятъ къ одному и тому же выводу. И здѣсь *Helmgolz* былъ первымъ, положившимъ начало изслѣдованіямъ бѣлковыхъ веществъ въ дѣятельныхъ мышцахъ. Опыты *Helmgolz* (1. с.) производилъ на лягушкахъ и голубяхъ. Вырѣзанные мышцы лягушекъ по возможности очищались отъ крови и помѣщались въ влажную камеру, гдѣ и раздражались разрядами лейденской банки. Раздраженія производились до тѣхъ поръ, пока не утрачивалась сократительность мышць. Затѣмъ мышцы извлекались дистиллированной водой до полного извлеченія растворимыхъ бѣлковъ, что узнавалось по тому, если извлеченіе при нагрѣваніи до кипѣнія не давало никакого помутнѣнія. Изъ соединенныхъ водныхъ извлеченій бѣлокъ выдѣлялся также кипяченіемъ. Что касается красящаго вещества крови, то его были только едва замѣтные слѣды, которые не могли сколько-нибудь повліять на результаты анализа. Изъ 6 опытовъ полученныя числа для растворимаго бѣлка въ среднемъ слѣдующія: въ покойныхъ мышцахъ содержится растворимаго бѣлка—2,13%, въ тетанизованныхъ—2,10%; въ покойныхъ мышцахъ голубя—2,13%, въ тетанизованныхъ—2,04%. Полагая, что бѣлокъ, извлеченный изъ мышць дистиллированной водой, можетъ быть, всецѣло принадлежитъ оставшейся въ мышцахъ крови, вытекание которой изъ вырѣзанныхъ мышць подвержено различнымъ случайностямъ, *Helmgolz* отказался высказать что-либо определенное насчетъ растворимыхъ бѣлковъ въ тетани-

зированных мышцах, вследствие незначительности колебаний в найденных количествах. Между прочим *Helmholz* указал на то, что электричество само по себе не может вызвать найденных изменений в экстрактах из тетанизированных мышц, так как, если взять два бедра лягушки, лишенная раздражительности посредством дистиллированной воды при 30° R и одно раздражать электричеством, то не получатся никакой разницы в экстрактах из обеих бедер. Вопрос — разрушается ли само мышечное волокно при работе, — автор оставляет нерешенным, так как вследствие возможности неодинакового содержания крови в мышцах, не могут быть получены весьма точные величины для плотных веществ. Против разрушения вещества самих мышечных волокон, очевидно, говорит то обстоятельство, что уменьшение водного экстракта тетанизированных мышц почти равно увеличению алкогольного.

J. Ranke в 1865 году выпустил в свет свой громадный труд „Tetanus“, где он подробно и всесторонне, насколько было возможно в то время, исследовал как физически, так, главным образом, и химически изменения в мышцах при тетанусе. В настоящей главе мы приведем только то, что получено *Ranke* относительно состояния белковых веществ в тетанизированных мышцах, но в дальнейшем изложении нашего вопроса нам не раз еще придется обращаться к этому прекрасному труду. Опыты свои *Ranke* производил на лягушках. Бедро лягушки после кругового разреза кожи перетягивалось крепкой ниткой и затѣм нога отрѣзывалась без всякой потери крови. Отрѣзанная нога старательно очищалась от крови посредством выжимания и пр., затѣм кожа быстро удалялась, мышцы обтирались для удаления лимфы пропускной бумагой. Часть мышц бедра срѣзывалась ножом, тотчас же запиралась между двумя заранѣе взвѣшенными часовыми стеклышками и взвѣшивалась. Остав-

шая лягушка через кожный надрѣз отравлялась стрихниномъ и вскорѣ появлялись весьма сильная судороги. Черезъ 30 минутъ и вторая нога совершенно также отдѣлялась отъ туловища и обрабатывалась какъ первая. Высушивание производилось при 100° C до постоянного вѣса. Нужно, вообще, замѣтить, что манипуляціи при опытѣ и изслѣдованіи производились *Ranke* крайне тщательно, причемъ принималось во вниманіе всякое даже, повидимому, незначительное обстоятельство, могущее такъ или иначе повліять на результатъ анализа и ввести въ обманъ. Полученныя плотныя вещества для опредѣленія азота сжигались по обычному способу съ натронной известью и т. д.

Результаты получены слѣдующіе:

	Количество плотныхъ веществъ.	Diff.	% азота на плотныя вещества.	Diff.	% азота на свѣжія мышца.	Diff.
I	Покойныя	17,5	14,41		2,522	
	Тетанизи- рован.	15,8	14,32	-0,09	2,274	-0,24
II	Покойныя	18,1	14,41		2,552	
	Тетанизи- рован.	16,6	14,46	+0,05	2,400	-0,15

Выводы изъ этихъ чиселъ таковы, что плотныя вещества покойныхъ и тетанизированныхъ мышц по отношенію къ содержанию азота не отличаются между собою: полученные разницы находятся въ границахъ ошибокъ. Но, если азотъ взять по отношенію къ свѣжимъ мышцамъ, то придется заключить, что „тетанусъ сопровождается значительной потерей мышцами азотосодержащихъ веществъ“. Естественно предпологая, что потеря азота тетанизированными мышцами обусловливается именно потерей белковыхъ веществъ, *Ranke* прежде всего опредѣлилъ количество растворимыхъ въ водѣ белковъ мышцъ покойныхъ тетани-

зиранныхъ. Для этой цѣли свѣжія мышцы расти-
рались съ нейтральнымъ кварцевымъ пескомъ и извле-
кались водой въ теченіе 5 часовъ. Затѣмъ фильтратъ
по каплямъ вливался въ кипящую, подкисленную
уксусною кислотою, воду. Образовавшійся свертокъ
бѣлка промывался горячей водою, горячимъ алко-
големъ, сушился и взвѣшивался. Вотъ числа, полученные
изъ двухъ опытовъ.

	Оп. I.	Оп. II.
Покойныя	2,56%	2,46%
Тетанизованныя	2,30%	2,06%
Diff.	0,26%	0,40%

Изъ этихъ чиселъ явствуетъ, что въ тетанизо-
ванныхъ мышцахъ количество растворимыхъ бѣлковъ
довольно замѣтно уменьшается.

Для опредѣленія свѣжъ бѣлковъ въ покойныхъ и
тетанизованныхъ мышцахъ *Ranke* поступалъ слѣ-
дующимъ образомъ. Взятая свѣжія мышца кипятит-
лась съ постоянно возобновляемыми порціями воды
для удаленія клейдающихъ веществъ, экстрактив-
ныхъ, — солей и отчасти жира. Фильтрованіе произ-
водилось не черезъ бумажную фильтру, а черезъ вор-
онку, наполненную до извѣстной высоты вымытымъ,
высушеннымъ и взвѣшеннымъ стекляннымъ порош-
комъ. Послѣ промыванія горячей водою, осадокъ
промывался горячимъ алкогелемъ, сушился до по-
стояннаго вѣса при 100° С и взвѣшивался. Про-
изведено всего два опыта и результаты получены слѣ-
дующіе:

	Оп. I.	Оп. II.
Покойныя	13,4	15,1
Тетанизованныя	12,7	14,8
Diff.	0,7	0,3

Отсюда можно заключить, что тетанусъ сопро-
ждается уменьшеніемъ количества бѣлковыхъ веществъ

въ мышцахъ. Далѣе *Ranke* спрашиваетъ себя, что
значитъ эта потеря бѣлковъ работающими мышцами,
какимъ образомъ она происходитъ? можетъ быть, бѣ-
локъ in substantia просто удаляется изъ мышцы, или
же онъ такъ или иначе разрушается? Первое предполо-
женіе, повидимому, подкрѣпляется однимъ наблюде-
ніемъ *Harless'a*, который замѣчалъ, что при сокра-
щеніи мышца выделяетъ изъ себя жидкость, содер-
жащую бѣлокъ; при слѣдующемъ покойномъ со-
стояніи эта жидкость частью опять всасывается мыш-
цею и т. д. На это *Ranke* замѣчаетъ, что подобное
явленіе, имѣющее мѣсто при особыхъ искусствен-
ныхъ условіяхъ (см. у *Ranke* стр. 213), не имѣетъ
никакого отношенія къ нормальному акту сокраще-
нія. И если подобное выжиманіе бѣлковой жидкости
происходило бы при сокращеніи, то мышца никоимъ
образомъ не могла бы быть болѣе богата водою
(какъ это бываетъ на самомъ дѣлѣ), наоборотъ, она
должна была быть настолько бѣднае водою, насколько
велика потеря мышцы водной бѣлковой жидкости
черезъ выжиманіе. Само собою разумѣется, подобная
потеря бѣлковъ мышцею не имѣла бы никакого отно-
шенія къ производству механической силы и теплоты.
Ranke такимъ образомъ формулируетъ свой выводъ:
„Der Verlust des Muskels an Stoffen durch die Bewe-
gung ist jedoch sicher nicht eine einfache Abfuhr der
primären Muskelstoffe-Albuminate—in Substanz, sondern
beruht auf einer wirklich statthaltenden Zersetzung der-
selben wohl durch Oxydation; die Oxydationsproducte
erst werden, indem sie den Gesetzen der Diffusion un-
terliegen, aus dem Muskel in die umgebenden Flüssig-
keiten abgeführt“. Авторъ полагаетъ, что бѣлокъ рас-
падается при этомъ прежде всего на креатинъ, са-
харъ, или жиръ. *Ranke*, впрочемъ, не отвергаетъ и
той возможности, что распаденіе бѣлка происходитъ
вслѣдствіе воспріянія элементовъ воды, такъ какъ и
при подобномъ процессѣ освобождается скрытая сила.
Вскорѣ послѣ изслѣдованій *Ranke* появилась ра-

бота *Навроцкого* ¹⁾ на счет состоянія бѣлковъ мышцъ при тетанусѣ ихъ. Опыты *Навроцкій* производилъ на лягушкахъ; для уничтоженія кровообращенія у нихъ удалялись внутренности вмѣстѣ съ сердцемъ, затѣмъ заднія конечности промывались 1%-нымъ растворомъ *NaCl*, дабы устранить ошибки вслѣдствіе могущаго быть неодинаковаго содержанія крови въ мышцахъ. Послѣ этого одна нога отрѣзывалась, а другая оставлялась при туловищѣ и раздражалась индукціоннымъ токомъ въ теченіе нѣсколькихъ часовъ. Во время опыта конечности находились во влажномъ пространствѣ. Авторъ опредѣлялъ общую сумму бѣлковъ въ покойныхъ и тетанизованныхъ мышцахъ слѣдующимъ образомъ. Свѣжіе мышцы въ количествѣ отъ 0,5 гм. до 1 гм. по вѣзможности очищенныя отъ постороннихъ тканей, растирались съ чистымъ пескомъ въ 20 к. сант. 3%-наго раствора *NaHO* и настаивались въ теченіе 1—1½ часовъ при комнатной температурѣ, причемъ посредствомъ частыхъ помѣшиваній старались ускорить переходъ бѣлковъ въ алкалиальбуминаты. Остатокъ послѣ подобнаго извлеченія состоялъ, въ чемъ легко убѣдиться, при разсматриваніи подъ микроскопомъ, изъ обломковъ сарколемныхъ трубокъ, кровеносныхъ сосудовъ и т. п. Растворъ алкалиальбуминатовъ фильтровался въ 20 к. с. разведенной уксусной кислоты, которая при этомъ нейтрализовалась. Полученная нейтральная жидкость, въ которой находился осадокъ бѣлковъ, подкислялась 1—2 каплями разведенной кислоты и ставилась на нѣкоторое время въ кипящую воду. Осадокъ собирался на завѣшенную фильтру, промывался горячею водою, спиртомъ и эфиромъ и, высушенный до постояннаго вѣса при 110° С, взвѣшивался. Сравнительныя опредѣленія общаго количества бѣлковъ праваго

¹⁾ *F. Nawrocki. Beiträge zum Stoffwechsel im Muskel. 2. Eiweisstoffe. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1866. s. 385.*

и лѣваго *m. gastrocnemius*'а лягушки дали слѣдующія числа по отношенію къ свѣжимъ мышцамъ.

Прав. <i>gastrocnemius</i>	лѣвій	Диф.) средн.=0,365
13,45	13,88	+0,43	
13,10	12,90	—0,20	
13,88	13,45	—0,43	
14,20	13,80	—0,40	

Количества бѣлковъ для покойныхъ и тетанизованныхъ мышцъ слѣдующія:

Op.	Пок. конечность.	Тетанизм.	Диф.
1 прав.	14,62	лѣв. 14,04	—0,58
2	13,50	12,90	—0,60
3 лѣв.	13,64	прав. 13,23	—0,41
4	13,54	12,82	—0,72

Въ среднемъ потеря въ бѣлкахъ равна=0,6%.

Такимъ образомъ, опыты *Навроцкого* показываютъ повышеніе распада бѣлковъ при тетанусѣ мышцъ. Но такъ какъ количество креатина въ работающихъ мышцахъ по изслѣдованіямъ автора не повышается, а остальные азотосодержащія составныя части мышцъ еще мало извѣстны, то онъ не желаетъ пока настаивать на результатахъ анализовъ („seinen Befund uigieren“), тѣмъ болѣе, что найденныя разницы немного только превышаютъ ошибки метода.

Наконецъ, послѣдняя работа о состояніи бѣлковыхъ веществъ въ тетанизованныхъ мышцахъ принадлежитъ *В. Данилевскому*. Прежде всего *В. Данилевскій* (п. с.) обратился къ проверкѣ результатовъ *Ranke* относительно содержанія воды въ дѣятельныхъ мышцахъ. Опыты были поставлены на лягушкахъ и на собакахъ. Раздраженіе производилось индукціоннымъ токомъ при помощи саннаго аппарата *Du-Bois-Reymond* а въ теченіе нѣсколькихъ часовъ (для лягушекъ отъ 2—3 ч. для собакъ—до 5—6 час. при сохраненномъ кровообращеніи) съ частыми остановками въ 2—4 минуты. Нервы покойной задней нижней конечности перерѣзывались;

один электрод прикладывался к паховому сгибу, а другой — к подколенной ямке; подобный способ тетанизации автор считает наиболее удобным для вызывания рѣзких изменений в деятельности мышцах. При прекращенном кровообращении у собак раздражительность мышц быстро падала, так что тетанизация обыкновенно продолжалась $\frac{1}{2}$ —1 час. После тетанизации животные обезкровливались; в некоторых опытах на собаках автор промывал мышцы после тетанизации через аорту раствором NaCl. Определение плотных веществ и воды в тетанизованных мышцах и в сердцах подтвердили данные Ранке, что деятельные мышцы содержат больше воды и меньше плотных веществ; разница эта в некоторых опытах достигала до 1,22%. После этих опытов автор обратился к определению белков в тетанизованных мышцах. Попытки автора определить содержание миелина в мышцах, посредством извлечения их 10% NaCl, были неудачны, так как получались слишком большие колебания (от 4—8% на влажную мышцу!) и поэтому пришлось обратиться к определению только общего количества белков. Извлечение всех белков ъдкими щелочами и соляной кислотой (0,1—0,4%) автор считает неприменимыми, так как не получалось полного выделения белков; впрочем извлечения соляной кислотой мышц лягушки еще может дать удовлетворительные результаты. Мышцы собаки, быстро вырѣзанные и тщательно очищенные от жира, фасций и соединительной ткани, опускались в 96% алкоголь, взвѣшивались и затѣм нагревались до кипѣния. После этого ножницами мышцы в алкоголь разрѣзывались на мелкіе части и извлекались последовательно горячим алкоголем до тех пор, пока последний не извлекал уже ничего, затѣм такая же обработка производилась и теплым эфиром. Далѣе мышечная масса в том же сосудѣ слегка подсушивалась на водяной банѣ и затѣм извлекалась горячей водой до полного истощения (при этом в

воду переходили только слѣды белка). Наконец, тщательно собранная мышечная масса сушилась до постоянного веса и взвѣшивалась. Само собой разумеется, что вмѣстѣ съ белками находились также и сарколемма, ядерное вещество, стѣнки сосудов и пр. Контрольные опыты показали разницу в определениях в общемъ меньше 0,5%, а иногда разница была даже меньше 0,3% на влажную мышцу. В некоторых анализахъ мышцъ лягушекъ вышеприведенный способ былъ нѣсколько видоизмѣненъ: мышцы взвѣшивались между часовыми стеклами, быстро разрѣзывались на пластинки и вводились в воздушную баню, нагрѣтую до 100°C, подъ конецъ высушивание производилось уже при 60°—80°C. Полученная хрупкая масса растиралась в тонкій порошок и обрабатывалась, какъ указано выше. Вотъ результаты анализовъ на содержание общего количества белковъ в покойныхъ и тетанизованныхъ мышцахъ и в сердцахъ собакъ.

Опыты	1	2	3	4	5	6	7
Покойныя.	19,66%	19,50	17,82	17,80	17,98	17,32	17,85
Тетанизир.			17,22	17,33	17,16	16,64	
Сердце.	17,00%	17,61	16,28	16,01	16,02	15,40	

В среднемъ разница между покойными и тетанизованными мышцами = 0,64%.

Опыты на лягушкахъ дали слѣдующія числа:

Опыты	1	2	3	4	5
Покойныя	15,38%	13,76	14,20	13,37	13,57
Тетанизир.	14,80%	13,02	13,31	12,78	12,86
Diff.	0,58%	0,74	0,89	0,59	0,71

Средняя разница = 0,7%.

Изъ этихъ таблицъ авторъ выводитъ, что сердце содержитъ белковыхъ веществъ гораздо меньше, чѣмъ мышца туловища, и что в тетанизованныхъ мышцахъ содержание белковыхъ веществъ всегда пони-

жено сравнительно съ покойными. Опредѣляя количества азота и сѣры въ покойныхъ и тетанизованныхъ мышцахъ (принявъ эти элементы принадлежащими исключительно бѣлкамъ), авторъ получилъ данныя, подтверждающія вышеприведенныя положенія. Опредѣленіе растворимаго бѣлка (настанавіе мышщъ съ водою въ теченіе 20 часовъ; бѣлокъ осаждался кипяченіемъ подкисленнаго настоя) дало для покойныхъ мышщъ лягушки—2,21%, для тетанизованныхъ—1,81%.

Разсматривая приведенную литературу насчетъ содержанія бѣлковъ въ покойныхъ и тетанизованныхъ мышцахъ, мы не считаемъ нужнымъ особенно распространяться о ней, такъ какъ она сама за себя говорить довольно опредѣленно и согласно. Мы сдѣлаемъ только нѣкоторыя замѣчанія относительно каждой отдѣльной работы. Данныя *Helmgolz'a*, какъ и самъ онъ признаетъ, не имѣютъ какого-либо рѣшительнаго значенія для вывода о содержаніи бѣлковыхъ веществъ вообще при тетанусѣ; притомъ нужно замѣтить, что однимъ только кипяченіемъ, какъ дѣлалъ это *Helmgolz*, нельзя выдѣлить всѣхъ растворимыхъ бѣлковъ изъ ихъ раствора. Тѣмъ не менѣе работа *Helmgolz'a* имѣетъ большое значеніе и для разбираемаго нами вопроса, такъ какъ она дала все-таки нѣкоторыя указанія и толчокъ для дальнѣйшихъ изслѣдованій въ этомъ направленіи. Основныя данныя на счетъ содержанія бѣлковъ при тетанусѣ мышщъ представилъ *Ranke*; тетанусъ мышщъ онъ вызывалъ стрихниннымъ отравленіемъ, слѣдовательно, раздраженіе шло изъ спиннаго мозга и носило болѣе или менѣе естественный характеръ, тѣмъ болѣе, что во время тетануса кровообращеніе въ мышцахъ существовало; далѣе, вся обработка мышщъ была крайне тщательная. Поэтому результаты *Ranke* относительно содержанія общаго количества бѣлковъ въ тетанизованныхъ мышцахъ должны имѣть основное значеніе.

Нужно, однако, сказать, что въ такомъ важномъ вопросѣ, какъ изученіе роли бѣлковъ въ дѣятельныхъ

мышцахъ, слишкомъ недостаточно ограничиться только двумя опытами, какъ сдѣлалъ это *Ranke*. Методъ опредѣленія всѣхъ бѣлковъ, примѣненный *Ranke*, не точенъ на томъ же основаніи, какъ и способъ *Helmgolz'a*.

По нашему мнѣнію, совершенно излишне было обтирать мышцы пропускнуой бумагой для удаленія лимфы, такъ какъ естественнѣе и правильнѣе разсматривать функціонирующую мышцу, такъ сказать, *in toto*, удаливши только кровь изъ сосудовъ.

Опыты *Навроцкаго* важны въ томъ отношеніи, что полученные имъ результаты показываютъ несомнѣнную потерю бѣлковъ тетанизованными мышцами, ибо опыты были произведены на мышцахъ лягушекъ при отсутствіи кровообращенія, такъ что этимъ обстоятельствомъ устраняются всякія (даже самыя натянутыя) возраженія относительно полученныхъ данныхъ. Впрочемъ, самъ авторъ еще не рѣшился придать своимъ результатамъ рѣшительнаго опредѣленнаго значенія. Методъ опредѣленія бѣлковъ *Навроцкаго* сомнителенъ уже потому, что авторъ не даетъ никакихъ доказательствъ для того, что онъ въ теченіе 1—1½ часа дѣйствія 3% растворомъ *NaHO* на мышщъ дѣйствительно всѣ бѣлки мышщъ переводилъ въ алкалальбуминаты и затѣмъ изъ даннаго раствора снова осаждалъ всѣ бѣлки.

Наконецъ, *В. Дашилевскій* представилъ уже болѣе обстоятельныя изслѣдованія содержанія бѣлковъ въ работающихъ мышцахъ, такъ какъ опыты свои онъ производилъ какъ на холоднокровныхъ животныхъ (лягушки), такъ и на теплокровныхъ (собаки), съ сохраненнымъ кровообращеніемъ и безъ него. Методъ употребленный авторомъ, достаточно точенъ, чтобы полученные данныя заслуживали полнаго довѣрія.

Такимъ образомъ, всѣ указанныя изслѣдованія согласно показываютъ одинъ и тотъ же результатъ, что при тетанусѣ въ мышцахъ бѣлковая вещества уменьшаются въ своемъ количествѣ. Конечно, не мѣшало бы представить еще болѣе выясняющія изслѣдованія по данному вопросу съ обращеніемъ особаго вниманія

на тѣ или другія условія, при которыхъ происходитъ работа мышцъ, какъ то: кровообращеніе, отсутствіе кровообращенія, упитанность мышцъ, отягощеніе ихъ опредѣленнымъ грузомъ и т. д. Кромѣ того указанія изслѣдованія ничего не говорятъ о томъ важномъ въ біологическомъ отношеніи вопросѣ, какія формы бѣлковъ мышцы подвергаются тому или другому измѣненію при мышечной работѣ; въ этомъ отношеніи опредѣленіе роли миозина и миостромина представляеть, конечно, существенный интересъ. Уже на основаніи данныхъ, изложенныхъ нами въ первой главѣ, можно съ вѣроятностью ожидать, что при мышечномъ тетанусѣ миозинъ и миостроминъ, составляющіе, такъ сказать, самую суть живого мышечнаго волокна, должны подвергаться тѣмъ или другимъ измѣненіямъ. Это предположеніе еще болѣе подкрѣпляется данными изслѣдованій *Н. Селиховскаго* и *Н. Умикова*. *Н. Селиховскій*¹⁾ показалъ, что миозинъ и миостроминъ мышцъ претерпѣвають довольно значительныя измѣненія подъ вліяніемъ кислороднаго голоданія, пищевого голоданія, паралича, вызваннаго перерѣзкой нервовъ и пр.

*Н. Умиковъ*²⁾ въ своемъ весьма обстоятельномъ трудѣ выяснилъ, что такъ называемый бѣлковый запасъ организма существуетъ преимущественно въ мышечной ткани въ формѣ миозина, который хотя и находится въ мышцахъ въ организованномъ полуплотномъ состояніи, тѣмъ не менѣе весьма подвиженъ и расходуется или накапливается организмомъ по мѣрѣ надобности, сообразно существующимъ условіямъ питанія.

Весь вопросъ теперь сводится къ тому, достаточны ли въ настоящее время наши свѣдѣнія о бѣлковыхъ веществахъ мышечной ткани, и имѣются ли въ физио-

¹⁾ *Н. Селиховскій*. Содержаніе миозина и миостроминъ въ мышцахъ въ зависимости отъ ихъ покоя, дѣятельности и др. условій. Физиологич. сборникъ *А. и В. Данилевскихъ*. Т. I. 1888 г. стр. 349.

²⁾ *Н. Умиковъ*. Физиологія бѣлковаго запаса въ организмѣ. Физиолог. сборникъ *А. и В. Данилевскихъ*. Т. II. 1891 г.

логической химіи достаточно вѣрныя и точныя способы, чтобы можно было, вооружившись ими, приступить къ изученію роли различныхъ бѣлковыхъ формъ мышцъ при тетанусѣ послѣднихъ. Къ разсмотрѣнію этихъ вопросовъ намъ и слѣдовало бы сейчасъ-же приступить, еслибъ мы пожелали ограничиться приведеніемъ только полученныхъ нами фактическихъ данныхъ изъ нашихъ изслѣдованій о состояніи различныхъ бѣлковыхъ веществъ мышцъ работающих и покойныхъ, безъ всякаго отношенія этихъ данныхъ къ явленіямъ общаго азотистаго обмѣна веществъ при мышечной работѣ. По нашему искреннему убѣжденію подобное ограниченіе нашей задачи было бы печальною односторонностью, правда довольно выгодною въ смыслѣ легкости и простоты выполненія работы. Но тамъ, гдѣ добытые новые факты будять мысль и заставляютъ ее работать сильнѣе и глубже, тамъ часто бывають увлеченія, поспѣшныя обобщенія, и чтобы сколько-нибудь предохранить себя и читателей отъ этихъ нежелательныхъ явленій, мы рѣшились представить въ общихъ и главныхъ чертахъ данныя изслѣдованій общаго азотистаго обмѣна веществъ организма при мышечной работѣ. Эти данныя должны быть, по возможности, приведены въ связь съ уже имѣющимися результатами прямыхъ изслѣдованій работающихъ мышцъ, и тогда только, дѣйствительно, съ полнымъ правомъ можно сказать что либо насчетъ значенія бѣлковыхъ веществъ при мышечной работѣ. Такимъ образомъ, теперь мы приступимъ къ изложенію и разсмотрѣнію результатовъ работъ по общему обмѣну веществъ работающихъ животныхъ.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ.

Литература, касающаяся общаго объёма веществъ при мышечной работѣ, велика, и намъ, конечно, нѣтъ необходимости разсматривать её всю цѣликомъ. Въ весьма обстоятельной книгѣ *В. Данилевскаго* „О происхожденіи мускульной силы“ приведены и разсмотрѣны подробно до 1876-го года всѣ данныя, полученные различными изслѣдователями общаго объёма веществъ работающих животныхъ. Мы намѣрены изложить только то, что уже отмѣтилъ указанный авторъ относительно достоинствъ данныхъ общаго объёма веществъ для сужденія о роли бѣлковыхъ веществъ при мышечной работѣ и, съ своей стороны, привести вкратцѣ результаты новыхъ выдающихся работъ по этому предмету, появившихся послѣ 1876 г.

Исходя изъ того безусловно вѣрнаго положенія, что мышечная ткань, какъ и всякія другія, принимаетъ участіе въ выработкѣ азотистыхъ продуктовъ, выделяемыхъ животнымъ мочою въ формѣ, главнымъ образомъ, мочевины и другихъ азотистыхъ веществъ, и что всякое измѣненіе въ дѣятельности мышцъ должно отразиться такъ или иначе на выдѣленіи этихъ продуктовъ, многіе авторы рѣшились для выясненія роли бѣлковыхъ веществъ при мышечной работѣ положить въ основу своихъ разсужденій количественныя колебанія выделяемой мочою мочевины и, вообще, всего азота. Поэтому, если, напримѣръ, при усиленной мышечной работѣ животное будетъ выделять мочою больше азота, чѣмъ сколько оно выдѣляло его при покойномъ состояніи, то, значитъ, въ мышечной ткани при работѣ усиленъ метаморфозъ бѣлковыхъ веществъ, а если выдѣленіе азота не увеличивается, то, очевидно, бѣлковыя вещества не распадаются. Но дѣло

не такъ просто, какъ это кажется съ перваго взгляда. Данныя *Ranke* относительно распредѣленія крови въ мышцахъ животнаго при покоѣ и работѣ и вычисленія *В. Данилевскаго* (см. у него стр. 67) насчетъ напряженія окислительныхъ процессовъ въ покойныхъ и дѣятельныхъ мышцахъ не оставляютъ никакого сомнѣнія въ томъ, что при сколько-нибудь напряженной мышечной работѣ должна ослабляться дѣятельность другихъ органовъ, что, впрочемъ, понятно само по себѣ. Такимъ образомъ, еслибы при мышечной работѣ и дѣйствительно происходилъ усиленный метаморфозъ бѣлковъ и увеличенное выдѣленіе отработавшаго азота мочою, то это явленіе могло бы остаться совершенно незамѣченнымъ или только слабо выраженнымъ на общемъ количествѣ выдѣленнаго азота, вслѣдствіе компенсаторнаго ослабленія метаморфоза бѣлковъ въ другихъ органахъ. Само собою понятно, что при постановкѣ опытовъ необходимо соблюдать, чтобы всѣ прочія условія, кромѣ мышечной дѣятельности, были одинаковы и не могли такъ или иначе повліять на метаморфозъ тканей; особенно необходимо это замѣтить относительно одинаковости состава пищи опытныхъ животныхъ; кромѣ того мышечная работа должна быть настолько велика, чтобы можно было расчитывать, что указанная компенсация не будетъ въ состояніи затмить результатъ усиленнаго метаморфоза мышечнаго вещества, т. е. увеличенное выдѣленіе мочевины и, вообще, всего азота. Далѣе, опредѣленія количества мочевины и всего азота мочи не могутъ дать намъ положительныхъ указаній относительно мѣстъ и источниковъ происхожденія этихъ веществъ. Мы не имѣемъ никакихъ положительныхъ данныхъ говорить о томъ, насколько та или другая ткань участвуетъ въ образованіи выделяемой организмомъ мочевины. Если бы было еще доказано, что въ мышечной ткани образуется мочевины, которая тотчасъ же поступаетъ въ кровь и удаляется почками, то тогда при своихъ заключеніяхъ можно было бы еще сколько-нибудь полагаться на количество выдѣ-

ляемой мочевины при мышечной работѣ, принимая во вниманіе, конечно, и вышеприведенное обстоятельство (компенсацию). Но до сихъ поръ присутствіе мочевины сколько-нибудь ясно не доказано въ мышцахъ высшихъ животныхъ. Мочевины въ мышцахъ нормальныхъ животных не находили: *J. Liebig, Grohe, Helmgolz, Voit, Gscheidlen* (цитир. по *В. Данилевскому*). Впрочемъ, *Зальскому* удалось найти въ мышцахъ собаки ничтожное количество мочевины (0,005%). *Демантъ*¹⁾ отрицаетъ доказательство заявленной своихъ предшественниковъ насчетъ присутствія въ мышцахъ мочевины; однако на основаніи своихъ изслѣдованій, произведенныхъ по болѣе правильному методу, онъ утверждаетъ, что въ нормальныхъ мышцахъ имѣется особое тѣло, схожее съ мочевиною. Новѣйшая работа *А. Коварскаго*²⁾ показала полное отсутствіе мочевины въ нормальныхъ мускулахъ млекопитающихъ и костистыхъ рыбъ.

Такимъ образомъ, въ мышцахъ высшихъ животныхъ мочевины, повидимому, совсѣмъ не вырабатывается, но за то тамъ имѣется достаточно матеріала въ формѣ тѣхъ или другихъ азотистыхъ экстрактивныхъ веществъ, изъ которыхъ въ другихъ мѣстахъ организма можетъ уже образоваться мочевины. Весма вѣроятно, что эти вещества совсѣмъ не такъ быстро могутъ дать при своихъ дальнѣйшихъ превращеніяхъ мочевины; можетъ быть, для этихъ превращеній понадобятся не только одни сутки, а нѣсколько, и это предположеніе, какъ ниже увидимъ, находитъ себѣ подтвержденіе въ опытахъ Аргутинскаго. На основаніи всего сказаннаго очевидно, что еслибъ даже и получилось при мышечной работѣ увеличеніе выдѣленія мочевины, то мы не могли бы даже приблизительно сказать, насколько тутъ участвуетъ усиленный

¹⁾ *Демантъ*. Zur Frage nach den Harnstoffgehalt der Muskeln. Zeitschr. f. physiol. Chem. 1879 и 1880 г.

²⁾ *А. Коварскій*. О мочевины въ мускулахъ млекопитающихъ и рыбъ. Дисс. 1895 г.

метаморфозъ бѣлковъ мышць. А если въ теченіе работнаго дня количество выдѣленной мочевины не увеличилось сравнительно съ днемъ покоя, то это еще не значитъ, что нѣтъ увеличеннаго распада бѣлковъ въ мышечной ткани. Увеличеніе выдѣленія мочевины можетъ появиться на другой и на третій день послѣ работы.

Далѣе, нельзя упускать изъ виду, что азотъ выдѣляется организмомъ не только мочою и каломъ, но также и потомъ. (*Funkle, H. Meissner, Leube*. Цитир. по *В. Данилевскому*), выдѣленіе котораго при мышечной работѣ бываетъ иногда довольно значительно. Въ этомъ отношеніи особенно интересны опыты *П. Аргутинскаго*¹⁾, произведенные имъ въ недавнее время на самомъ себѣ. Сначала онъ опредѣлилъ количество азота, выдѣленнаго потомъ при потнѣніи въ паровой банѣ; количество азота въ одномъ опытѣ оказалось 0,2475 grm., въ другомъ—0,2555; отъ 68,5—74,9% азота пота состояли изъ мочевины. Далѣе авторъ совершалъ продолжительную прогулку, причемъ довольно сильно потѣлъ. Вечеромъ послѣ прогулки ниже бѣлье, шляпа и жилетъ были промыты 0,1% растворомъ шавелевой кислоты, изъ котораго и было опредѣлено количество азота = 0,7595 grm. = 4,7% всего азота мочи (15,85 grm.). Въ другомъ опытѣ, когда и кожа автора была обмыта теплой водою, всего азота было получено = 0,7535 grm. (Во время этого опыта авторъ потѣлъ меньше). Въ одномъ опытѣ, произведенномъ въ октябрѣ, выдѣленіе азота потомъ было гораздо меньше = 0,3755 grm.

Наконецъ, азотъ въ газообразномъ состояніи выдѣляется легкими, что доказывается изслѣдованіями многихъ авторовъ (*Marchand, Regnault et Reiset, Stohmann, Thyri, Strauch, Schenc, Seegen, Nowack*, Цитир. по *В. Данилевскому*). Впрочемъ *Leo*²⁾ не раздѣляетъ

¹⁾ *P. Argutinsky*. Versuche über die Stickstoffausscheidung durch den Schweiß bei gesteigerter Schweissabsonderung. Pflüger's Arch. 46. s. 594.

²⁾ *Leo*. Цитир. изъ статьи *Seegen's* въ Pflüger's Arch. 50. 1891. s. 388.

мнѣнія своихъ предшественниковъ, что газообразный азотъ выдѣляется легкими.

Во всякомъ случаѣ въ мышечной ткани, какъ известно, имѣется азотъ и въ газообразномъ состояніи (см. у В. Данилевскаго стр. 43 и 57), и можно думать, что онъ вырабатывается въ самихъ мышцахъ, а не приходитъ туда извнѣ. Въ этомъ отношеніи весьма интересны произведенные въ недавнее время опыты А. Gautier et L. Landi: ¹⁾ они брали куски мышшь только что убитаго животнаго, стерилизовали ихъ съ поверхности $\frac{1}{2}\%$ растворомъ шанисто-водородной кислоты и помѣщали въ стерильную стеклянную трубку, изъ которой воздухъ былъ удаленъ; трубки эти лежали въ теченіе различнаго времени (отъ 11—93 дней) и при разныхъ температурахъ (отъ 2° до 35° и 40° С.). Гниеніе совершенно отсутствовало и стерильность была полная. Химическое изслѣдованіе выдѣленныхъ газовъ показало, между прочимъ, и присутствіе газообразнаго азота и ничтожнаго количества амміака. Всѣ указанныя данныя съ очевидностью говорятъ за то, что азотъ выдѣляется животнымъ организмомъ не только мочей и каломъ, но также потомъ и легкими. Между тѣмъ эти пути выдѣленія азота обыкновенно игнорировались изслѣдователями общаго обмѣна веществъ при мышечной работѣ. Итакъ, принявъ въ соображеніе всю сложность и запутанность явленій, результатомъ которыхъ появляется въ мочѣ то или другое количество азота, становится вполне понятнымъ, что отрицательныя данныя общаго обмѣна веществъ при мышечной работѣ, т. е. отсутствіе увеличеннаго выдѣленія азота, совсѣмъ еще не выражаютъ дѣйствительнаго отсутствія увеличеннаго распада бѣлковъ мышечной ткани; наоборотъ, положительный результатъ, хотя бы даже и незначительный, уже почти съ полною довѣрностью говорить за увеличеніе ме-

¹⁾ A. Gautier et L. Landi. Sur la vie résiduelle et les produits du fonctionnement des tissus séparés de l'être vivant. Comptes rendus d. séances de l'académie des sciences. 1892. p. 1048 et 1450.

таморфоза мышечной ткани при ея работѣ. Намъ нѣтъ никакой необходимости приводить изслѣдованія всѣхъ авторовъ, изучавшихъ вліяніе мышечной работы на выдѣленіе мочей мочевины и всего азота; подобныхъ работъ весьма много, и онѣ, будучи разсматриваемы съ вышеприведенныхъ точекъ зрѣнія, совсѣмъ не выясняютъ изучаемаго нами вопроса объ участи бѣлковыхъ веществъ при мышечной работѣ. Мы упомянемъ только наиболѣе выдающіяся изслѣдованія, послужившія основаніемъ для тѣхъ или другихъ взглядовъ на источники мышечной силы.

Одна изъ первыхъ работъ, наиболѣе точно обставленная, это—работа Voit'a ¹⁾.

Voit, на основаніи первыхъ своихъ изслѣдованій, утверждаетъ, что при мышечной работѣ потребление бѣлка только весьма незначительно увеличивается. Если бы работа, дѣйствительно, существеннымъ образомъ увеличивала распадъ бѣлковъ, то это явленіе, по мнѣнію Voit'a, яснѣ всего наблюдалось бы въ опытахъ съ голодающими животными. Но его опыты съ голодавшей собакой, которую онъ заставлялъ много работать (обмѣна въ колесѣ), показали только незначительное увеличеніе выдѣленія мочей мочевины: въ среднемъ, съ 10,88 grm. при покоѣ, количество мочевины при работѣ повысилось до 12,33 grm., значить, всего только на 1,45 grm. больше. Само собой понятно, полагааетъ Voit, что соотвѣтствующее этой разности количество бѣлка при окисленіи въ организмѣ не въ состояніи развитъ столько живой силы, сколько нужно ее было для произведенной работы. Для изученія азотистаго обмѣна веществъ при мышечной работѣ, кромѣ опытовъ на голодающихъ животныхъ, Voit признаетъ достовѣрными еще только опыты, произведенные надъ животными, находившимися въ азотистомъ равновѣсіи. Подобные опыты были

¹⁾ Voit. Ueber die Verschiedenheiten der Eiweisszersetzung beim Hungern. Zeitschrift f. Biologie. Bd. 2. s. 336. 1866.

произведены *Voit*'омъ совместно съ *Pettenkofer*'омъ¹⁾ надъ человѣкомъ. Въ одномъ опытѣ работа производилась при голоданіи опытнаго субъекта, а въ двухъ другихъ—при среднемъ продовольствіи, достаточномъ для поддержанія азотнаго равновѣсія. Моча дневная, выдѣленная при работѣ за 12 часовъ дня, изслѣдовалась отдѣльно отъ ночной мочи, полученной за 12 часовъ ночи. Вотъ числа для мочевины:

	Голоданіе.		Средняя пища.	
	Покой.	Работа.	Покой.	Работа.
За день	15,1	11,9	19,6	19,5
„ ночь	11,4	13,1	17,5	17,3
„ сутки	26,5	25,0	37,1	36,8

На основаніи этихъ данныхъ авторы заключаютъ, что даже при сильной работѣ распадъ бѣлковъ не повышается: „Aus den Arbeitsversuchen wird vor Allem die Thatsache, welche der eine von uns (V.) zuerst beim Hunde fand, über allen Zweifel erhoben, dass die Stickstoffausscheidung und also auch die Eiweisszersetzung trotz intensiver Thätigkeit des Körpers sich nicht steigert“.

Несмотря на всю, повидимому, опредѣленность и точность постановки опытовъ, заключения, сдѣланныя *Voit*'омъ и *Pettenkofer*'омъ, послѣдныя. Къ указаннымъ опытамъ въ полной мѣрѣ приложимы всѣ тѣ возраженія насчетъ достоинствъ результатовъ подобнаго рода изслѣдованій, о которыхъ мы выше говорили. Кромѣ того возраженіе, сдѣланное *Voit*'у еще давно (*Meissner*'омъ) по поводу того, что онъ, опредѣляя мочевины по способу *Liebig*'а титрованіемъ, не опредѣлялъ всего количества азота, еще и до сих поръ имѣетъ свою силу, хотя *Voit* и утверждаетъ, что этимъ способомъ онъ опредѣлялъ весь азотъ мочи. Принявъ во вниманіе значительныя потери, бывшія при указанныхъ опытахъ надъ человѣкомъ, черезъ

¹⁾ *M. Pettenkofer* и *C. Voit*. Untersuchungen über den Stoffverbrauch des normalen Menschen. Zeitschrift f. Biologie. Bd. 2. 1866. s. 537 и слѣд.

кожу и легкія, нужно думать, что и количество выдѣленного этими путями азота совсѣмъ не ничтожно (потеря азота черезъ кожу возможна, конечно, только въ опытахъ надъ человѣкомъ и надъ потѣющими животными). Далѣе нужно замѣтить, что опыты надъ человѣкомъ совсѣмъ не убѣдительны, такъ какъ мочевины изслѣдована была только всего за одни рабочія сутки; слѣдовало привести данныя о количествѣ выдѣленной мочевины и за слѣдующіе послѣ работы два или три дня.

Причину нѣсколько повышеннаго выдѣленія мочевины при мышечной работѣ въ первыхъ своихъ опытахъ *Voit* ищетъ въ особыхъ обстоятельствахъ: „Во время работы имѣютъ мѣсто различныя обстоятельства, которая сами по себѣ, помимо работы, въ состояніи вызвать усиленное распаданіе бѣлка. Я обращаю вниманіе на болѣе обильное принятіе воды, какъ на слѣдствіе болѣе значительнаго испаренія воды кожей и легкими, и на выдѣленіе сравнительно большаго количества болѣе разведенной мочи; далѣе, на усиленные сердечныя, дыхательныя и тѣлесныя движенія, слѣдствіемъ которыхъ является ускоренная циркуляція въ организмѣ; слѣдствія этой послѣдней при голоданіи менѣе замѣтны, чѣмъ при доставкѣ большихъ количествъ чистаго мяса, гдѣ запасъ способнаго къ разрушенію бѣлка въ организмѣ больше; и наконецъ, на потерю жира, которая всегда обуславливаетъ увеличенное превращеніе бѣлка“¹⁾.

Что касается только что приведеннаго объясненія *Voit*'а нѣсколько увеличеннаго распада бѣлковъ въ организмѣ при мышечной работѣ черезъ усиленное дыханіе, циркуляцію крови, обильное принятіе воды и пр., то нужно замѣтить, что всѣ эти явленія потому только и существуютъ, что въ мышечной ткани происходитъ окисленіе и распадъ плотныхъ веществъ (бѣлковъ и пр.), неминуемо вызывающей, какъ уси-

¹⁾ *K. Фойна*. Руковод. къ Физиологіи, изд. *Германна*, т. IV, ч. I Физиологія общаго обмѣна веществъ и питанія *K. Фойна*, стр. 233.

ленный приток кислорода, так и — жидкостей, нейтрализующих и уносящих из мышц легко диффундирующие продукты распада мышечного вещества (объ этомъ см. у *Ranke*: „*Tetanus*“ 2 и 3 глава). Наконец, нужно еще доказать, что при мышечной работѣ усиленная циркуляція жидкостей сама по себѣ безъ всякой надобности со стороны омываемыхъ тканей можетъ вызвать въ органахъ усиленный метаморфозъ азотистыхъ веществъ. Далѣе *Voit* ставитъ себѣ такое возраженіе: можетъ быть, въ голодающемъ организмѣ во время работы происходитъ усиленный распадъ бѣлка, но затѣмъ, во время отдыха, распадъ этотъ будетъ тѣмъ меньше, чѣмъ больше онъ былъ во время работы, и что вслѣдствіе этого общее количество превращеннаго бѣлка въ 24 часа будетъ оставаться такимъ же, какъ и при полномъ покоѣ. Это возраженіе *Voit* устраняетъ тѣмъ, что его вышеприведенные опыты надъ человѣкомъ, гдѣ изслѣдовалась дневная моча за 12 часовъ и ночная — также за 12 часовъ, не показали увеличенія выдѣленія мочевины за время работы. Мы съ своей стороны должны замѣтить на это, что прежде чѣмъ изъ данныхъ указанныхъ опытовъ выводить подобное заключеніе, нужно сначала доказать, что азотъ распадающагося во время работы бѣлка какъ разъ весь въ формѣ мочевины выдѣлился мочою за 12 дневныхъ часовъ.

Въ общемъ, если исключить опыты надъ человѣкомъ, какъ не вполне оконченные, а потому и недоказательные, нужно, на основаніи другихъ данныхъ *Voit'a*, все таки заключить, что мышечная работа, хотя и незначительно, повышаетъ количество выдѣляемой мочою мочевины. Этотъ фактъ, если ввести въ него всѣ необходимыя, нами уже указанныя поправки, весьма много говоритъ за то, что при мышечной работѣ происходитъ усиленный метаморфозъ бѣлковыхъ веществъ. Наконецъ, опыты *Voit'a* и *Pettenkofer'a* важны въ томъ отношеніи, что они съ очевидностью показали отсутствіе прямой связи между

мышечной работой и количествомъ выдѣляемой организмомъ мочевины (resp. азота).

Ranke (1. с. стр. 301 и слѣд.) поставилъ надъ самимъ собою при голоданіи опыты, аналогичные опытамъ *Voit'a* и *Pettenkofer'a*; работа состояла въ ходьбѣ въ теченіе двухъ часовъ, моча была изслѣдована по часамъ. Въ одномъ опытѣ оказалось, что во время работы паденіе количества выдѣляемой мочевины, наблюдавшееся и до работы, продолжалось, но въ часы послѣ работы, наоборотъ, выдѣленіе мочевины увеличилось. Въ другихъ опытахъ увеличеніе количества мочевины наблюдалось, какъ во время работы, такъ и въ теченіе 3-хъ слѣдующихъ послѣ работы часовъ, а затѣмъ опять наступало паденіе. Интересны возрѣнія *Ranke* насчетъ вліянія мышечной работы на количество выдѣляемыхъ организмомъ азота и CO_2 — за болѣе или менѣе порядочный промежутокъ времени. Исходя изъ того положенія, что во время тетануса въ мышцахъ усиливаются окислительные процессы и явленія распада плотныхъ веществъ, а послѣ тетануса, вслѣдствіе увеличеннаго содержанія воды въ мускулахъ, наблюдается, наоборотъ, пониженіе окислительныхъ и другихъ процессовъ, *Ranke* полагаетъ, что вполне возможно допустить полное соотвѣтствіе между этими явленіями и вслѣдствіе этого отсутствіе какого либо измѣненія въ общемъ количествѣ выдѣляемыхъ организмомъ веществъ при работѣ и покоѣ. Это положеніе, по мнѣнію *Ranke*, и доказывается опытами *Voit'a*. На основаніи своихъ опытовъ *Ranke* (какъ и *Voit*) отказывается принять прямую связь между производствомъ работы и количествомъ выдѣленной въ это время мочевины.

Нельзя не согласиться съ объясненіемъ *Ranke* отсутствія какого-либо замѣтнаго измѣненія въ количествѣ выдѣленной за сутки мочевины работающимъ организмомъ сравнительно съ его покойнымъ состояніемъ. Дѣйствительно, нужно допустить, что въ мышцахъ послѣ сильной работы наступаетъ такой періодъ, когда процессы разложенія и окисленія ихъ плотныхъ

веществъ понижены и, можетъ быть, въ сильной степени сравнительно съ таковыми-же при ихъ обыкновенномъ, такъ называемомъ, покойномъ состояніи. Исходя изъ этого положенія, можно съ большой вѣроятностью представить себѣ такой возможный случай въ явленіяхъ въ покойныхъ и работающихъ мышцахъ, что сумма обнаруженной энергіи за извѣстный промежутокъ времени, напримѣръ за 24 часа, и въ тѣхъ и въ другихъ мышцахъ одинакова, но только въ покойныхъ мышцахъ энергія эта обнаруживается менѣе интенсивно и болѣе медленно, тогда какъ работающія мышцы обнаруживаютъ ту же самую энергію въ теченіе очень короткаго промежутка времени. Въ настоящемъ примѣрѣ дѣло, конечно, идетъ относительно такихъ „покойныхъ“ мышцъ, которыя находятся у животнаго, не совершающаго какой-либо особенной работы, но предоставленнаго самому себѣ.

Нужно во всякомъ случаѣ сказать, что приведенное выше единственное объясненіе отсутствія замѣтной разницы въ выдѣленіи мочевины животнымъ при покоѣ и работѣ было бы слишкомъ идеальнымъ и простымъ. Въ послѣдующей своей работѣ *Ranke*¹⁾ показала, что во время усиленной мышечной работы необходимо допустить пониженіе метаморфоза во всѣхъ прочихъ органахъ, особенно въ железистыхъ. Такимъ образомъ всѣ явленія въ работающихъ мышцахъ и другихъ отдѣлахъ животнаго организма настолько сложны и подвижны, что могутъ допустить всевозможныя комбинаціи, результатовъ которыхъ за извѣстный промежутокъ времени мы получаемъ тѣ или другія данныя со стороны выдѣляемыхъ организмомъ продуктовъ. Этой сложностью и разнообразіемъ явленій, какъ при мышечной работѣ организма, такъ и послѣ нея, и нужно частью объяснить тѣ факты, что одинъ авторъ при такихъ-то условіяхъ находилъ повышеніе

выдѣленія мочевины (resp. азота), другой находилъ пониженіе и т. д.

Работы *Parkes*'a, *Weigelin*'a, *A. Flint*'a, *Engelmann*'a, *Savitskago*, *Ворошилова*, *F. Schenk*'a, *Ritter*'a и *Brücke* (см. у *В. Данилевскаго*) и другихъ (см. *К. Фойта*, *Физиол. Германна*) мы не считаемъ нужнымъ приводить, такъ какъ ничего особенно интереснаго и новаго для разбираемаго нами здѣсь вопроса относительно выдѣленія азота при работѣ эти авторы не дали. Замѣтныя только, что большинствомъ указанныхъ авторовъ наблюдали увеличеніе выдѣленія мочевины (resp. азота) при мышечной работѣ. Въ последнее время вопросъ относительно азотистаго метаморфоза при мышечной работѣ снова поднять былъ цѣлымъ рядомъ изслѣдованій изъ лабораторіи *Pflüger*'a и прежняя теорія *Liebig*'a относительно роли бѣлковыхъ веществъ при мышечной работѣ получила сильную поддержку въ результатахъ этихъ изслѣдованій. Мы считаемъ необходимымъ изложить эти работы, по крайней мѣрѣ, въ общихъ чертахъ.

Первая работа этого ряда принадлежитъ *П. Аргунинскому*¹⁾. Опытъ *Аргунинскій* производилъ на самомъ себѣ. Содержаніе азота пищи и выдѣлений было точно опредѣляемо; работа состояла въ восхожденіи на гору отъ 1000—1600 метровъ высоты, въ теченіи 5—7 $\frac{1}{2}$ часовъ. Всего было произведено 4 опыта; въ трехъ послѣднихъ опытахъ діета была точно опредѣлена; въ 4-омъ опытѣ (D) къ обыкновенной пищѣ было прибавлено такое количество сахара, какое, по расчетамъ автора, съ избыткомъ было бы достаточно для произведенія работы восхожденія на гору. Результаты получены слѣдующіе: работа поднятія на гору вызывала всегда увеличеніе выдѣленія всего азота мочи, продолжавшееся еще въ теченіи 2-хъ, 3-хъ дней послѣ работы; при этомъ особенное увеличеніе было или на второй и третій день послѣ работы, или же

¹⁾ *J. Ranke. Die Blutvertheilung u. Thätigkeitswechsel der Organe. 1871 г.*
Цитир. по *В. Данилевскому*.

¹⁾ *P. Arguninsky. Muskularbeit u. Stickstoffumsatz. Pflüger's Arch. 1889 г. 46. s. 552.*

только въ день работы и слѣдующій за нимъ. Прибавка указанного выше количества сахара не прекращала увеличеннаго выдѣленія азота.

Если избытокъ выдѣленнаго при работѣ азота представить въ формѣ бѣлка, то послѣдній при сторапнн своемъ до мочевины способенъ произвести отъ 75—100% работы, обнаруженной при поднятн на гору въ первыхъ трехъ опытахъ. Въ опытѣ, гдѣ въ пищу былъ принятъ еще и сахаръ, избытокъ выдѣленнаго азота все-таки соответствовалъ 25—30%, произведенной работы. Изъ этихъ данныхъ авторъ выводитъ, что бѣлокъ есть главный источникъ мышечной силы, тогда какъ безазотистыя тѣла занимаютъ второстепенное мѣсто. Такимъ образомъ, указанные данныя, по мнѣнню автора, подтверждаютъ теорію Pflüger'a (Pflüger's Arch. X s. 300), что бѣлокъ есть существенный источникъ мышечной силы. Опредѣленія азота производились по наиболѣе точному способу Kjeldahl-Wilfarth'a.

Какъ бы дополненіемъ къ приведеннымъ опытамъ *Аргутинскаго* служатъ изслѣдованія *L. Bleibtreu*.¹⁾ Авторъ воспользовался мочою, которую выдѣлялъ *Аргутинскій* во время своихъ изслѣдованій надъ составомъ пота, выдѣляемаго при мышечной работѣ (смотри выше). Оказалось, что количество мочевины въ день работы и въ слѣдующіе затѣмъ дни повышается параллельно повышенію общаго количества выдѣленнаго азота. Между прочимъ въ первый день работы до 20% всего азота выдѣлилось не въ формѣ мочевины, а въ формѣ другихъ азотистыхъ соединений. Въ остальные дни послѣ работы количество немочевиннаго азота достигало до 13,1—16,4%. Въ другомъ опытѣ въ рабочій день не было замѣчено рѣзкаго увеличенія количества немочевиннаго азота.

Вскорѣ послѣ указанныхъ работъ появились изслѣ-

¹⁾ *L. Bleibtreu*. Ueber den Einfluss der Muskelarbeit auf die Harnstoffausscheidung. Pflügers Arch. 46. 1889 r. s. 601.

дованія *O. Krummacher*'а¹⁾. Опыты этого автора и результаты, полученные имъ, вполне аналогичны опытамъ и даннымъ *Аргутинскаго*; только условія опытовъ *Krummacher*'а были точнѣе и правильнѣе, чѣмъ у перваго. *Krummacher* изучалъ вліяніе мышечной работы на выдѣленіе азота организмомъ, поставленнымъ въ азотистое равновѣсіе (приблизительно) и получавшимъ все время одинаковую пищу. Такой постановкой опытовъ устранялось главное возраженіе, которое было сдѣлано *Аргутинскому* со стороны *J. Munk*'а²⁾, заявившаго, что пища у *Аргутинскаго* была недостаточна для удержанія азотистаго равновѣсія, даже при покоѣ, а потому ничего удивительнаго нѣтъ, если при новомъ факторѣ, какъ усиленная мышечная работа, повышающемъ обменъ веществъ, *Аргутинскій* получилъ увеличеніе выдѣленія азота изъ организма.

Замѣчательна по оригинальности постановки опытовъ и по выводамъ работа *E. Pflüger*'а³⁾. Для выясненія вопроса относительно роли бѣлковыхъ веществъ при мышечной работѣ авторъ рѣшилъ поставить опыты надъ плотоядными животными, питаемыми исключительно, настолько это возможно, бѣлковой пищею. Съ этой цѣлью *Pflüger* кормилъ датскаго дога въ теченіи больше, чѣмъ 7 мѣсяцевъ, тощимъ мясомъ, въ которомъ содержаніе жира и углеводовъ въ среднемъ за день не превышало 11,0 gtm.—такое количество не достаточно даже для производства сердечной работы. Вѣсъ тѣла и балансъ азота былъ ежедневно опредѣляемъ. Собака работала цѣлыми періодами въ 14, 35 и даже 41 дней, причѣмъ она возила тяжелую тележку въ теченіи 2, 3-хъ часовъ. Собака, почти 3/4 года питавшаяся указаннымъ образомъ, все время обнаруживала замѣчательную силу и эластичность во

¹⁾ *O. Krummacher*. Pflüger's Arch. 1890 s. 557.

Недавно *O. Krummacher* опубликовалъ свои новые три опыта на людяхъ, гдѣ между прочимъ выдѣленіе азота при мышечной работѣ было также болѣе или менѣе увеличено (Zeitschrift f. Biologie 1896 s. 108).

²⁾ *J. Munk*. Du Bois Reymond's Arch. 1890. s. 557.

³⁾ *E. Pflüger*. Die Quelle der Muskelkraft. Pflügers Arch. 50. 1891. s. 98.

всѣхъ движеніяхъ. Когда собака, находившаяся при покоѣ въ азотномъ равновѣсіи, переходила къ работѣ и производила ежедневно до 109.608 kgm. работы, то чтобы удержать ее въ азотномъ равновѣсіи, необходимо была прибавка мяса въ 496,5 grm. = 15,98 grm. азота. Если изъ указанной прибавки мяса исключить имѣвшійся тамъ жиръ и углеводы, то вмѣсто нихъ пришлось бы прибавить къ 15, 98 grm. азота (resp. мяса) еще 1,1 grm. азота; слѣдовательно, всего азота для производства ежедневной работы въ 109608 kgm. потребовалось бы 17,1 grm. азота; отсюда 1 grm. азота соответствуетъ 6409 kgm. работы. Такъ какъ 1 grm. азота мяса долженъ соответствовать 14909 kgm., то, слѣдовательно, изъ всего запаса энергій въ 17,1 grm. азота мяса на производство механической работы пошло 42,9%. Авторъ полагаетъ, что въ томъ-же мясѣ съ большою вѣроятностью можно принять источникомъ силы только одинъ бѣлокъ. Въ такомъ случаѣ по вычисленіямъ оказывается, что запасъ силы, заключающійся въ бѣлкахъ мяса, переходитъ въ механическую работу въ количествѣ свыше 48,7%. Когда собака производила свою обычную работу при —8,9° С, какъ это было въ одномъ опытѣ въ теченіи 8 дней, то ежедневная прибавка азота мяса возросла до 23,8 grm. Когда собака, находящаяся въ азотномъ равновѣсіи, переходила отъ покоя къ работѣ и не получала необходимой прибавки мяса, то она сначала быстро падала въ вѣсѣ, затѣмъ все медленно и, наконецъ, снова приходила въ азотное равновѣсіе и, продолжая выполнять работу, уже больше не теряла въ вѣсѣ. Эти замѣчательные факты авторъ объясняетъ тѣмъ, что собака, вслѣдствіе уменьшенія своего тѣла, получая прежнюю пищу, можетъ покрывать ею всѣ свои расходы. При указанномъ переходѣ отъ покоя къ работѣ (безъ прибавки мяса) азотистый обмѣнъ собаки повышается, но не настолько, сколько можно было бы предположить по величинѣ работы; бѣлка разрушается больше всего только въ количествѣ $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{8}$ того, сколько нужно для производства работы. Отсюда слѣ-

дуетъ, говоритъ авторъ, что „организмъ, коль скоро наступаетъ недостатокъ въ бѣлкахъ для мускуловъ, экономизируетъ на другихъ мѣстахъ и въ другіе часы, т. е. онъ приспособляется оставаться на высотѣ своего положенія“ (...der Körper sobald es zur Befriedigung der Bedürfnisse der Muskeln an Eiweiss fehlt, sofort an anderen Orten und in anderen Stunden spart, d. h. sich anpasst, um der Lage gewachsen zu bleiben). Приспособленіе это въ позднѣйшее время бываетъ наиболѣе выражено, такъ что въ нѣкоторые дни совершенно отсутствуетъ повышение азотистаго обмѣна.

Углекислота, получившаяся черезъ окисленіе разрушающихся бѣлковыхъ организованныхъ частей, удаляется изъ организма легкими тотчасъ же, тогда какъ азотосодержащій остатокъ еще долго блуждаетъ въ тѣлѣ и, превращенный, вѣроятно, въ печени въ амидныя соединенія, уже потомъ выдѣляется вонь. Въ первый день работы повышение выдѣленія азота меньше, чѣмъ во второй и третій день работы; это повышение замѣчается даже и въ первые два дня наступающаго послѣ работы покойнаго періода.

Если кормить собаку, рядомъ съ жиромъ и углеводами, также и обильнымъ количествомъ бѣлковъ, то окисленію въ тѣлѣ подвергается только бѣлокъ, а не жиръ и не углеводы; экономія бѣлка такимъ путемъ нельзя получить больше, чѣмъ 7%. Но когда организму не достаетъ бѣлковъ, то возможно большее количество бѣлка можетъ быть замѣнено жиромъ и углеводами: эта замѣна должна быть разсматриваема только въ смыслѣ, главнымъ образомъ, образованія тепловой энергій. Если при переходѣ собаки отъ покоя къ работѣ будетъ дана ей достаточно большая прибавка жира, то достаточно обусловленнаго этимъ жиромъ незначительнаго паденія потребленія бѣлка, чтобы скрыть произведенное вслѣдствіе работы незначительное повышение бѣлковаго обмѣна. Очевидно, незначительность этого повышения зависитъ не отъ прибавки жира, но отъ недостатка бѣлка. Еслибъ собака получала даже громадное количество

жира, такъ что, даже при тяжелой работѣ, она бывала бы въ вѣсѣ, то все таки азотистый обмѣнъ возрастаетъ почти въ такой же степени, какъ и при отсутствіи жира.

Собака въ 34 кило получала въ день весьма большое количество жира и риса, но азота всего только 6 gtm., при этомъ животное безъ работы оставалось почти въ азотномъ равновѣсїи и значительно прибыло въ вѣсѣ вслѣдствіе отложения жира; когда затѣмъ собака стала производить ежедневную работу 120508 kgtm., то наступило нѣкоторое повышение азотистаго обмѣна, такое же незначительное, какъ это обыкновенно бываетъ при недостаткѣ въ бѣлкахъ. Собака, очевидно, не обладала полной рабочей силой, но встаети въ теченіе двухъ дней производила тяжелую работу. Уже на второй день работы собака плохо ѣла пищу, богатую жиромъ и крахмаломъ, а на третій день и совсѣмъ отказалась отъ этого корма, такъ что опытъ былъ прекращенъ. Авторъ не сомнѣвается, что и въ этомъ случаѣ единственнымъ непосредственнымъ источникомъ мышечной силы былъ бѣлокъ: Denn die Muskelarbeit wird sicher, welches auch die Nahrung sei, durch immer denselben Molecularcomplex hervorgebracht. Dies ist eigentlich bewiesen durch die Thatsache, dass die Zusammensetzung sowie alle anderen Eigenschaften des fettfrei gedachten Fleisches immer dieselben sind, welches auch die Art der Ernährung sein möge...“ Авторъ считаетъ вполне возможнымъ, что, при большомъ недостаткѣ въ бѣлкахъ, остатокъ бѣлковой частицы послѣ окисления, еще находящейся въ ткани, можетъ снова превратиться въ бѣлокъ, воспринявши алкобольные радикалы изъ жира и углеводовъ. Весьма возможно также объяснить себѣ роль жира и углеводовъ при мышечной работѣ такимъ образомъ, что они, сгорая, доставляютъ много теплоты необходимой для химическихъ процессовъ, такъ что бѣлковые вещества могутъ большую часть своихъ напряженныхъ силъ превратить въ механическую работу. Pflüger такимъ

образомъ формулируетъ свой основной выводъ: „ich bitte nur festzuhalten, dass nach meiner Entdeckung volle Muskelarbeit bei Abwesenheit von Fett und Kohlenhydrat in vollendetster Kraft sich vollzieht, dass keine Muskelarbeit ohne Eiweisszersetzung geschieht...“

Изложивъ изслѣдованія *E. Pflüger'a* и его учениковъ, мы считаемъ излишнимъ вдаваться въ подробный разборъ этихъ работъ съ одной стороны потому, что приведенныя нами основныя данныя самого *E. Pflüger'a* представляютъ только предварительный очеркъ имѣющагося у него экспериментальнаго матеріала, съ другой же стороны—результаты названныхъ работъ краснорѣчиво говорятъ сами за себя.

Мы позволимъ себѣ отмѣтить только то, что насъ въ данный моментъ больше всего интересуетъ, а именно: изъ приведенныхъ изслѣдованій вполне ясно вытекаетъ заключеніе, что мышечная работа всегда сопровождается то большимъ, то менѣе значительнымъ повышеніемъ азотистаго метаморфоза организма; если же при нѣкоторыхъ условїяхъ, какъ, наиримѣръ, при голоданїи или, вообще, при недостаткѣ въ пищѣ бѣлковыхъ веществъ, азотистый обмѣнъ веществъ иногда крайне мало повышается, сравнительно съ таковымъ же при покойномъ состоянїи животнаго, то это явленіе находитъ себѣ вполне вѣроятныя объясненія (см. данныя *E. Pflüger'a*) и совсѣмъ не противорѣчитъ тому предположенію, что мышечная работа происходитъ насчетъ энергїи бѣлковыхъ веществъ мышечной ткани. Наконецъ, первые опыты *E. Pflüger'a*, гдѣ онъ въ теченіе весьма продолжительнаго времени кормилъ собаку исключительно тощимъ мясомъ и заставляя ее производить большую работу, съ очевидностью говорятъ за то, что бѣлковая пища, почти не содержащая жира и углеводовъ, прекрасно можетъ вознаградить всѣ затраты работающаго животнаго организма и поддерживать его на высотѣ благосостоянїя.

Итакъ, изложенная нами въ этой главѣ литература насчетъ азотистаго обмѣна веществъ животнаго

организма при мышечной работѣ съ достаточною убѣдительною говоритъ намъ, что выдѣленіе азота при мышечной работѣ повышено въ большей или меньшей степени, и что, слѣдовательно, распадъ бѣлковъ при работѣ также усиленъ.

Добывши это основное заключеніе, мы думаемъ, что достигли нашей главной цѣли, которую мы преслѣдовали, рѣшившись на изложеніе въ общихъ чертахъ данныхъ изслѣдованій азотистаго обмѣна организма при мышечной работѣ.

Наша цѣль, какъ извѣстно, заключалась прежде всего въ томъ, чтобъ показать, въ какомъ отношеніи находятся результаты непосредственныхъ изслѣдованій бѣлковыхъ веществъ работающихъ мышцъ къ даннымъ изслѣдованій азотистаго обмѣна веществъ работающаго организма.

Изъ сопоставленія и тѣхъ и другихъ данныхъ становится очевиднымъ, что всѣ многочисленныя изслѣдованія, произведенныя съ цѣлью выясненія роли бѣлковыхъ веществъ при мышечной работѣ, не только не противорѣчатъ другъ другу, но всѣ согласно говорить за то, что бѣлковыя вещества принимаютъ дѣятельное участіе при мышечной работѣ и потребляются при этомъ.

Но при изложеніи литературы, касающейся непосредственныхъ опредѣленій бѣлковыхъ веществъ работающихъ мышцъ, мы видѣли, что методы употребленные авторами, въ большинствѣ случаевъ были весьма не точны, что изслѣдованій было произведено крайне мало; между тѣмъ рѣшеніе вопроса о роли бѣлковыхъ тѣлъ при мышечной работѣ всецѣло зависитъ отъ результатовъ непосредственныхъ изслѣдованій самыхъ мышцъ, поэтому крайне желательно для окончательнаго рѣшенія вопроса объ участіи бѣлковыхъ веществъ при мышечной работѣ представить новыя, болѣе точныя и обстоятельныя изслѣдованія бѣлковъ работающихъ мышцъ.

ГЛАВА ПЯТАЯ.

Въ настоящей главѣ мы намѣрены по крайней мѣрѣ въ главныхъ и общихъ чертахъ изложить исторію развитія знаній о химическомъ строеніи мышцъ, по отношенію къ бѣлковымъ ея формамъ; въ слѣдующихъ же двухъ главахъ мы сдѣлаемъ критическую оцѣнку приведенной въ этой главѣ литературы о бѣлкахъ мышцъ, разсмотримъ имъюпіеся теперь методы опредѣленія бѣлковъ въ мышцахъ и наши собственные изслѣдованія по этому предмету. Тогда, намъ кажется, у читателя постепенно явится въ возможной полнотѣ представленіе о томъ, какія бѣлковыя формы имѣются въ мышцахъ, какими свойствами химическими и физическими онѣ обладаютъ, и, наконецъ, каково ихъ пространственное распрежденіе въ мышечномъ волоконѣ, какъ вполне сформированной анатомической единицы двигательнаго аппарата.

Первоначально вещество мышцъ изслѣдователи считали тождественнымъ съ фибриномъ крови (*Fourcroy et Thowenel* въ 1782 г., *Krimer* 1823, *Berzelius* 1830, *Simon* 1842 и другіе). Однако, противъ такого взгляда на мышечное вещество высказались: *Magendi* въ 1841 г., *Virchow* въ 1846 г. и *C. Schmidt* въ 1847 г.¹⁾ Болѣе точныя и обстоятельныя указанія о свойствахъ мышечнаго вещества далъ впервые *J. Liebig*²⁾. Въ своей работѣ „*Ueber das Fibrin der Muskelfaser*“ *J. Liebig* описалъ и методы полученія мышечнаго фибрина. Если хорошо промыть мышцы водой, то получается масса, которая хотя и походитъ на фибринъ крови,

¹⁾ Цитир. изъ книги *Л. Морховица* „Единство протениновыхъ тѣлъ“. 1892 г.

²⁾ *J. Liebig*. *Annal. d. Chem. u. Pharm.* 1850. Bd. 73. s. 125

но совсѣмъ не тождественна съ нимъ, что видно хотя бы изъ отношенія мышечнаго фибрина и кровяного къ 0,1% раствору соляной кислоты, въ которомъ фибринъ крови, главнымъ образомъ, только набухаетъ и мало растворяется, между тѣмъ какъ фибринъ мяса растворяется быстро и почти вполне. При нейтрализаціи раствора мышечнаго фибрина въ соляной кислотѣ получается осадокъ, который легко растворимъ въ избыткѣ щелочи; такой же осадокъ мышечнаго фибрина можно получить при прибавленіи достаточнаго количества $NaCl$ и другихъ солей; полученный такимъ путемъ осадокъ снова растворяется, если прибавить воды. Осадокъ, полученный при нейтрализаціи раствора мышечнаго фибрина въ 0,1% HCl , растворимъ въ известковой водѣ; полученный растворъ при кипяченіи свертывается. Если же нейтрализационный осадокъ предварительно варить въ водѣ, то онъ потомъ уже становится нерастворимымъ въ известковой водѣ. Мясо различныхъ животныхъ различнымъ образомъ относится къ 0,1% HCl , въ смыслѣ растворимости въ послѣдней. По своему элементарному составу фибринъ мяса больше подходитъ къ альбумину, тѣмъ къ фибрину крови, въ которомъ содержаніе азота больше, тѣмъ въ первомъ; наконецъ фибринъ мяса содержитъ всегда желѣзо.

Послѣ *J. Liebig'a* работы *Lehmann'a*¹⁾ и *Denis'a*²⁾ въ общемъ подтвердили данныя *J. Liebig'a* насчетъ его „фибрина мышцъ“ и показали кромѣ того, что подобное же вещество находится и во многихъ другихъ тканяхъ, содержащихъ протейновыя вещества, *Lehmann* называлъ „фибринъ мышцъ“ (*J. Liebig'a*) „синтонномъ“ и показалъ, что это вещество находится и въ гладкихъ мышцахъ желудочнокишечнаго канала, мочевого пузыря и во всѣхъ тканяхъ, гдѣ имѣются такъ называемыя „сократительныя клѣтки“

¹⁾ *Lehmann*. Lehrb. d. physiol. Chem. 1853. Auf. 2. Bd. I. s. 345.

²⁾ *Denis*. Nouvelles études chemiq. physiolog. et medic. sur les subst. albuminoid. 1856.

Kölliker'a. Анализы (элементарный составъ) „синтонина“, сдѣланные *Lehmann'омъ*, сходны съ данными *Strecker'a*, о которыхъ мы выше упоминали въ статьѣ *J. Liebig'a*. *Denis*, между прочимъ, дѣлалъ извлеченія изъ мышцъ растворами $NaCl$ 10%, 3% и пр.; изъ полученныхъ растворовъ онъ производилъ осадки бѣлка прибавленіемъ воды, осадокъ этотъ снова растворялъ въ солевомъ растворѣ и пр.

Болѣе точныя и обстоятельныя изслѣдованія о бѣлковыхъ веществахъ мышцъ начинаются, собственно говоря, съ работъ *W. Kühne*¹⁾, результаты которыхъ мы теперь и приведемъ здѣсь въ общихъ чертахъ. У только что убитыхъ кровопусканіемъ лягушекъ мышцы промывались черезъ аорту 0,5% растворомъ поваренной соли; затѣмъ вырѣзанныя мышцы для удаленія лимфы разминались и прополаскивались еще въ томъ же растворѣ $NaCl$, охлажденномъ до 0°. Обработанныя такимъ образомъ мышцы выставлялись на холодъ около—7°С, пока не замерзнутъ, и затѣмъ на холоду же измельчались ножемъ; затѣмъ полученная масса толкалась въ ступкѣ, переносилась на холстъ и прожималась подъ прессомъ при комнатной температурѣ. При прожиманіи получалась жидкость, которая, будучи профильтрована, представлялась нѣсколько мутной и желтоватой. Такъ получалась мышечная плазма; реакція ея подобная на красную лакмусовую бумажку, хотя и голубая бумажка окрашивалась весьма слабо въ красный цвѣтъ. Эта мышечная плазма самопроизвольно свертывалась при комнатной температурѣ; при свертываніи реакція жидкости вначалѣ не измѣнялась. Полученный свертокъ *Kühne* называлъ „миозиномъ“. Миозинъ не имѣетъ волокнистаго строенія, какъ фибринъ, и гораздо прозрачнѣ послѣдняго. Если мышечную плазму по каплямъ вливать въ холодную воду, то каждая капля моментально превращается въ плотный и уругій мѣшечекъ; слабая кис-

¹⁾ *W. Kühne*. Учеб. фізіол. химіи. Пер. подъ ред. *Сиченова*. 1867. Untersuchungen über d. Protoplasmia u. d. Contractilität. 1864.

лоты и растворы $NaCl$ отъ 10—20%, также свертывают мышечную плазму, чего не производят растворы $NaCl$ въ 5—7%. Полученный миозинъ, промытый водой, растворяется легко въ 5—10% $NaCl$, въ слабыхъ кислотахъ, напримеръ въ 1,0% HCl и щелочахъ. Другой способъ для получения миозина, данный *Kühne*, состоитъ въ томъ, что мышцы промываются водой, измельчаются и растираются въ ступкѣ съ сухой поваренной солью въ мягкую кашицу, затѣмъ сюда прибавляется столько воды, чтобы получился 10% растворъ $NaCl$; смѣсь оставляютъ стоять на 24 часа и потомъ фильтруютъ; фильтратъ послѣ прибавленія воды даетъ чистый миозинъ.

Растворъ миозина въ 10% $NaCl$ совершенно сходенъ по свойствамъ съ мышечной плазмой, только онъ не свертывается самопроизвольно; при нагреваніи его до 55°C жидкость мутнѣетъ, а при 60°C уже выпадаетъ хлопчатый осадокъ. Этотъ свертокъ миозина уже не растворяется въ 10% $NaCl$; въ 0,1% HCl онъ только черезъ нѣсколько дней при стояніи въ теплѣ даетъ синтонинъ.

Избытокъ $NaCl$ (какъ это замѣтилъ еще *Denis*) выдѣляетъ неизмѣнный миозинъ изъ солевыхъ растворовъ. Растворенный въ кислотахъ, миозинъ превращается въ синтонинъ, тѣло выдѣляющееся при нейтрализаціи миозинового раствора въ кислотѣ; синтонинъ растворимъ въ слабыхъ кислотахъ, щелочахъ, углекислыхъ щелочахъ и совершенно не растворимъ въ солевыхъ растворахъ, чѣмъ онъ, главнымъ образомъ, и отличается отъ миозина. Кислые растворы синтонина не свертываются при кипяченіи, но осаждаются на холоду, при прибавленіи $NaCl$, NH_4Cl , Na_2SO_4 и $MgSO_4$. Синтонинъ растворяется также въ известковой водѣ и почти не выдѣляется изъ этого раствора даже при кипяченіи.

Что касается бѣлковъ мышечной сыворотки, остающейся послѣ выдѣленія миозинового свертка при свертываніи мышечной плазмы, то *Kühne* отмѣчаетъ слѣдующее. Если быстро нагрѣть мышечную сыворотку

до 45°C, такъ что первоначальная ея щелочная или нейтральная реакція еще не успѣетъ измѣниться, то постепенно образуется хлопчатый осадокъ (при этомъ *Kühne* совѣтуетъ нейтрализовать постепенно образующуюся при нагреваніи сыворотки кислоту, дабы предупредить выпаденіе еще другихъ бѣлковъ наприм. калиальбумината). Осадокъ бѣлка, выпавшій при 45°C, не есть миозинъ: онъ не растворяется въ соляхъ и только медленно—въ разведенной соляной кислотѣ.

Мышечная сыворотка, оставленная при обыкновенной температурѣ, быстро киснетъ, особенно же при 20°—40°C. Если нагрѣвать ее медленно, то весьма быстро реакція ея становится кислую, и уже при 35°C появляется мелкозернистый осадокъ (осадокъ этотъ появляется даже при 15°C). Кислая реакція обусловливается образованіемъ молочной кислоты и превращеніемъ при этомъ средняго фосфорно-кислаго калия въ кислый фосфорно-кислый калий. Такимъ образомъ, въ началѣ кислая реакція будетъ зависетьъ только отъ кислаго фосфорно-кислаго калия, такъ какъ вся молочная кислота связана съ *Ka*; при такомъ условіи калиальбуминатъ выпадаетъ только при 35°—40°C; когда же съ теченіемъ времени въ сывороткѣ будетъ находиться уже и свободная молочная кислота, то выпаденіе калиальбумината можетъ произойти и при гораздо болѣе низкой температурѣ.

Наконецъ, послѣ удаленія изъ сыворотки этихъ двухъ бѣловыхъ формъ, въ ней еще остается бѣлковое тѣло, которое, повидимому, тождественно съ сывороточнымъ альбуминомъ, такъ какъ оно выдѣляется при кислой реакціи при нагреваніи только отъ 70—75°C.

Послѣ *W. Kühne* начинается цѣлый рядъ исследованийъ бѣловыхъ веществъ мышпцъ, особенно миозина. *Hoppe Seyler*¹⁾ для полученія миозина поступалъ слѣдующимъ образомъ. Мелкоизрубленные

¹⁾ *Hoppe Seyler*. Handbuch d. physiol. u. patholog. chemisch. Analyse. 1865.

мышцы промываются водой, мышечная масса смѣшивается съ однимъ объемомъ концентрированного раствора NaCl и затѣмъ прибавляются еще два объема воды; послѣ растворенія смѣсь фильтруется черезъ полотно такимъ образомъ, что капли фильтрата падаютъ въ сосудъ съ дистиллированной водой; полученный осадокъ миозина снова растворяется въ растворѣ NaCl и опять осаждается дистиллированной водой. Растворъ миозина въ NaCl можно осадить также прибавленіемъ NaCl до насыщенія.

Разведенная соляная кислота постепенно переводитъ миозинъ въ синтонинъ. Если вскорѣ по раствореніи миозина въ разведенной соляной кислотѣ осадить его нейтрализаціей раствора разведеннымъ углекислымъ натромъ, то полученный осадокъ, промытый водой, легко растворяется въ растворѣ NaCl, но если кислый растворъ миозина въ разведенной соляной кислотѣ оставить на нѣкоторое время стоять, то осадокъ, полученный послѣ нейтрализаціи, уже не растворяется въ солевыхъ растворахъ.

Что касается бѣлковыхъ формъ, находящихся въ водномъ извлеченіи изъ мышцъ, то *Hoppe Seyler* приводитъ только данныя изслѣдованій *W. Kühne*. Относительно присутствія серумальбумина въ водномъ извлеченіи изъ мышцъ имѣются указанія у *Gorup Besanz'a*¹⁾. Болѣе обстоятельныя изслѣдованія по этому предмету мы находимъ въ работахъ *B. Демантъ*²⁾. По *Деманту* дѣлается водное извлеченіе изъ мышцъ; если нагрѣвать это водное извлеченіе нейтральной или слабо-кислой реакціи, то уже при 40—45°C. появляется муть, а при 47°C уже образуется хлопчатый осадокъ. Полученный бѣлокъ („мышечный альбуминъ“ по *Hoppe Seyler*'у) обладаетъ слѣдующими свойствами: онъ не выпадаетъ при насыщеніи пова-

¹⁾ *Gorup Besanz.* Anleit. zur qualit. u. quantit. zoochemisch. Analyse. 1871. s. 90.

²⁾ *B. Демантъ.* Материалы для физиолог. химіи мышцъ. Дисс. 1881. и *Zeitschr. f. physiol. Chemie.* Bd. 3. 1879.

ренной солью воднаго извлеченія изъ мышцъ, но осаждается, хотя и не вполне, при насыщеніи воднаго извлеченія стрнокислотою магнзійей. Содержание этого бѣлка въ мышцахъ, по изслѣдованіямъ *Демантъ*, довольно постоянно и достигаетъ до 0,5%; работа и покой мышцъ не вліяютъ существенно на количественное содержаніе его въ мышцахъ; при голоданіи онъ почти совершенно исчезаетъ; въ различныхъ мышцахъ у одного и того же животнаго содержаніе этого бѣлка различно.

Относительно присутствія въ водномъ извлеченіи изъ мышцъ сывороточнаго альбумина *Демантъ*¹⁾ убѣдился уже вполне положительнымъ образомъ. Опыты онъ производилъ на двухъ кроликахъ и собакахъ; животныя убивались кровопусканіемъ изъ каротидъ. Чтобы показать, что сывороточный альбуминъ не обязанъ своимъ присутствіемъ въ мышцахъ только крови, которая можетъ удержаться въ мышцахъ въ большемъ или меньшемъ количествѣ, *Демантъ* постарался опредѣлить, какое количество крови въ его опытахъ имѣется въ мышцахъ; количество крови онъ опредѣлялъ колориметрическимъ путемъ. Оказалось, что въ мышцахъ кроликовъ количество крови составляетъ только едва замѣтные слѣды, а въ собачьихъ мышцахъ количество крови достигало до 6%. Такимъ образомъ, имѣя эти данныя въ виду, *Демантъ* опредѣлилъ количество сывороточнаго альбумина въ мышцахъ кроликовъ въ 1,8% и, приблизительно, столько же и въ мышцахъ собаки.

Кстати, здѣсь же мы прибавимъ, — разъ зашла рѣчь о бѣлкахъ въ водномъ извлеченіи изъ мышцъ, — что въ послѣднее время *Hoppe Seyler*²⁾ подѣлилъ „мышечнаго глобулина“, повидимому, разумѣетъ тотъ бѣлокъ, который былъ найденъ *Кühne* при нагрѣваніи мышечной сыворотки до 45—47°, и надѣ-

¹⁾ *B. Demant.* Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. IV. 1880. s. 384.

²⁾ *Hoppe Seyler.* Рук. къ фатіол. и патолого-химическому анализу. 1895.

которым работала также *Дементь*. По *Hoppe Seyler*'у „мышечный глобулин“ извлекается из мышц водой, осаждается при нагревании этого извлечения от 46—47°C; при насыщении водного извлечения поваренною солью он не выпадает, но осаждается при насыщении сѣрнокислой магнезией. Вообще характеристика „мышечного глобулина“ по *Hoppe Seyler*'у таже, что и у *Дементя* для „мышечного альбумина“.

Въ 1881 г. въ литературѣ о бѣлковыхъ веществахъ мышечной ткани появились двѣ работы, дающія богатый и крайне интересный материалъ для составленія болѣе или менѣе яснаго понятія о химическомъ строеніи мышечнаго волокна. Эти работы легли въ основаніе нашего труда, почему мы и остановимся на нихъ по возможности долѣе. Первая работа о миозинѣ принадлежитъ *А. Данилевскому*¹⁾, а другая о натурѣ двоякопеломляющихъ веществъ мышцъ—также *А. Данилевскому* и *К. Шиполовой*²⁾.

Вмѣсто предложеннаго *Kühne* и улучшеннаго потомъ *Hoppe Seyler*'омъ способа добыванія миозина, посредствомъ извлеченія мышщъ растворами поваренной соли, *А. Данилевскій* предложилъ воспользоваться для этой цѣли растворомъ хлористаго аммонія, который, начиная отъ 7%—20%, извлекаетъ гораздо лучше и полнѣе миозинъ изъ мышцъ, чѣмъ NaCl.

Для этого мышцы, очищенныя отъ жира, сухожилий и соединительной ткани, измельчаются, по возможности, лучше, промываются водой и затѣмъ настаиваются нѣсколько разъ въ продолженіе многихъ часовъ съ 10—20% растворомъ нашатыря. Послѣ отфильтрованія получается опаловая жидкость слабо кислой реакціи на лакмусъ, что зависитъ исключительно отъ самого нашатыря.

¹⁾ *A. Danilevsky*. Myosin, seine Darstellung, Eigenschaften, Umwandlung in Syntonin und Rückbildung aus demselben. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. V. 1881.

²⁾ *C. Schipiloff* u. *A. Danilevsky*. Ueber die Natur der anisotropischen Substanzen des quergestreiften Muskels u. ihre räumliche Vertheilung im Muskelbündel. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. V. 1881.

Къ тому, что уже извѣстно о миозинѣ изъ работъ указанныхъ выше авторовъ, *А. Данилевскій* прибавляетъ еще слѣдующіе добрые имъ факты. Если нашатырный растворъ миозина по каплямъ опустить въ высокій цилиндръ съ дистиллированной водой, то на мѣстѣ капли въ водѣ появляется нѣжный свертокъ миозина. При нагреваніи нашатырнаго раствора миозина помутнѣніе его начинается уже даже при 40°C. и, наконецъ, хлопчатое выдѣленіе бѣлка при 55°C.

Промытый не слишкомъ большимъ количествомъ воды, свертокъ миозина имѣетъ слѣдующія свойства: миозинъ связываетъ минеральныя кислоты, наприм., соляную кислоту въ количествѣ отъ 3,12—4,87% (смотря по тому, отъ какого животнаго взять миозинъ); зола, послѣ испепеленія миозина, имѣетъ щелочную реакцію; во воду изъ нея переходитъ только СаО, нерастворимый же остатокъ зола состоитъ изъ фосфорнокислаго Са и Mg и сѣрнокислаго кальція. Характерно для миозина то, что онъ содержитъ Са, не связанный съ неорганическими веществами; сильныя основанія миозинъ не связываетъ.

Если посредствомъ нагреванія выдѣлить миозинъ изъ нашатырнаго раствора, то оказывается, что фильтратъ содержитъ замѣтное количество кальція. Миозинъ вполне пептонизируется подкисленнымъ пепсиновымъ растворомъ и не виолинь—щелочнымъ трипсиновымъ растворомъ.

Миозинъ, полученный осажденіемъ изъ солевыхъ растворовъ дистиллированной водой и потомъ промытый ею же, какъ уже *Weyl*¹⁾ замѣтилъ, становится нерастворимымъ въ среднихъ соляхъ и потому непригоднымъ для нѣкоторыхъ опытовъ. Поэтому *А. Данилевскій* рекомендуетъ получать миозинъ изъ соляно-кислаго раствора нейтрализованія послѣдняго, причемъ миозинъ выпадаетъ совершенно неизмѣненнымъ.

¹⁾ *Weyl*. Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. I. 1877—1878. s. 77.

Еще *Hoppe Seyler* отмітивъ (1. с.), что въ растворѣ въ соляной кислотѣ мюзинъ совсѣмъ не такъ быстро превращается въ синтонинъ.

По *А. Данилевскому*, для растворенія мюзина достаточно только половины того количества соляной кислоты, какое онъ можетъ связать, и такой растворъ мюзина можетъ оставаться въ теченіе недѣли, не измѣняя своихъ нормальныхъ свойствъ. Но если имѣется избытокъ кислоты, и температура нѣсколько повышена, то мюзинъ быстро начинаеть превращаться въ синтонинъ.

Основываясь на томъ фактѣ, что мюзинъ, при промываніи его большимъ количествомъ дистиллированной воды, теряетъ свою растворимость въ NaCl и NH_4Cl , *А. Данилевскій* свѣтуеть, между прочимъ, при полученіи мюзина не употреблять для промыванія мышцъ большихъ количествъ дистиллированной воды, во избѣжаніе возможнаго дѣйствія ея на мюзинъ, заключенный еще въ самихъ волокнахъ.

Какъ указано выше, если получить мюзинъ посредствомъ свертыванія его раствора при кипяченіи, то онъ теряетъ Са, который и переходитъ въ жидкость, магnezія же имѣется всегда въ золь мюзина.

Зола полученнаго такимъ способомъ мюзина уже не отдаетъ въ воду СаО и имѣеть нейтральную реакцію. По опредѣленіямъ *А. Данилевскаго* количество Са, соединеннаго съ мюзиномъ, достигаетъ до 0,39%. Изъ всего вышеуказаннаго насчетъ Са видно, что онъ весьма слабо соединенъ съ какой-то органической атомной группой мюзиновой молекулы, играющей роль слабой кислоты, и можетъ быть отнять отъ нея или водою, или нагреваніемъ до 70° С и пр., а также способенъ замѣщаться натріемъ, какъ это показываютъ нѣкоторые опыты надъ дѣйствіемъ крѣпкихъ щелочей на мюзинъ.

Къ характеристикѣ синтонина *А. Данилевскій* прибавляетъ еще слѣдующія данныя. Синтонинъ способенъ, хотя и въ меньшей степени, чѣмъ мюзинъ, связывать кислоты при обыкновенной температурѣ;

для растворенія его достаточно половины количества кислоты, необходимой для его насыщенія; синтонинъ содержитъ отъ 0,5—0,7% неорганическихъ соединений; зола отъ сожженнаго синтонина нейтральной реакціи и не отдаетъ въ воду ничего. Растворы NH_4Cl отъ 10—20% совершенно не растворяютъ синтонина; на основаніи этого можно хорошо раздѣлить смѣсь мюзина съ синтониномъ. Синтонинъ также, какъ и мюзинъ, не связываетъ щелочей (подобно, напримеръ, казенну).

Для полученія синтонина изъ мюзина требуются совершенно опредѣленные условія, касающіяся количества кислоты и температуры.

Если имѣется соляно-кислый растворъ мюзина, гдѣ кислоты всего только половина того количества, которое требуется для насыщенія мюзина, то, какъ выше уже указано, этотъ растворъ можетъ стоять въ продолженіе недѣли, причемъ мюзинъ сохраняетъ свои нормальныя свойства, даже если нагревать такой растворъ въ продолженіе часа до 30° С. Но если такой растворъ мюзина нагревать въ теченіи часа при 40° С, то уже часть мюзина превращается въ синтонинъ; при 40° и 50° С превращеніе идетъ скорѣе, а при 55° С мюзина остается уже мѣного.

На основаніи опытовъ и вычисленій, *А. Данилевскій* приходитъ къ тому заключенію, что тотъ избытокъ соляной кислоты, который требуется прибавить къ насыщенному (кислотой) соляно-кислому раствору мюзина, чтобы перевести его при нагреваніи до 40—50° С въ синтонинъ, какъ разъ весь уходитъ на отщепленіе слабо связаннаго съ мюзиномъ кальція.

Въ свѣжихъ мышцахъ только что убитаго животнаго *А. Данилевскій* синтонина не нашеть.

При промываніи мюзина декантацией большимъ количествомъ дистиллированной воды, можно достигнуть того, что весь слабо связанный съ нимъ кальцій будетъ удаленъ, но тѣмъ не менѣе полученный продуктъ вовсе не будетъ синтонинъ, который также лишень кальція.

Видоизмѣненный дистиллированной водой миозинъ можетъ быть полученъ совершенно лишеннымъ способности растворяться въ растворахъ нашатыря и 0,1% HCl. Зола его нейтральной реакціи и содержитъ мало кальція.

Обообще, по своимъ свойствамъ этотъ видоизмѣненный миозинъ гораздо болѣе отличается отъ истиннаго миозина, чѣмъ синтонинъ. Будучи не растворимъ въ соляхъ и 0,1% HCl, онъ въ взбухшемъ состояніи способенъ все-таки связывать нѣкоторое количество этой кислоты, но еще меньше, чѣмъ синтонинъ.

Также и синтонинъ, если онъ будетъ лежать долгое время подъ водой или промываться на фильтрѣ водой, мало по малу теряетъ свою растворимость въ соляной кислотѣ (какъ это и раньше уже было извѣстно) и известковой водѣ, и способность его связывать соляную кислоту также уменьшается.

Этотъ видоизмѣненный синтонинъ можетъ постепенно растворяться въ 0,1% NaHO, и если этотъ растворъ продержатъ часъ при 35—45° С и потомъ осадить нейтрализаціей, то получается тѣло со всѣми свойствами нормальнаго синтонина.

Относительно того, съ какою частью молекулы миозина и его видоизмѣненій, содержащихъ CN, связывается соляная кислота, *А. Данилевскій* на основаніи, какъ вышеупомянутыхъ данныхъ, такъ и специальныхъ изслѣдованій по этому предмету, приходитъ къ тому заключенію, что въ частицѣ миозина имѣются амидныя группы, или дериваты ихъ, которыя и вступаютъ въ соединеніе съ минеральными кислотами, также какъ и съ хлористой платиной.

Вопросъ относительно способа соединенія кальція въ миозинѣ представляетъ для рѣшенія большія затрудненія. Если бы кальцій находился въ связи съ карбоксильными группами, то синтонинъ, лишенный кальція, связаннаго съ органическими группами, долженъ былъ бы обладать кислотными свойствами, чего на самомъ дѣлѣ, какъ выше указано, совсѣмъ не

имѣется. Поэтому можно предположить, что кальцій связанъ съ какими-то атомными группами, обладающими слабыми кислотными свойствами. На основаніи тщательныхъ изслѣдованій *А. Данилевскаго* оказывается, что миозинъ даетъ замѣтную инозитовую реакцію (реакція *Scherer'a*), синтонинъ же—еще болѣе ясную, между тѣмъ какъ лишенный кальція нерастворимый миозинъ совершенно не даетъ этой реакціи. Изъ этихъ фактовъ еще не слѣдуетъ, что нерастворимый миозинъ лишенъ инозитовыхъ группъ, такъ какъ если нагревать его съ разведенной соляной кислотой, или съ 0,1% NHO, то осадокъ, полученный при нейтрализаціи раствора, показываетъ такую же реакцію на инозитъ какъ и миозинъ. Значитъ, при нѣкоторыхъ условіяхъ, именно, при превращеніи миозина въ нерастворимую форму, инозитовыя группы дѣлаются скрытыми и, нужно предположить, что онѣ вступаютъ въ связь съ какими-то другими группами. Миозинъ же при своихъ превращеніяхъ, какъ теперь намъ уже извѣстно, претерпѣваетъ слѣдующія измѣненія: нѣкоторыя его амидныя группы дѣлаются скрытыми, такъ какъ нерастворимый миозинъ связываетъ значительно меньше кислоты, чѣмъ миозинъ; кромѣ того, онъ теряетъ свой слабо связанный кальцій.

Весьма вѣроятно, что кальцій въ миозинѣ связанъ съ алкогольными атомными группами инозита. При превращеніи миозина въ нерастворимую форму кальцій отнимается отъ упомянутыхъ группъ, и онѣ тогда связываются амидными группами, которыя въ этотъ моментъ находятся, такъ сказать, въ свободномъ состояніи; вслѣдствіе этого въ нерастворимомъ миозинѣ и не получается реакція на инозитъ.

При превращеніи же миозина въ синтонинъ кальцій отщепляется отъ инозитовыхъ группъ въ то время, когда амидныя группы уже соединились крѣжко съ соляной кислотой, такъ что вслѣдствіе этого обстоятельства въ синтонинѣ инозитовыя группы остаются

свободными и потому хорошо открываются реакціей *Scherer'a*.

Изъ синтонина, по изслѣдованіямъ *А. Данилевскаго*, можно получить тѣло, обладающее всѣми главными свойствами обыкновеннаго миозина. Для этой цѣли готовятъ растворъ синтонина въ известковой водѣ, прибавляютъ туда почти до насыщения сухого нашатыря и тщательно нейтрализуютъ щелочной профильтрованный растворъ соляной или лучше уксусной кислотой; тогда получается ясная, слабо опалесцирующая жидкость, обладающая совершенно тѣми же свойствами, какъ и нашатырный растворъ истиннаго миозина.

Чтобы перевести нерастворимый миозинъ въ истинный, приходится перевести его сначала въ синтонинъ, посредствомъ нагреванія при 40—45° С. съ 0,1—0,2% NH_3 и потомъ уже полученный синтонинъ можно, какъ указано выше, перевести въ миозинъ.

Переходимъ теперь къ изложенію въ общихъ чертахъ другой работы *А. Данилевскаго* и *К. Шимоловой*, гдѣ они разбираютъ натуру двоякопреломляющихъ веществъ мышцы и ихъ пространственное распредѣленіе въ мышечномъ волокнѣ.

Если удалить миозинъ изъ мышцъ посредствомъ разведенной соляной кислоты и взбухшую мышечную массу хорошо промыть дистиллированной водой до полного удаленія кислоты, то послѣ прощѣживанія черезъ сито можно получить взбухшія частички мышечнаго волокна. Далѣе, если обработать эти частички алкогелемъ или водой съ ничтожнымъ количествомъ соды (0,01%), то онѣ дѣлаются уже болѣе видимыми и не такими прозрачными, какъ до обработки ихъ указаннымъ образомъ, и, при разсмотрѣніи подъ микроскопомъ, даютъ возможность глубже узнать строеніе мышечнаго волокна. При этомъ совершенно ясно выступаютъ на видъ въ полѣ зрѣнія, такъ называемые, „мышечные ящички“ *W. Krause* („Muskelkästchen“). Если далѣе подвергнуть лишен-

ное миозина мышечное волокно дальнѣйшему дѣйствию соляной кислоты, то части, составляющія „мышечный ящичекъ“, какъ оказывается, не одинаково относятся къ дѣйствию соляной кислоты. Стѣнки „ящичка“, расположенныя въ длину волокна, первыя начинаютъ разбухать и потомъ растворяются въ соляной кислотѣ, поперечныя же стѣнки ящичка („Nebenscheiben“) гораздо устойчивѣе къ дѣйствию соляной кислоты, и, наконецъ, такъ называемыя „поперечныя полоски“ („Querlinie“) разрушаются послѣдними при продолжительномъ дѣйстви соляной кислоты.

Такъ называемые „*Боумановскіе* диски“, т. е. „*Querlinie*“, съ прилежащими къ ней съ обѣихъ сторонъ „*Nebenscheiben* ами“, получаютъ при дѣйстви разведенной соляной кислоты на мышечное волокно именно тогда, когда уже успѣютъ раствориться, какъ миозинъ, заключенный внутри „ящичка“, такъ и перегородки, расположенныя въ длину волокна.

Двоякопреломляемость не принадлежитъ исключительно только миозину, но, какъ показываютъ наблюденія *Krause*¹⁾, и другія составныя части „мышечнаго ящичка“, именно „*Querlinie*“ (*Quermembrana*), также обладаетъ двоякопреломляемостью.

Далѣе, на основаніи того, что зола массы, состоящей изъ однихъ только „мышечныхъ ящичковъ“, лишенныхъ миозина, содержитъ свободную фосфорную кислоту въ довольно значительномъ количествѣ, *А. Данилевскій* и *К. Шимолова* полагаютъ, что эта фосфорная кислота принадлежитъ лепитину; такъ, дѣйствительно, и оказалось при дальнѣйшемъ изслѣдованіи этого вопроса.

При извлеченіи лепитина изъ „мышечныхъ ящичковъ“, лишенныхъ уже миозина, двоякопреломляемость ихъ совершенно теряется.

Удаленіе лепитина производитъ еще и другое важное измѣненіе въ мышечномъ волокнѣ: оно теряетъ свою поперечную исчерченность и свое ящичковое

¹⁾ *Krause*, Pflüger's Arch. Bd. 7. s. 308. Цитир. по *А. Данилевскому*.

строение (*Kästchenbau*) и представляется уже в виде собрания разнообразной формы сильно преломляющих свѣтъ зеренъ. Такимъ образомъ, съ присутствіемъ лецитина связана и способность двоякопреломляемости „мышечного ящичка“ и прочность его строения.

Изъ указанныхъ фактовъ становится уже понятнымъ то явление, что всѣ вещества, растворяющія или разрушающія лецитинъ, связанный съ трудно растворимымъ бѣлкомъ, если обработать ими (эфиромъ, алкоголемъ, хромовой кислотой) мышцы, расщепляютъ мышечныя волокна на тончайшія волоконца, между тѣмъ какъ вещества, растворяющія легко продольныя стѣнки „ящичковъ“ и миозинъ, какъ-то: разведенная соляная кислота, сода, желудочный сокъ и пр., расщепляютъ мышечныя волокна на „*Boumannovskіe* диски“.

Содержащія миозинъ мышечныя волокна обладаютъ сильною двоякопреломляемостью, которая зависитъ, какъ показали опыты *А. Данилевскаго* и *К. Шниловой*, исключительно отъ миозина. Растворы миозина въ соляной кислотѣ не обладаютъ двоякопреломляемостью, но если каплю подобнаго концентрированнаго раствора миозина осторожно выпарить, то полученный кусочекъ вещества миозина уже снова обнаруживаетъ двоякопреломляемость.

Ничего подобнаго нельзя получить, если имѣть дѣло съ растворами серумальбумина, альбумина яйца и казеина. Далѣе изъ опытовъ *А. Данилевскаго* и *К. Шниловой* выяснилось, что обыкновеннымъ путемъ полученные растворы миозина въ соляхъ или соляной кислотѣ не суть истинные растворы, но нужно предположить, что миозинъ находится въ этихъ жидкостяхъ раздробленнымъ на мельчайшія кристаллоидныя частички, невидимыя даже подъ микроскопомъ; и только поэтому при вышеупомянутой обработкѣ капель этихъ растворовъ и получаются двоякопреломляющіе кусочки миозина.

Когда же имѣются истинные растворы миозина, то двоякопреломляемость его уже совершенно теряется;

подобное же отношеніе констатировано *А. Данилевскимъ* и *К. Шниловой* и для синтонина. Такъ какъ двоякопреломляемость есть свойство кристаллоидовъ, то нужно предположить, что миозинъ, обладающій этими двоякопреломляющими свойствами, состоитъ изъ кристаллоидныхъ частичекъ. Подобное кристаллоидное строеніе миозина нужно допустить и въ живомъ мышечномъ волоконѣ.

Эти данныя насчетъ свойствъ миозина, по мнѣнію *А. Данилевскаго* и *К. Шниловой*, служатъ до нѣкоторой степени фактическимъ подтвержденіемъ гипотезы *Врейке* относительно присутствія въ мышечномъ волоконѣ двоякопреломляющихъ элементовъ или „дисдиакластовъ“.

Между прочимъ, *А. Данилевскій* и *К. Шнилова* отмѣчаютъ, что вышеописанная нерастворимая форма миозина, полученная или черезъ нагреваніе солеваго раствора миозина, или черезъ осажденіе этого раствора большимъ количествомъ дистиллированной воды, не показываетъ даже и слѣдовъ двоякопреломляемости.

Чтобы закончить изложеніе изслѣдованій *А. Данилевскаго* о бѣлковыхъ веществахъ мышцъ, намъ остается еще прибавить въ общихъ чертахъ главныя данныя относительно установленнаго имъ особаго бѣлковаго тѣла въ мышцахъ— „миостромину“.

Изъ вышеприведенныхъ работъ было видно, что, послѣ удаленія изъ мышцъ полностью миозина посредствомъ нашатырнаго раствора или крайне разведенной соляной кислоты, въ мышцахъ остается еще довольно значительный нерастворимый остатокъ, обладающій инымъ оптическими свойствами, составомъ, и отъ присутствія котораго зависитъ прѣдность мышечнаго волокна. Это бѣлковое тѣло, дающее, такъ сказать, основную мышечному волокну, *А. Данилевскій*¹⁾ называетъ „миостроминомъ“. Миостроминъ — сложное бѣлковое тѣло, содержитъ, подобно нуклеину, въ своемъ со-

¹⁾ *А. Данилевскій*. Физиологическій сборникъ *А. и В. Данилевскихъ*. Т. I. стр. 337. 1888.

ставъ фосфорныя атомныя группы; въ соляхъ и очень разведенныхъ кислотахъ миостроминъ не растворяется; онъ съ трудомъ переваривается желудочнымъ сокомъ и обладаетъ крайне слабою двоякопреломляемостью. Въ 5—8% нашатырѣ миостроминъ совершенно нерастворимъ. Миостроминовъ имѣется нѣсколько разновидностей, на что указываетъ неодинаковое отношеніе ихъ къ растворамъ нашатыря различной концентрации и — къ разведенной соляной кислотѣ; нѣкоторые миостромины разбухаютъ даже въ 5—8% растворѣ нашатыря и растворяются въ 0,1% СН. Въ анатомическомъ смыслѣ миостромины составляютъ вещество вышеописанныхъ „ящичковъ“, состоящихъ изъ „*Querlinie*“, съ прилегающими къ ней съ обѣихъ сторонъ „*Nebenscheiben*“ ами“ (что въ мѣстѣ составляетъ „*Boumannovskij* дискъ“), и изъ соединяющихъ эти „*Querlinien*“ продольныхъ пластинокъ.

Вещество „*Nebenscheiben*“ почти вовсе не обладаетъ двоякопреломляемостью, тогда какъ „*Querlinie*“ слабо анизотропно. У различныхъ животныхъ и въ разныхъ мышцахъ одного и того же животного вещество „*Nebenscheiben*“ представляетъ нѣкоторыя различія въ смыслѣ растворимости и содержанія фосфора.

Изъ мышцъ теленка можно добыть два вида миостроминовъ, различныхъ по своей растворимости въ соляхъ, слабой кислотѣ, желудочномъ сокѣ, и по содержанію фосфора. Микрoхимическія же изслѣдованія мышць насѣкомыхъ, рыбъ и амфибій показали, что разновидностей миостроминовъ, вѣроятно, имѣется много.

Въ общемъ можно сказать, что миостроминъ первичнаго мышечнаго волокна представляетъ два рода бѣлковъ, изъ которыхъ одни — составляющіе „*Querlinien*“ и соединительныя между ними тонкія перегородки, анизотропны, менѣе растворимы и болѣе богаты фосфоромъ, чѣмъ бѣлковая вещества „*Nebenscheiben*“, представляющія другой родъ миостромина.

Въ 1888 году появилась работа *W. D. Hallibur-*

on а¹⁾ о „мышечной плазмѣ“; въ этой работѣ подробно рассмотрѣны бѣлковыя вещества мышечной плазмы и указаны методы добыванія ихъ.

Halliburton получалъ мышечную плазму изъ свѣжихъ мышць теплокровнаго животнаго (кролика). Мышцы только что убитаго животнаго промываются черезъ аорту 0,6 % растворомъ поваренной соли въ 5° С, быстро разрѣзываются на мелкія части и замораживаются при —12° С, затѣмъ прожимаются подъ прессомъ, причемъ вытекаеть мышечная плазма, обладающая щелочной реакціей; эта плазма свертывается при обыкновенной температурѣ, а при 40°С свертываніе происходитъ въ теченіе 20—30 минутъ, одновременно со свертываніемъ образуется и кислая реакція, вслѣдствіе появленія мясомолочной кислоты.

Полученный свертокъ и есть мюзинъ, который въ противоположность фибрину крови быстро растворяется въ 0,2% СН и въ 10% NaCl.

Если вышеизложеннымъ способомъ получить плазму изъ мышць, уже продѣлавшихъ окоченіе, то получается кислая жидкость, уже неспособная самопроизвольно свертываться.

Настой мышць при 0°, или нѣсколько ниже, въ 10% NaCl, или въ 5% MgSO₄, или въ отъ 1/2 до 1/2 насыщенномъ растворѣ Na₂SO₄, самъ по себѣ не свертывается, но, если прибавить къ нему 3 объема воды, то свертываніе происходитъ и притомъ появляется кислая реакція; свертываніе этой соляной плазмы также легко происходитъ и при нагрѣваніи до 30—40°С.

Всѣ эти факты указываютъ, по мнѣнію *Halliburton*'а, на большое сходство въ явленіяхъ свертыванія мышечной плазмы и кровяной.

Соляныя извлеченія изъ мышць, уже продѣлавшихъ окоченіе, отличаются отъ подобныхъ же извлеченій изъ свѣжихъ мышць только кислой реакціей; при разбавленіи водой они также даютъ свер-

¹⁾ *W. D. Halliburton*. Maly's Jahresbericht 1888. Ref. u. Lehrbuch d. chemisch. Physiologie u. Pathol. von *W. D. Halliburton*. 1892.

ток бѣлка, который содержится также, какъ и миозинъ, полученный изъ свѣжихъ мышцъ.

Обладающее кислотою реакціей соляное извлечение изъ окоченѣлыхъ уже мышцъ получаетъ еще большую кислотность при вновь произведенномъ свертываніи миозина.

Свертокъ мышечной плазмы, т. е. миозинъ, состоитъ главнымъ образомъ изъ глобулина, свертывающагося при 56°C — „миозиногена“, и изъ „парамиозиногена“, также глобулина, который свертывается при 47°C и находится въ плазмѣ въ измѣнчивомъ количествѣ. При свертываніи миозина изъ нейтральнаго раствора его въ 5% NaCl посредствомъ разведенія послѣдняго 2—3-мя объемами воды, образуется осадокъ, сначала въ формѣ студня, который постепенно стягивается и выжимаетъ изъ себя ясную жидкость кислой реакціи, не содержащую никакого бѣлка.

Миозинъ при своемъ раствореніи въ соляхъ переходитъ въ миозиногенъ; изъ миозиногена можно опять получить миозинъ тѣмъ или другимъ путемъ (разведеніемъ водой, или же насыщеніемъ солевыхъ растворовъ его NaCl'емъ, MgSO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$); подобное повторное превращеніе миозина въ миозиногенъ и полученіе изъ послѣдняго опять миозина *Halliburton* продѣлывалъ до 5-ти разъ.

Подобные же опыты съ растворами фибрина крови въ 10% NaCl (съ трудомъ получаемыми) не удался: полученный растворъ фибрина не обладаетъ свойствами фибриногена и изъ него нельзя получить снова фибрина.

Промываніе миозина большимъ количествомъ дистиллированной воды дѣлаетъ его весьма трудно растворимымъ въ соляхъ и 1% HCl, тоже самое производить и діализація миозиновыхъ солевыхъ растворовъ.

При фракціонированномъ свертываніи нагреваніемъ солеваго извлечения изъ мышцъ, еще не окоченѣвшихъ, или уже окоченѣвшихъ, можно получить осадки бѣлковъ при слѣдующихъ температурахъ: 47, 56,

63 и 73°C ; кромѣ этихъ четырехъ формъ бѣлковъ въ мышечной плазмѣ имѣются еще и альбумины, которые совсѣмъ не выпадаютъ при нагреваніи.

Всѣ эти бѣлковыя вещества можно отдѣлить другъ отъ друга также и посредствомъ нейтральныхъ солей.

Бѣлки, выпадающіе при 47° и 56°C , составляютъ вышеупомянутый свертокъ миозина, а остальные— содержатся въ мышечной сывороткѣ.

Алкалиальбумината и пептона въ мышцахъ *Halliburton* не находить.

Парамиозиногенъ, который свертывается при 47°C и вмѣстѣ съ миозиногеномъ участвуетъ въ образованіи миозиноваго свертка при свертываніи мышечной плазмы (вѣроятно, только механически захваченный при выпаданіи миозина), *Halliburton* относитъ къ глобулинамъ, а не къ альбуминамъ (*Kühne* и *Delamain*), если же парамиозиногенъ и извлекается водой изъ мышцъ, то это происходитъ только благодаря присутствію солей въ мышцахъ.

Послѣ продолжительнаго промыванія насыщенными солевыми растворами осадокъ парамиозиногена (полученный черезъ осажденіе сѣрникою магнизей извлечения изъ мышцъ 5% растворомъ MgSO_4) дѣлается не растворимымъ въ разведенныхъ солевыхъ растворахъ.

Хотя парамиозиногенъ и принимаетъ участіе въ образованіи свертка мышечной плазмы, но самъ онъ не свертывается подъ влияніемъ миозинъ-фермента; уксусная кислота не осаждаетъ его изъ солевыхъ растворовъ, при діализаціи парамиозиногенъ выпадаетъ, но тогда онъ уже не растворяется въ 10% растворѣ поваренной соли.

Что касается миозиногена, полученнаго черезъ осажденіе его той или другой солью, то при продолжительномъ промываніи концентрированными солевыми растворами, онъ становится не растворимымъ въ разведенныхъ солевыхъ растворахъ. Миозиногенъ свертывается подъ влияніемъ миозинъ-фермента, миозиногенъ замѣтно ускоряетъ образованіе фибрина изъ

кровяной плазмы; уксусная кислота, а также 2% фосфорная кислота, сѣрная, азотная и 1% шавелевая — производят осаждение миозиногена изъ его растворовъ.

Миоглобулинъ весьма сходенъ съ серумглобулиномъ, хотя послѣдній свертывается не при 63°C, какъ первый, а при 75°C.

Миоглобулинъ *Halliburton* почему-то приравниваетъ къ калиальбуминату, который по *Kühne* находится въ мышечной сывороткѣ.

Миоальбуминъ, вѣроятно, тождественъ съ серумальбуминомъ и свертывается при 73°C.

Halliburton считаетъ миоальбумозы (или миопротезы) близко родственными или даже тождественными съ миозинъ-ферментомъ.

Миозинъ-ферментъ не тождественъ съ фибринъ-ферментомъ; первый при нагреваніи до 100°C теряетъ свое дѣйствіе на свертываніе мышечной плазмы.

*O. Hammarsten*¹⁾ описываетъ особое бѣлковое тѣло въ мышцахъ — „мускулинъ“, которое по своимъ свойствамъ совершенно сходно съ „параміозиногеномъ“ *Halliburton*'а; мускулинъ характеризуется своей низкой температурой свертыванія, напримѣръ, у лягушекъ — при 45°C, у птицъ — при 51°C, онъ осаждается полностью NaCl'омъ или MgSO₄ (50 гgm. на 100 к. с. жидкости). Мускулинъ участвуетъ въ образованіи миозинового свертка при свертываніи мышечной плазмы.

Если мышцы извлекать водой, то мускулинъ отчасти переходитъ въ растворъ.

Въ 1895 году появилась довольно обширная работа *O. Fürth*'а¹⁾ о бѣловыхъ тѣлахъ мышечной плазмы. Изложеніемъ этой работы, по возможности, въ общихъ чертахъ мы теперь и займемся, прежде чѣмъ приступимъ къ критической оцѣнкѣ и сопоставленію всѣхъ нами упомянутыхъ изслѣдованій.

¹⁾ *O. Hammarsten*. Ученіе физіол. химіи. 1892 г. стр. 204.

¹⁾ *O. Fürth*. Ueber die Eiweisskörper des Muskelplasmas. Archiv f. experim. Patholog. u. Pharmakologie. 1895.

Свою мышечную плазму *O. Fürth* добываетъ слѣдующимъ образомъ. Еще при жизни животнаго авторъ вырыскиваетъ ему въ шейную вену до 400 к. с. физиологическаго раствора поваренной соли, потомъ выпускаетъ кровь и затѣмъ еще во время дѣятельности сердца успѣваетъ прогнать черезъ кровеносную систему до 600 к. с. теплаго раствора соли; наконецъ, послѣ смерти животнаго авторъ черезъ брюшную аорту промываетъ заднюю половину тѣла животнаго также физиологическимъ растворомъ соли, котораго при этомъ тратится до 2000 к. с.; значитъ, для промыванія употребляется всего до 3000 к. с. физиологическаго раствора соли. Послѣ такой обработки мышцы дѣлаются на видъ „ödematös“ными и „восковидными“. Затѣмъ мышцы рубятъ ножомъ (все это происходитъ при обыкновенной температурѣ); измельченные мышцы растираются съ лемзой, вмѣстѣ съ 0,6% растворомъ NaCl или безъ него. Полученная мышечная кашка тотчасъ, или послѣ стоянія на льду, переносится на полотно и прожимается; вытекающая жидкость фильтруется черезъ складчатую фильтру. Авторъ полагаетъ, что полученная имъ указаннымъ способомъ мышечная плазма не отличается отъ таковой же *Kühne* и *Halliburton*'а.

Полученная мышечная плазма совершенно безкровна, желтая, жидкая, нейтральной, или слабо щелочной, или слабо кислой реакціи; первая порція плазмы всегда опалесцируетъ.

O. Fürth въ своихъ изслѣдованіяхъ придерживается терминологіи *Halliburton*'а. Ниже при изложеніи и оцѣнкѣ методовъ, которыми пользовался *O. Fürth* для добыванія различныхъ бѣловыхъ формъ изъ мышечной плазмы, мы увидимъ, что указанный авторъ совершенно произвольно называлъ и приравнивалъ полученные имъ бѣлки къ бѣловымъ формамъ, добытымъ *Halliburton*'омъ изъ мышечной плазмы. Въ мышечной плазмѣ *O. Fürth* различаетъ такъ же, какъ и *Halliburton*, двѣ главныя бѣловыя формы: миозиногенъ и параміозиногенъ. Мы здѣсь приводимъ только

тѣ замѣчательныя особенности свойствъ миозиногена *O. Fürth'a*, которыя не были указаны ни однимъ изъ предшествующихъ авторовъ.

Миозиногенъ черезъ диффузію не осаждается; сѣрникоислый аммоній вполне осаждаетъ миозиногенъ изъ его растворовъ, если будетъ прибавленъ въ количествѣ до 26—27%; осадокъ миозиногена отъ сѣрникоислаго аммонія при лежаніи имѣетъ малую склонность превращаться въ нерастворимую форму, въ противоположность осадку парамиозиногена. NaCl и MgSO_4 даже при насыщеніи ими растворы миозиногена осаждаютъ послѣдній весьма несовершенно.

Чистый, свободный отъ солей растворъ миозиногена уксусной кислотой не осаждается; хлопчатый осадокъ тотчасъ же появляется при прибавленіи какой-либо нейтральной соли.

Замѣчательно, что свободный отъ солей растворъ миозиногена не осаждается солями тяжелыхъ металловъ; самое большее, если только при этомъ появляется муть, которая, вѣроятно, зависитъ отъ осажденія парамиозиногена.

Элементарный составъ миозиногена весьма сходенъ съ таковымъ же для миозина по изслѣдованіямъ *Kühne* и *Chittenden'a*. По *O. Fürth'u* миозинъ *Kühne* соответствуетъ парамиозиногену *Halliburton'a*, а каліальбуминатъ *Kühne*—миозиногену. Миоглобулинъ *Halliburton'a* по *Fürth'u* есть не что иное, какъ часть миозиногена, не вполне выпавшаго при осажденіи; альбумозъ въ мышцахъ *Fürth* не нашелъ.

Наконецъ *O. Fürth* замѣчаетъ, что миозиногенъ по своимъ свойствамъ—ни альбуминатъ, ни глобулинъ, ни нуклеоальбуминъ, а бѣлокъ *sui generis*.

ГЛАВА ШЕСТАЯ.

Изложивъ по возможности подробно главныя изслѣдованія о бѣлковыхъ веществахъ мышечной ткани, мы переходимъ теперь къ наиболее трудной задачѣ, состоящей въ томъ, чтобы разобраться въ этомъ сложномъ, часто противорѣчивомъ и запутанномъ матеріалѣ о бѣлкахъ мышцъ. Такимъ образомъ, намъ предстоитъ изъ этого обширнаго матеріала выдѣлить все общее тождественное и, по возможности, выяснить главныя противорѣчія между различными изслѣдователями.

Вмѣсто одного бѣлковаго вещества—фибринъ, изъ котораго, какъ думали первоначально, состоятъ мышцы, мы имѣемъ теперь въ мышцахъ почти цѣлый десятокъ различныхъ бѣлковыхъ формъ. Можно было бы ожидать, разумеется, что химическое строеніе мышечнаго волокна, благодаря имѣющемуся въ настоящее время такому богатому научному матеріалу, станетъ для насъ яснымъ и понятнымъ, но, къ сожалѣнію, этого еще нѣтъ, и мы не можемъ еще до сихъ поръ нарисовать себѣ ясной и опредѣленной картины подробнаго бѣлковаго состава мышечной ткани.

Несмотря на то, что открыто, повидимому, до десятка бѣлковыхъ тѣлъ въ мышцахъ, намъ всетаки кажется, что, при изученіи роли бѣлковъ при томъ или другомъ состояніи мышцъ, благоразумнѣе будетъ остановиться на болѣе общемъ дѣленіи бѣлковъ.

Разсматривая всю вышеприведенную литературу о бѣлковыхъ веществахъ мышцъ, мы видимъ, что *Kühne* первый вполне ясно и опредѣленно показалъ и установилъ различныя бѣлковыя формы мышечной плазмы, и что всѣ послѣдующіе авторы въ болѣе или меньшей степени придерживаются въ своихъ работахъ

главных основных положений, данных Kühne. Поэтому, мы полагаем, что всё новая данная относительно различных форм белков мышечной плазмы, полученные исследователями уже послѣ Kühne, должны быть сравниваемы именно съ той шемой белков мышечной плазмы, которая напечатана была Kühne и которая, какъ ниже увидимъ, наиболее обоснована.

Основные результаты работы Kühne насчетъ белков мышечной плазмы можно представить себѣ въ слѣдующемъ видѣ. Kühne добылъ мышечную плазму двухъ родовъ, естественную и солевую (при извлеченіи мышъ 10% NaCl); изъ той и другой мышечной плазмы можно получить совершенно тождественное белковое вещество— „миозинъ“, который и составляетъ естественную составную часть мышечной плазмы. Жидкость, остающаяся послѣ свертыванія естественной мышечной плазмы, т. е. мышечная сыворотка, также содержитъ белковыя вещества трехъ родовъ: 1) белокъ, свертывающійся при 47° С., 2) каляльбуминъ и 3) сывороточный альбуминъ.

Слѣдующіе за Kühne исследователи: *Hoppe Seyler*, *Weyl*, *Демидовъ*, *А. Данилевскій*, въ общемъ подтверждаютъ указанная основныя данныя Kühne насчетъ белковъ мышечной плазмы; вышеупомянутые исследователи такъ или иначе улучшаютъ способы добыванія миозина и другихъ белковъ мышечной плазмы, изучаютъ его всесторонне, стараясь глубже проникнуть въ его химическое строение, физическія свойства и биологическую роль, но новыхъ белковыхъ разновидностей въ мышечной плазмѣ эти авторы не устанавливаютъ. Само собой разумѣется, что первое мѣсто среди исследованій о свойствахъ миозина нужно безспорно отнести работамъ *А. Данилевскаго*, представившаго исключительный и единственный въ своемъ родѣ матеріалъ по своей глубинѣ, интересу, оригинальности и проникновенію въ совершенно неизвѣстную и темную сферу химическаго и физическаго строения миозина и его видоизмѣненій.

Halliburton въ своихъ исследованіяхъ насчетъ бел-

ковыхъ формъ мышечной плазмы пошелъ дальше своихъ предшественниковъ и, вмѣсто одного белка глобулиновой природы, т. е. миозина, составляющаго свертокъ мышечной плазмы, онъ устанавливаетъ нѣсколько отдѣльныхъ белковыхъ формъ, относящихся къ глобулиновой группѣ, а именно: „параміозиногенъ“, свертывающійся при 47°С, „миозиногенъ“, свертывающійся при 56°С и „миоглобулинъ“,—при 63°С. Кроме указанныхъ глобулиновъ, въ мышечной плазмѣ имѣется также альбуминъ, свертывающійся при 73°С, и миодальбумозы, не выпадающія при нагреваніи даже до кипѣнія.

Нѣсколько не было бы страннымъ, что въ мышечной плазмѣ имѣется нѣсколько видовъ глобулиновыхъ белковъ, особенно, если принять во вниманіе ту сложную картину, которая представляется глазу наблюдателя при разсмотрѣваніи мышечнаго волокна подъ микроскопомъ; но разъ *Halliburton* устанавливаетъ особые, повидимому, опредѣленные виды глобулиновъ мышечной плазмы, то онъ, конечно, долженъ былъ имѣть въ основѣ своихъ положеній какиа-либо болѣе или менѣе строгія и прочныя данныя. Но этого-то и нѣтъ. Зачѣмъ, напримѣръ, обременять и безъ того слишкомъ обильную физиолого-химическую номенклатуру лишнимъ словомъ „миозиногенъ“, т. е. какой-то совершенно неизвѣстный даже и автору белокъ, изъ котораго образуется миозинъ, могущій, въ свою очередь, при раствореніи его въ соляхъ снова перейти въ „миозиногенъ“.

Совершенно на тѣхъ же основаніяхъ слѣдовало бы дать растворамъ тѣхъ или другихъ солей особыя названія.

Вполнѣ произвольна также основа для раздѣленія и установленія различныхъ глобулиновыхъ формъ белковъ—это температура свертыванія. Такъ, напримѣръ, *Halliburton* устанавливаетъ особый видъ глобулина—„параміозиногенъ“, который изъ своихъ солевыхъ растворовъ свертывается при 47°С. Нужно замѣтить, что эта температура свертыванія не есть какаа-либо

постоянная величина, независимая от тѣх или другихъ условий; тотъ же самый параміозиногенъ, по *Halliburton*'у, осаждается вмѣстѣ съ міозиногеномъ при свертываніи мышечной плазмы, какъ при обыкновенной температурѣ, такъ гораздо быстрѣе при 40°С, а изъ солевой плазмы это осаждение происходитъ также при нагреваніи ея отъ 30—40°С.

Значитъ, температура свертыванія параміозиногена обусловливается разными обстоятельствами, которыхъ, нужно думать, имѣется очень много.

Однимъ словомъ, нужно сказать, что температура свертыванія параміозиногена характерна, если вообще можно объ этомъ говорить, только для того материала и тѣхъ условий, при которыхъ работала *Halliburton*.

То-же самое приходится сказать и о методѣ выдѣленія различныхъ глобулиновъ изъ ихъ солевыхъ растворовъ посредствомъ различныхъ солей, прибавленныхъ въ томъ или другомъ количествѣ.

Ислѣдованія *Л. Морхоуца* (*l. c.*) и приводимыхъ имъ авторовъ вполне убѣждаютъ въ томъ, что температура свертыванія различныхъ бѣлковъ и осаждаемость ихъ различными солями зависитъ въ многихъ условіяхъ отъ свойствъ самихъ бѣлковъ, отъ концентрации солевыхъ растворовъ, отъ количественнаго содержанія въ послѣднихъ бѣлковъ, отъ характера солей отъ присутствія другихъ тѣлъ въ растворѣ и т. д.

Очевидно, что температуру свертыванія бѣлка или осаждаемость его изъ растворовъ, при прибавленіи той или другой соли, можно взять въ основу раздѣленія разныхъ бѣлковъ другъ отъ друга только въ широкихъ границахъ. Параміозиногенъ, по *Halliburton*'у, нѣсколько отличается отъ міозиногена, именно, что первый не свертывается отъ міозинъ-фермента и не осаждается уксусной кислотой, но эти отличія еще не даютъ права считать параміозиногенъ особымъ бѣлкомъ и скорѣе могутъ быть объяснены измѣненіемъ міозина при указанной обработкѣ его.

Halliburton считаетъ свой параміозиногенъ тожде-

ственнымъ съ тѣмъ бѣлкомъ, который *Kühne* нашелъ въ мышечной сывороткѣ, и который выпадаетъ при нагреваніи ея до 45—47°; но бѣлокъ этотъ, по *Kühne*, остается въ мышечной сывороткѣ послѣ свертыванія мышечной плазмы, тогда какъ *Halliburton* утверждаетъ, что параміозиногенъ участвуетъ въ образованіи міозинового свертка.

Очевидно, что бѣлокъ, свертывающійся при 47°С, по *Kühne*, или совсѣмъ другой бѣлокъ, чѣмъ параміозиногенъ, или же, если стать на точку зрѣнія *Halliburton*'а, онъ представляетъ остатокъ параміозиногена, который не успѣлъ выпасть съ міозиномъ при свертываніи мышечной плазмы, что, впрочемъ, совершенно гадательно.

На основаніи всего вышеназложеннаго, приходится всѣ три глобулина, выдѣленные *Halliburton*'омъ изъ мышечной плазмы, а именно: параміозиногенъ, міозиногенъ и міоглобулинъ, который, неизвѣстно почему-то, приравнивается *Halliburton*'омъ къ каналь-буминату *Kühne*, соединить въ одну группу глобулина или міозина по *Kühne*.

Тогда мы опять получимъ общую шему бѣлковъ мышечной плазмы по *Kühne*, т. е. міозинъ, составляющій свертокъ мышечной плазмы, растворимый въ соляхъ, и бѣлки мышечной сыворотки.

Такимъ образомъ, данныя *Halliburton*'а въ общемъ все-таки не противорѣчатъ основнымъ даннымъ, установленнымъ *Kühne* насчетъ бѣлковъ мышечной плазмы.

Несравненно дальше *Halliburton*'а, который при установленіи различныхъ глобулиновыхъ формъ имѣлъ все-таки тѣ или другія, хотя и не вполне строгія, основанія, пошелъ *O. Fürth* въ своихъ изслѣдованіяхъ бѣлковъ мышечной плазмы.

Хотя *Fürth* увѣряетъ, что полученная имъ мышечная плазма нисколько не отличается отъ таковой же *Kühne* и *Halliburton*'а, по указанію его, что обильно промытыя физиологическимъ растворомъ соли мышцы становятся одематозными и восковидными, заставляетъ сильно усомниться въ томъ, что авторъ имѣлъ

нормальную мышечную плазму, подобно Kühne и Halliburton¹⁾; полученную из таких мышц мышечную плазму O. Fürth подвергает диализации в течение 24 часов, получившийся осадок промывает водой и потом растворяет в 10—15% растворъ NaCl; въ растворъ переходить только параміозиногенъ.

Остается только съ удивленіемъ спросить автора, почему онъ такъ думаетъ? Развѣ ему неизвѣстно, что при диализации (Halliburton) параміозиногенъ выпадаетъ и теряетъ способность растворяться въ соляхъ, что вообще свойственно всѣмъ глобулинамъ (Moroховен), если они въ свѣже-осажденномъ состояніи при диализации долгу лежать подъ водою, или просто лежать во влажномъ состояніи, или же если вообще осадокъ глобулиновъ промывается болѣе или менѣе порядочнымъ количествомъ воды (Weyl, А. Данилевскій и др.).

Настолько же произволенъ и другой способъ получения параміозиногена изъ мышечной плазмы, посредствомъ обработки ея сѣрнокислымъ аммоніемъ, прибавленнымъ почему-то до 23%; осадокъ, полученный при этомъ, O. Fürth почему-то называетъ параміозиногеномъ, а такъ какъ осадокъ этотъ при лежаніи во влажномъ состояніи съ теченіемъ времени переходитъ въ нерастворимую въ соляхъ форму, то авторъ предлагаетъ его называть „міозинъ-фибриномъ“!

Для добыванія міозиногена O. Fürth беретъ уже плазму, лишенную альбуминовыхъ веществъ посредствомъ промыванія мышцъ растворомъ NaCl (въроятно, физиологическимъ). Намъ кажется, на основаніи ниже приведенныхъ данныхъ, что при подобномъ промываніи мышцъ растворомъ NaCl O. Fürth удалилъ не только альбумины, но и часть глобулиновъ; слѣдовательно, полученная имъ плазма едва-ли можетъ считаться лишенной только альбуминовъ. Изъ подобной мышечной плазмы авторъ добываетъ свой міозиногенъ опять черезъ диализацию, причемъ міозиногенъ остается почему-то въ растворѣ съ частью невышедшаго параміозиногена, отъ котораго авторъ освобож-

дается нагрѣваніемъ жидкости до 52°C. Тутъ все произвольно отъ начала до конца и противорѣчитъ даннымъ всѣхъ авторовъ, работавшихъ надъ диализаціей глобулиновыхъ бѣлковъ вообще и мышечныхъ— въ частности (Halliburton, Kühne и Chittenden¹⁾, Мороховенъ и др.).

И всѣ другіе способы добыванія міозиногена изъ лишенной альбуминовъ мышечной плазмы также не имѣютъ подъ собою твердой почвы и совершенно произвольны. Произвольно также и слѣдующее: получивши осадокъ изъ упомянутой плазмы, посредствомъ прибавленія къ ней насыщеннаго раствора $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ такъ, чтобъ получилось 29% содержания этой соли въ жидкости, O. Fürth промываетъ полученный осадокъ насыщеннымъ растворомъ сѣрнокислаго аммонія, прожимаетъ его между фильтровальной бумагой и наконецъ растворяетъ въ водѣ. Изъ того факта, что растворъ этотъ при нагрѣваніи его до 40°C даетъ осадокъ, O. Fürth заключаетъ, что тутъ имѣется особый бѣлокъ, растворимый міогенъ-фибринъ, образовавшийся изъ міозиногена.

Хотя O. Fürth полученные имъ бѣлковыя вещества мышечной плазмы въ общемъ и называетъ тѣми же именами, что и Halliburton, однако совершенно очевидно, что это сдѣлано имъ произвольно, такъ какъ и способы получения этихъ бѣлковъ, и свойства во многомъ отличаются отъ того, что мы имѣемъ у Halliburton'a. Такъ, напримѣръ, O. Fürth заявляетъ, что его міозиногенъ по своимъ свойствамъ—ни альбуминатъ, ни глобулинъ, ни нуклеоальбуминъ, а бѣлокъ sui generis, между тѣмъ какъ по Halliburton'у міозиногенъ есть несомнѣнно глобулиновый бѣлокъ.

Мы совершенно отказываемся приравнять полученныя O. Fürth'омъ бѣлковыя формы мышечной плазмы къ таковымъ же другимъ авторовъ, такъ какъ установленіе этихъ бѣлковыхъ видовъ вполнѣ произвольно.

¹⁾ Kühne u. Chittenden. Miosin u. Miosinosen. Zeitschr. f. Biologie. XXV.

Данный этого автора еще один лишній раз и наглядно убеждают насъ въ томъ, что при разныхъ условияхъ, касающихся температуры и употребленія тѣхъ или другихъ солей для осажденія бѣлковъ и пр., изъ одной и той же мышечной плазмы, а тѣмъ болѣе изъ различныхъ плазмъ, можно получить сколько угодно бѣлковыхъ осадковъ, такъ или иначе отличающихся другъ отъ друга. Все это, намъ кажется, указываетъ только на то, что бѣлковая вещества мышечной плазмы, особенно глобулины (миозинъ), весьма легко подвергаются измѣненіямъ своихъ свойствъ при томъ или другомъ способѣ полученія ихъ и обработкѣ.

Итакъ, мы думаемъ, что въ настоящее время пока блаторазуміе и основательнѣе будетъ остановиться на томъ положеніи, которое было установлено еще *Kühne*, что мышечная плазма состоитъ изъ миозина, т. е. глобулина въ обширномъ смыслѣ и бѣлковъ мышечной сыворотки. Мы совсѣмъ не отрицаемъ, что этотъ миозинъ (въ смыслѣ *Kühne*) не можетъ состоятъ изъ различныхъ глобулиновыхъ формъ, которая такъ или иначе нѣсколько разнится другъ отъ друга: весьма возможно, что это дѣйствительно и имѣется на самомъ дѣлѣ, но никто еще не выдѣлилъ и не установилъ этихъ особыхъ глобулиновыхъ формъ въ мышечной плазмѣ сколько-нибудь основательно.

Никто не сомнѣвается теперь, что бѣлковая частица крайне сложна, содержитъ много различныхъ атомныхъ группъ, самихъ по себѣ сложныхъ, что одни бѣлки имѣютъ основныя свойства, т. е. способны связываться съ кислотами (напримѣръ, глобулинъ), другіе — обладаютъ кислотными свойствами (альбуминаты и альбуминовые кислоты), а третьи показываютъ смѣшанныя свойства глобулиновой и альбуминовой (глобо-альбумины¹⁾). Уже эти общія свойства даютъ возможность бѣлкамъ вступать въ

¹⁾ *А. Данилевскій*. О новомъ типѣ бѣлковыхъ веществъ. Физиологич. сборникъ А. и В. Данилевскихъ. т. I, стр. 369.

различныя соединенія и другъ съ другомъ, и съ прочими тѣлами.

Это разнообразіе бѣлковыхъ разновидностей, безъ сомнѣнія, громадно, насколько громадно разнообразіе животнаго и растительнаго царства. Само собой разумѣется, что всѣ бѣлковыя разновидности имѣютъ свойства, присущія вообще бѣлкамъ, но у насъ нѣтъ еще прочныхъ данныхъ утверждать, что такой-то бѣлокъ есть родоначальникъ всѣхъ другихъ бѣлковыхъ формъ. Данныя, приводимыя *Л. Морхоуцемъ* (l. c.) за то, что глобулинъ есть основная и исходная для всѣхъ другихъ бѣлковъ форма, не убѣдительны: они показываютъ только, что различныя бѣлки, при томъ или другомъ способѣ полученія ихъ и обработкѣ, крайне измѣнчивы, но все-таки имѣютъ нѣкоторыя общія сходныя свойства.

Итакъ, изъ разсмотрѣнія изложенной литературы о бѣлковыхъ веществахъ мышць, мы убѣдились, что свертокъ мышечной плазмы состоитъ вообще изъ глобулиноваго бѣлка, что доказывается изслѣдованіями всѣхъ авторовъ, кромѣ *O. Fürth'a*.

Что касается бѣлковъ мышечной сыворотки, то несомнѣнно установлено, что въ ней имѣется альбуминъ, тождественный съ серумальбуминомъ крови, свертывающимся при 73°C, и еще какой-то бѣлокъ, который, по *Kühne*, выпадаетъ при нагрѣваніи мышечной сыворотки до 45—47°C и который, по изслѣдованіямъ *Демантъ*, извлекается изъ мышць дистиllированной водой, также какъ и альбуминъ, и выпадаетъ при нагрѣваніи воднаго извлеченія до 47°C. Въ общемъ, можно сказать, что бѣлки мышечной сыворотки тождественны съ тѣми, которые извлекаются изъ свѣжихъ мышць дистиllированной водой. Что касается бѣлка, выпадающаго при нагрѣваніи мышечной сыворотки или воднаго извлеченія изъ мышць до 47°C, то трудно сказать положительно, какой онъ природы, но на основаніи данныхъ *Демантъ* и *Норре Seyler'a* (l. c.) скорѣе всего можно отнести его къ глобулинамъ. Переходъ этого бѣлка изъ мышць въ

водное извлечение можно объяснить тѣмъ, что въ мышцахъ всегда имѣется нѣкоторое количество солей, благодаря которымъ бѣлокъ и переходитъ въ растворъ.

Можетъ быть, этотъ бѣлокъ, представляющій изъ себя нѣчто среднее по своимъ свойствамъ между альбуминами и глобулинами, есть глобо-альбуминъ въ смыслѣ *А. Данилевскаго* (1. с.).

Наконецъ, остатокъ, получающійся послѣ удаленія тѣмъ или другимъ способомъ бѣлковъ мышечной плазмы, состоитъ, исключая, разумѣется, примѣси соединительной ткани, ядернаго вещества, сосудовъ и нервовъ, изъ особой сложной бѣлковой разновидности — миостромина, — установленнаго *А. Данилевскимъ*.

Итакъ, изъ всего сказаннаго видно, что всѣ бѣлки мышечной ткани можно распредѣлить на три группы: 1) *бѣлки мышечной сыворотки*, извлекаемые дистиллированной водой изъ свѣжихъ мышцъ, 2) *бѣлки сывертка мышечной плазмы — глобулины (миозинъ Кйне)*, растворимые въ среднихъ соляхъ (NH_4Cl , NaCl и пр.) и 3) *миостромину*, нерастворимые ни въ водѣ, ни въ среднихъ соляхъ, но растворяющіяся въ слабыхъ кислотахъ и щелочахъ.

Если припомнить микрохимическія изслѣдованія мышечнаго волокна *А. Данилевскаго* (1. с.), то становится очевиднымъ, что мышечное волокно состоитъ изъ полуплотной кристаллоидной бѣлковой субстанции — миозина (глобулина), — занимающаго внутренность „мышечныхъ ящичковъ“ или первичныхъ мышечныхъ элементовъ, и также изъ миостромина, составляющаго стѣнки этихъ элементовъ анатомическихъ и такъ называемый „Боумановскій дискъ“.

Что касается мышечной сыворотки съ ея бѣлками, то нужно принять, что она пропитываетъ все мышечное волокно и составляетъ также его лимфу.

Можетъ быть все сказанное о раздѣленіи и распредѣленіи бѣлковъ мышечной ткани страдаетъ нѣкоторой схематичностью, но за то химическое строе-

ніе мышечнаго волокна поперечно-полосатыхъ мышцъ, касательно его бѣлковаго состава, благодаря этой общей схемѣ, представляется болѣе или менѣе яснымъ и соответствующимъ действительности.

Будущимъ изслѣдованіямъ предстоитъ задача раздробить эту схему на болѣе мелкія отдѣльныя части, и тогда картина мышечнаго волокна, именно, со стороны его химическаго строенія, будетъ, можетъ быть, болѣе соответствовать той крайне сложной и запутанной картинѣ, которую представляетъ намъ современная гистологія мышечнаго волокна.

Вышеуказанное раздѣленіе бѣлковыхъ веществъ мышцъ на три большихъ группы было предложено еще *А. Данилевскимъ* въ 1882 г. (см. ниже), какъ основа для производства систематическаго опредѣленія въ мышцахъ бѣлковыхъ формъ. Съ тѣхъ поръ прошло уже 13 лѣтъ, и мы видимъ, что это раздѣленіе бѣлковъ мышцъ и до настоящаго времени не потеряло своего значенія и, по нашему мнѣнію, представляется единственнымъ наиболѣе обоснованнымъ.

Дѣленіе бѣлковъ мышцъ на указанныя три главныя группы важно еще въ биологическомъ отношеніи, такъ какъ при этомъ опредѣляются, съ одной стороны, бѣлковыя формы не организованна (альбумины), находящіяся въ растворѣ и пропитывающія живыя ткани, а съ другой — бѣлки, уже входящіе въ составъ организованной протоплазмы (глобулины и миостромину).

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

Въ настоящей главѣ мы считаемъ умѣстнымъ предпослать изложенію добытыхъ нами данныхъ относительно состоянія бѣлковъ мышць при ихъ дѣятельности свои изслѣдованія и соображенія, насчетъ достоинствъ различныхъ методовъ для опредѣленія бѣлковъ въ мышцахъ.

Чтобы получить хотя бы сколько-нибудь ясное представленіе о состояніи различныхъ бѣлковыхъ формъ мышць при ихъ дѣятельности, мы должны были обладать вполне точнымъ методомъ, дающимъ возможность знать, сколько въ данныхъ мышцахъ дѣйствительно имѣется бѣлковъ альбуминовой, глобулиновой и міостроминовой природы.

Наиболѣе отвѣчающимъ этимъ требованіямъ мы нашли на первый разъ тотъ методъ, которымъ пользовался *Н. Умиковъ* при своихъ изслѣдованіяхъ бѣлковаго запаса въ животномъ организмѣ (1. с.).

Методъ этотъ въ общихъ чертахъ слѣдующій: у убитаго животнаго сейчасъ же вымывалась вся кровь, посредствомъ промыванія чрезъ нисходящую аорту растворомъ, содержащимъ 4% тростниковаго сахара + 0,6% NaCl. Затѣмъ бралось необходимое для бѣлковаго анализа количество мышць; взятыя мышць тщательно очищались отъ жира, соединительной ткани, сосудовъ и нервовъ, сухожилій и фасцій, мелко измелчались на доскѣ ножомъ и переносились въ эрленмейеровскую колбу. Прежде всего извлеченіе производилось дистиллированной водой до тѣхъ поръ, когда вода уже не извлекала бѣлковъ; послѣ этого мышць извлекались также 10% хлористымъ аммоніемъ (NH_4Cl) до полнаго извлеченія глобулиновъ. Изъ воднаго извлеченія, подкисленнаго уксусной кислотой, альбумины

выдѣлялись кипяченіемъ при прибавленіи кристаллическаго сѣрнокислаго аммонія [$\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] почти до насыщенія. Нататырный растворъ глобулиновъ нагрѣвался не ниже 65° С, причемъ глобулины осаждались полностью и т. д.

Производя свои первые анализы мышць лягушекъ, мы часто удивлялись тому обстоятельству, что вообще получалось крайне незначительное количество глобулиновъ, напримѣръ, самое большее около 1,5% (по отношенію къ свѣжимъ мышцамъ), иногда же—только около 1%, 0,5%, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ только слѣды глобулиновъ, между тѣмъ какъ количество міостроминовъ было сравнительно громадно. Сначала мы допускали было ту мысль, что у нашихъ зимнихъ лягушекъ, истощенныхъ продолжительнымъ голоданіемъ, можетъ быть, дѣйствительно, количество глобулиновъ иногда падаетъ до ничтожныхъ цифръ. Но анализы лѣтнихъ лягушекъ давали иногда также весьма небольшія количества глобулиновъ въ мышцахъ.

Тогда мы обратились къ сравнительной провѣркѣ имѣющихся способовъ извлеченія глобулиновъ изъ мышць. Главной основой нашихъ сравнительныхъ анализовъ послужило то положеніе *Kühne, A. Данилевскаго* и *Halliburton'a*, что среднія соли извлекаютъ изъ свѣжихъ (живыхъ еще) мышць всѣ глобулины (миозинъ). На этомъ основаніи мы сдѣлали слѣдующій рядъ опытовъ.

Опытъ I.

Изъ одной и той же порціи очищенныхъ и приготовленныхъ, какъ указано выше, мышць только что убитой лягушки были взяты двѣ навѣски; одна навѣска мышць анализировалась по методу *Н. Умикова*, т. е. сначала извлеченіе производилось дистиллированной водой, потомъ 6% NH_4Cl и т. д.; другая навѣска была сразу извлекаема 6% ClNH_4 , такъ что въ нататырномъ извлеченіи мы имѣли въ растворѣ всѣ растворимыя въ соляхъ бѣлковыя формы мышць.

Изъ нашатырнаго раствора глобулины были осаждены посредством нагреванія жидкости не выше 65° С въ теченіе часа; выпавшіе глобулины отфильтровывались, промывались горячей водой до полного удаленія солей, затѣмъ — спиртомъ и, наконецъ, эфиромъ.

Осадокъ высушивался на взвѣшенной фильтръ при 105° С до постояннаго вѣса.

Подобная же обработка производилась и надъ другими бѣлковыми осадками.

Фильтратъ послѣ удаленія глобулиновъ подкислялся уксусной кислотой и нагревался почти до кипѣнія, послѣ прибавленія кристаллическаго сѣрнокислаго аммонія до 10% содержания.

Для сравненія полученныхъ величинъ для различныхъ бѣлковъ служитъ слѣдующая таблица.

Опытъ I.	Анализъ по способу Н. Умикова.	Извлеченіе сразу 6% NH ₄ Cl.
Альбумины .	1,41%	0,24%
Глобулины .	1,25	4,56
Миостроминны.	9,00	7,00
Всѣхъ бѣлк..	11,66	11,80

Опытъ II.

Изъ одной массы уже извѣстнѣмъ образомъ обработанныхъ мышць лягушки взяты 3 навѣски: одна навѣска анализирована по способу Н. Умикова, въ другой — альбумины и глобулины сразу извлекались 6% CINH₃, и затѣмъ глобулины осаждались при обыкновенной температурѣ прибавленіемъ кристаллическаго NaCl въ такомъ количествѣ, что на каждыя 100 к. с. жидкости взято 22 gm. NaCl; послѣ отфильтрованія выпавшаго осадка (при стояніи по крайней мѣрѣ въ теченіе часовъ 5) глобулиновъ, альбумины изъ фильтрата, подкисленнаго уксусной кислотой, выдѣлены кипяченіемъ. Третья навѣска мышць извлекалась сразу 6% CINH₃ и глобулины осаждались нагреваніемъ раствора не выше 65° С, а изъ фильтрата послѣ уда-

ленія глобулиновъ альбумины выдѣлены также, какъ и въ первомъ опытѣ.

Опытъ III.

Мышцы собаки, только что убитой черезъ кровопусканіе изъ коротидъ, были обработаны также, какъ и раньше, и подвергнуты анализу: одна навѣска анализирована по способу Н. Умикова, а другая извлекалась сразу 6% CINH₃ и глобулины осажжены прибавленіемъ NaCl. Числа изъ 2 и 3 опыта получены слѣдующія:

	Опытъ II.			Опытъ III.	
	Анализъ по способу Н. Умикова.	Извлеченіе сразу 6% CINH ₃ , затѣмъ глобулиновъ NaCl.	6% CINH ₃ и нагреваніе до 65° С.	По способу Н. Умикова.	Сразу 6% CINH ₃ и осажденіе NaCl.
Альбумины .	2,10%	1,42%	0,48%	3,15%	2,55%
Глобулины .	1,04	3,17	4,18	4,97	7,09
Миостроминн..	10,51	9,11	9,15	9,15	7,55
Всѣхъ бѣлк.	13,65	13,70	13,81	17,27	17,19

Опытъ IV.

Изъ одной и той же массы мышць лягушки взяты 4 навѣски: одна извлекалась сразу 6% CINH₃, другая — 8%, третья — 10% CINH₃, четвертая навѣска мышць сначала извлекалась дистиллированной водой, а потомъ 10% CINH₃. Числа для миостроминновъ получены слѣдующія:

Опытъ IV.	Извлеченіе сразу 6% CINH ₃ .	8% CINH ₃ .	10% CINH ₃ .	Сначала дистил. водой, 10% CINH ₃ .
Миостроминны .	8,27%	8,41%	8,36%	10,46%

Разсматривая всѣ вышеприведенные анализы, мы съ очевидностью убѣждаемся въ томъ главномъ фактѣ, что при извлеченіи дистиллированной водой еще живыхъ мышць нѣкоторая часть глобулиновъ (въ среднемъ 1,8%)

изменяется таким образом, что дѣлается неспособной растворяться въ 0%—10% растворе CaH_2 .

Значитъ, глобулины (миозинъ), заключенные еще въ живыхъ мышцахъ, относятся къ дистиллированной водѣ такъ же, какъ и въ томъ случаѣ, когда они выдѣлены изъ солевого раствора при насыщении послѣдняго солью и промыты большимъ количествомъ дистиллированной воды.

Послѣдній фактъ уже давно извѣстенъ; впервые онъ былъ указанъ ясно *Weyl'емъ* (I. с.), а затѣмъ *А. Данилевскій*, какъ выше нами было подробно описано, установилъ особую нерастворимую форму миозина и для объясненія ея структуры далъ весьма остроумную гипотезу (I. с.). *Hoppe Seyler* въ своемъ руководствѣ къ физиолого-патолого-химическимъ анализамъ (1895 г.), описывая систематическій анализъ бѣлковъ мышечной ткани, причѣмъ онъ предлагаетъ извлекать мышцы сначала дистиллированной водой, потомъ растворомъ NH_4Cl , послѣ этого еще 0,1% CaH_2 и, наконецъ, — 0,1% CaH_2 между прочимъ указываетъ, что нашатырь не извлекаетъ полностью глобулиновъ, и часть ихъ остается въ нерастворимомъ остаткѣ мышць послѣ извлеченія CaH_2 емъ. Поэтому, при дальнѣйшемъ извлеченіи этого нерастворимаго остатка 0,1% CaH_2 , имѣющійся въ немъ глобулинъ переходитъ въ видѣ синтонина въ соляно-кислую вытяжку. Изъ приведенныхъ выше нашихъ сравнительныхъ анализовъ совершенно очевидно, почему CaH_2 не можетъ полностью извлечь глобулины изъ мышць, подвергшихся предварительному извлеченію дистиллированной водой.

Здѣсь же мы считаемъ не лишнимъ привести также еще слѣдующее наше наблюденіе.

Если извлекать дистиллированной водой двѣ навѣски мышць, причѣмъ въ одно извлеченіе въ самомъ началѣ было прибавлено нѣсколько капель (напр. 10) хлороформа, то оказывается, что видоизмѣняющее дѣйствіе дистиллированной воды на глобулины значи-

тельно увеличивается; это можно видѣть изъ слѣдующей таблицы:

Опытъ V.	Сначала извлеченіе дистиллир. водой + хлороформъ, потомъ 8% CaH_2 .	Дистиллир. вода потомъ 8% CaH_2 .	
Глобулины . . .	0,89%	1,60%	?
Миостромины . .	12,97	11,14	
Глобулины . . .	13,86	13,74	12
+ Миостромины . .			

Такимъ образомъ отсюда очевидно, что хлороформъ дѣйствуетъ на глобулины такъ же, какъ и дистиллированная вода, т. е. переводитъ часть ихъ въ нерастворимую форму. Исходя изъ этого факта, нужно думать, что замѣченное раньше (*A. Kussmaul*)¹⁾ весьма быстрое и сильное оконеченіе мышць, подъ влияніемъ вспрыскиванія въ артеріи даже нѣсколькихъ капель хлороформа, частью зависитъ отъ указанного выше дѣйствія хлороформа на глобулины мышць.

Изъ всего приведеннаго нами явствуетъ, что способъ *Н. Умикова* не можетъ намъ дать точнаго представленія о бѣлковомъ состояніи мышць; поэтому мы принуждены были найти другой методъ для опредѣленія мышечныхъ бѣлковъ, наиболѣе удовлетворяющей указанной цѣли.

Основываясь на томъ объясненіи *А. Данилевскаго* (I. с.), что дѣйствіе дистиллированной воды на глобулины зависитъ отъ отнятія ею кальція, слабо связаннаго съ глобулинами (миозиномъ), мы рассчитывали ослабить или совершенно уничтожить это нежелательное для насъ свойство дистиллированной воды прибавленіемъ къ ней нѣкотораго количества хлористаго кальція; на основаніи этихъ соображеній мы поставили слѣдующій опытъ.

¹⁾ *A. Kussmaul*, Virchow's Archiv. Bd. 13. 1885 s. 189.

Опыт VI.

Очищенные от посторонних тканей и измельченные мышцы только-что убитой лягушки раздѣлены на 3 порціи: 1-я порція извлекалась сначала дистиллированной водой, потом 10% CaCl_2 , 2-я извлекалась 0,25% раствором CaCl_2 и затѣм 10% CaCl_2 ; наконецъ 3-я порція мышц извлекалась сразу 10% CaCl_2 . Альбумины въ извлеченіи изъ 1-ой порціи выдѣлялись, какъ обыкновенно, т. е. кипяченіемъ подкисленного извлечения при прибавленіи кристаллическаго $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$, а изъ хлоркальціева извлечения альбумины были осаждены также кипяченіемъ при прибавленіи NaCl до 10% и т. д.

Получены слѣдующія данныя:

Опыт VI.	1 Извлечение сначала дист. водой, потомъ 10% CaCl_2	2 0,25% CaCl_2 10% CaCl_2	3 Извлечение потомъ сразу 10% CaCl_2
Альбумины . . .	2,88%	4,86%	} (2,88) 8,00%
Глобулины . . .	2,28 "	2,49 "	
Миостромны . . .	13,09 "	10,93 "	} (5,12) 10,32
Всѣхъ бѣлковъ.	18,25 "	18,28 "	

Изъ этой таблицы видно, что измѣняющее дѣйствіе дистиллированной воды на глобулины, благодаря присутствію въ ней 0,25% CaCl_2 , значительно ослаблено, такъ какъ въ этомъ анализѣ (2) неизвлеченныхъ 10% CaCl_2 изъ глобулиновъ осталось въ строминной группѣ всего 0,61% (сравнительно съ анализомъ № 3), между тѣмъ какъ въ первомъ анализѣ (1) неизвлеченнаго глобулина имѣется 2,77% (13,09—10,32).

Но разсматривая числа для бѣлковъ воднаго извлечения, мы видимъ, что во 2-омъ анализѣ, т. е. въ хлоркальціевомъ извлеченіи, количество альбуминовъ почти на 2% больше, чѣмъ въ обыкновенномъ водномъ извлеченіи. Очевидно, это значительное увеличеніе альбуминовой группы бѣлковъ произошло вслѣдствіе

того, что CaCl_2 , даже въ сравнительно ничтожномъ количествѣ прибавленнй къ дистиллированной водѣ, растворяетъ нѣкоторую часть глобулиновъ.

Легко можно убѣдиться также и въ томъ, что не только физиологическій растворъ поваренной соли (0,6%), но даже и вдвое болѣе слабый растворъ NaCl (0,3%) хорошо извлекаетъ глобулины изъ измельченныхъ свѣжихъ мышцъ.

Всѣ эти факты, въ общемъ, говорятъ за то, насколько глобулины мышцъ легко подвержены измѣненіямъ подъ вліяніемъ тѣхъ или другихъ повидному слабыхъ и индифферентныхъ агентовъ, и насколько нужно быть осторожнымъ, пользуясь тѣмъ или другимъ методомъ для опредѣленія бѣлковъ въ мышцахъ, при оцѣнкѣ полученныхъ величинъ для разныхъ бѣлковыхъ группъ.

И такъ, методъ съ дистиллированной водой въ томъ видѣ, какъ имъ пользовался *Н. Умиковъ*, и даже при указанныхъ нами измѣненіяхъ его, съ цѣлью ослабить извѣстное дѣйствіе воды на глобулины, непригоденъ для нашей задачи — знать возможно точно имѣющіяся въ живыхъ мышцахъ количества альбуминовъ, глобулиновъ и миостроминновъ.

Нечего и говорить о томъ, что методы *Halliburton'a* опредѣленія бѣлковъ мышцъ по своей громадности и неточности совсѣмъ непригодны для нашей цѣли.

Что касается метода извлечения альбуминовъ и глобулиновъ разведенною HCl , въ томъ видѣ, какъ это предложилъ *А. Данилевскій* (см. ниже), то и отъ него мы должны были отказаться.

Мы пробовали извлекать мышцы лягушки даже 0,02% растворомъ соляной кислоты и всегда убѣждались въ томъ, что въ растворъ переходятъ не только альбумины и глобулины, но и бѣлки миостроминной группы, и притомъ весьма трудно опредѣлить границу, гдѣ кончается извлечение глобулиновъ и начинается раствореніе миостроминновъ.

Точно также не пригоденъ для нашихъ цѣлей ука-

занный выше методъ *Hoppe Seyler'a*, гдѣ онъ извлекаетъ мышцы сначала дистиллированной водой, затѣмъ растворомъ CINH_4 , дальше— $0,1\%$ CIN и, наконецъ,— растворомъ KaHO . Впрочемъ, и самъ *Hoppe Seyler* указываетъ на то, что этотъ методъ опредѣленія бѣлковъ мышцъ годенъ лишь для приблизительныхъ сравнительныхъ изслѣдованій.

Далѣе, другой методъ *A. Данилевскаго*¹⁾, гдѣ онъ извлекаетъ мышцы сразу растворомъ CINH_4 ($6-10\%$) и потомъ выдѣляетъ глобулины (миозинъ) нагрѣваніемъ нашатырнаго извлечения въ теченіи нѣсколькихъ часовъ отъ 60 —до 65°C , — точно также неприемлимъ для нашихъ пѣлей. Мы не разъ убѣждались въ томъ обстоятельстве, что, при нагрѣваніи нашатырнаго извлечения мышцъ до 65°C , выпадаетъ не только весь глобулинъ, но и довольно значительная часть бѣлковъ, растворимыхъ въ одной водѣ; это, между прочимъ, видно изъ 1-го и 2-го опыта.

Наконецъ, мы остановились было на одномъ систематическомъ методѣ опредѣленія бѣлковъ мышцъ, состоящемъ въ обихъ чертахъ въ томъ, что мышцы сразу извлекаются растворомъ CINH_4 ($6-8\%$), затѣмъ изъ полученнаго раствора глобулины выдѣляются прибавленіемъ кристаллическаго NaCl въ такомъ количествѣ, чтобъ на 100 к. с. жидкости приходилось 22 gm. соли; послѣ отфильтрованія глобулиновъ фильтратъ, подкисленный уксусной кислотой, нагрѣвается до кипѣнія, причемъ выпадаютъ оставшіеся въ немъ бѣлки (альбумины). Дѣйствительно, количество бѣлковъ, полученное по этому методу, для альбуминовой группы довольно близко подходитъ къ тому, какое получается изъ воднаго извлечения изъ мышцъ. Но, къ сожалѣнію, и здѣсь въ нѣкоторыхъ случаяхъ неизвѣстно отъ какихъ причинъ получаются иногда числа для альбуминовъ, т. е. бѣлковъ извлекаемыхъ водой, крайне незначительныя, напр. $0,2\%$, $0,5\%$ и пр., несоотвѣтствующія тому количеству бѣлковъ, которое

¹⁾ *A. Danilewsky. Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. VII. 1882.*

дѣйствительно извлекается дистиллированной водой изъ мышцъ.

Нужно думать, что здѣсь, въ этомъ методѣ осажденія глобулиновъ насыщеніемъ растворовъ послѣднихъ солью, а также и въ методѣ выдѣленія ихъ при нагрѣваніи до 65°C , играютъ нѣкоторую роль обстоятельства, о которыхъ мы уже выше говорили въ нашемъ историческомъ и критическомъ обзорѣ литературы о мышечныхъ бѣлкахъ, какъ то, главнымъ образомъ, количественное содержаніе бѣлковъ въ растворѣ присутствіе другихъ тѣлъ и пр.

Итакъ, мы видимъ, что, какъ всѣ прежніе способы, такъ и наши собственные попытки прямого опредѣленія глобулиновъ не могутъ быть пригодными для установки точныхъ методовъ, дающихъ возможность знать дѣйствительное количество глобулиновъ въ мышцахъ. Поэтому, всѣ препятствія и ошибки, имѣющіяся при прямомъ опредѣленіи глобулиновъ, мы рѣшились обойти слѣдующимъ образомъ.

Мы брали двѣ навѣски одинакъ и тѣхъ же мышцъ; одну навѣску извлекали только дистиллированной водой и, такимъ образомъ, съ одной стороны, опредѣляли количество бѣлковъ, извлеченныхъ водой, а съ другой—глобулины и миостроминъ вмѣстѣ, въ формѣ остатка. Изъ другой навѣски тѣхъ же мышцъ мы дѣлали извлечение растворомъ хлористаго аммонія (6% или 8%) и опредѣляли изъ него альбумины и глобулины вмѣстѣ, а миостроминъ отдѣльно, въ формѣ остатка.

Изъ полученныхъ величинъ уже не трудно путемъ вычисления опредѣлить количество глобулиновъ.

Этотъ способъ имѣетъ значительныя преимущества передъ всѣми вышеописанными: 1) онъ даетъ всегда возможность знать точныя и дѣйствительныя величины для бѣлковъ 3-хъ группъ; 2) въ самомъ методѣ уже имѣется контроль, такъ какъ при этомъ опредѣляются четыре величины для бѣлковъ въ различныхъ комбинаціяхъ ихъ другъ съ другомъ.

Относительный недостатокъ этого способа опре-

дѣленія бѣлковъ мышцъ заключается въ томъ, что при немъ приходится брать двѣ навѣски мышцъ, а это обстоятельство представляетъ часто затрудненіе въ тѣхъ случаяхъ, когда приходится имѣть дѣло съ небольшими животными, напр. съ нашими маленькими лягушками.

Сравнительные анализы, произведенные по этому методу, даютъ почти тождественные результаты: колебанія въ числахъ для бѣлковъ мышцъ имѣются между 0,05%—0,35%.

Перехожу теперь къ подробному описанію этого метода опредѣленія бѣлковъ мышцъ, которыми мы пользовались при своихъ опытахъ на лягушкахъ и кроликахъ.

Животныя всегда убивались кровопусканіемъ: у кроликовъ перерѣзывались каротиды, а у лягушекъ—сосуды, идущіе въ заднія конечности. Когда кровь переставала вытекать, даже и при подыманіи животнаго за ноги кверху, мы брали необходимыя для насъ мышцы, которыя представлялись на глазъ совершенно безкровными. У лягушекъ даже и водная извлеченія изъ измельченныхъ мышцъ совершенно лишены кровяной окраски,—точно также и въ водномъ извлеченіи изъ мышцъ кроликовъ имѣются только слѣды окраски кровью. Въ виду всего этого намъ кажется, что бесполезно вымывать кровь изъ мышцъ, пропуская черезъ сосуды тотъ или другой растворъ, наприм. физиологическій растворъ соли, если только животныя убиты посредствомъ тщательнаго кровопусканія, и водная извлеченія показываютъ еле замѣтные слѣды кровяной окраски. Подобныя же данныя, какъ мы уже видѣли, имѣются и у *Деланга* (l. c.).

Мы должны были для нашихъ цѣлей получить совершенно нормальныя мышцы, не подвергшіяся никакому постороннему влиянію, поэтому мы рѣшились устранить всякую промывку мышцъ для удаленія крови, тѣмъ болѣе, что въ этомъ, собственно говоря, даже и не представлялось надобности. Многіе авторы обыкновенно промываютъ мышцы черезъ сосуды, напри-

мѣръ, физиологическимъ растворомъ соли, предполагая, что этимъ они вымываютъ только кровь изъ мышцъ, между тѣмъ какъ весьма вѣроятно, что при подобной промывкѣ мышца теряетъ часть своихъ плотныхъ веществъ, легко диффундирующихъ, и, кромѣ того, ея бѣлки, особенно глобулины, измѣняются такъ или иначе подъ влияніемъ большихъ количествъ промывныхъ жидкостей. Нечего говорить о томъ, что промываніе измельченныхъ мышцъ (см. у *Мороховца*, стр. 268) дистиллированной водой или же физиологическимъ растворомъ соли не представляетъ никакихъ выгодъ, а, наоборотъ, можетъ даже значительно измѣнить бѣлковый составъ мышцъ.

Итакъ, мы получаемъ безкровныя мышцы, переносимъ ихъ на гладкую и твердую гуттаперчевую доску, рубимъ ножомъ и тщательно очищаемъ отъ постороннихъ тканей, сухожилий, фасцій и вообще соединительной ткани, сосудовъ и видимыхъ стволіковъ нервовъ и пр.; измельченіе производится возможно тщательно, такъ что мышцы превращаются въ мелкую кашку. Изъ полученной массы мы беремъ 3 навѣски, одну—для опредѣленія плотныхъ веществъ, а двѣ другія—для опредѣленія бѣлковъ; для послѣднихъ навѣсокъ, на каждую въ отдѣльности вполне достаточно взять три, два грамма и даже меньше мышечной ткани.

Навѣска для опредѣленія плотныхъ веществъ, какъ обыкновенно, помѣщается въ фарфоровый тигель, взвѣшивается въ высушивается въ воздушной банѣ при 105° С до постояннаго вѣса.

Одна изъ навѣсокъ для опредѣленія бѣлковъ взвѣшивается также въ фарфоровомъ тиглѣ, или же между двумя часовыми стеклышками, затѣмъ тщательно переносится въ эрленмейеровскую колбу, гдѣ и извлекается дистиллированной водой до тѣхъ поръ, пока вода уже не извлекаетъ бѣлковъ; когда налита первая порція воды на мышцы, находящіяся въ колбѣ, то нужно ихъ тщательно и почаще перемѣшивать стеклянной палочкой, на одинъ конецъ которой на-

дѣла небольшая гуттаперчевая трубочка. Первое извлеченіе мы всегда производимъ подолыпе (часовъ 5—10), чтобъ сразу извлечь почти все, что извлекается, такъ что обыкновенно достаточно уже бываетъ трехъ извлеченій, и въ третьемъ—бѣлковъ уже почти не имѣется.

Когда первое извлеченіе уже достаточно постояло, при частомъ перемѣшиваніи стеклянной палочкой, и затѣмъ было оставлено отстояться, то образовавшійся сверху извлекаемой массы мышць почти прозрачный растворъ сливается декантацией прямо уже на высушенную до постоянного вѣса и взвѣшенную фильтру и фильтруется въ колбу; на оставшіяся извлекаемая мышцы опять наливается новая порція дистиллированной воды и т. д.

Въ это время воронка съ находящейся въ ней фильтрой затыкается плотно пробкой, и въ фильтру наливается дистиллированная вода, такъ какъ при декантации всегда сливаются на фильтру плотныя частицы измельченныхъ мышць. Наконецъ, изъ колбы сливается на фильтру и послѣднее извлеченіе; колба тщательно вымывается отъ приставшихъ къ ней мельчайшихъ частичекъ извлекаемыхъ мышць, и всѣ эти промывныя воды также фильтруются черезъ прежнюю фильтру. Такимъ образомъ, на фильтръ у насъ имѣется промытый водою остатокъ мышць, состоящій изъ глобулиновъ и міостроминовъ, а въ фильтратѣ находятся бѣлки мышць, извлеченные дистиллированной водой. Такъ какъ часто первое водное извлеченіе приходится оставлять на ночь, то, во избѣжаніе гніенія, особенно лѣтомъ, слѣдуетъ переносить колбы въ прохладное мѣсто; прибавлять хлороформу, хотя бы нѣсколько капель, нельзя вслѣдствіе вышеуказанной причины. Проба на присутствіе бѣлковъ при концѣ извлеченія производится такимъ образомъ, что въ пробирку фильтруется небольшое количество извлеченія (черезъ прежнюю, конечно, фильтру), жидкость подкисляется уксусной кислотой, прибавляется къ ней почти до насыщения кристаллической $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$, и трубочка нагревается до кипѣнія; если бѣлки есть, то появляется

мутъ или осадокъ, который, конечно, присоединяется потомъ къ главному осадку бѣлковъ.

Намъ часто приходилось наблюдать, что если водный фильтратъ изъ мышць простоятъ ночь въ довольно теплой комнатѣ, то онъ обыкновенно мутится, а иногда появляются даже мелкіе хлопья какого-то бѣлка, вѣроятно калиальбумина, который, по Kühne (l. c.), какъ разъ способенъ выпадать изъ воднаго извлеченія при указанныхъ условіяхъ. Нужно замѣтить, что въ жидкости при выпаденіи этого бѣлка явленія гніенія не замѣчаются.

Само собой разумѣется, что, вмѣстѣ съ глобулинами и міостроминами, въ остаткѣ мышць, послѣ извлеченія ихъ дистиллированной водой, неизбѣжно остается также нѣкоторое количество постороннихъ тканей, какъ-то: соединительная ткань, сосуды и нервы и пр. (жиръ потомъ удаляется эфиромъ), но примѣсь эта незначительна и, при сравнительныхъ опредѣленіяхъ и совершенно одинаково проведенныхъ манипуляціяхъ, не можетъ вліять сколько-нибудь замѣтно на результатъ анализова.

Остатокъ мышць, находящійся на фильтрѣ, промывается большимъ количествомъ горячей дистиллированной воды до тѣхъ поръ, пока послѣдняя будетъ что-либо вообще излекать. Затѣмъ воронка съ фильтрой помѣщается въ плантамуровскую воронку, которая сверху покрывается стеклянной пластинкой и нагревается до кипѣнія помѣщающейся въ ней воды; предварительно на фильтру съ осадкомъ наливается алкоголь (95%_{v/v}). Когда вода въ плантамуровской воронкѣ закипаетъ, пробка, запирающая отверстие воронки съ фильтрой, отнимается, и спиртъ, такимъ образомъ, стекаетъ въ подставленный стаканчикъ; затѣмъ воронка съ фильтрой снова наполняется спиртомъ и т. д., пока спиртъ ничего уже не будетъ излекать изъ мышць (обыкновенно достаточно бываетъ двухъ промываній для легчайшихъ мышць).

Послѣ промыванія осадка спиртомъ, горѣлка удаляется отъ плантамуровской воронки, и черезъ нѣко-

торое время, когда послѣдняя нѣсколько остынетъ, производится промываніе бѣлковаго осадка на фильтрѣ эфиромъ для удаленія, главнымъ образомъ, жира, лецитина и холестерина. Послѣ такой обработки фильтра съ осадкомъ сушится въ воздушной банѣ при 105° С до постоянного вѣса и взвѣшивается въ герметически закрытомъ стеклянномъ цилиндрикѣ.

Вышеупомянутый фильтратъ, гдѣ находятся бѣлки мышць, извлеченные дистиллированной водой, подкисляется уксусной кислотой и нагревается почти до кипѣнія на водяной банѣ; при этомъ вначалѣ къ фильтрату прибавляется нѣкоторое количество кристаллическаго сѣрнокислаго аммонія (до 10%). Нагрѣваніе продолжается не меньше часа, причемъ всѣ бѣлки свертываются и выпадаютъ въ видѣ мелкихъ хлопьевъ. При такихъ условіяхъ осаждаются, конечно, только ангидридные бѣлки, тогда какъ пептоны и близкія къ нимъ пропептоновые тѣла могутъ оставаться въ жидкости. Выпавшіе бѣлки собираются на взвѣшенную фильтру, промываются осторожно горячей водой до полного удаленія соли, потомъ—спиртомъ и эфиромъ и т. д.

Другая навѣска изслѣдуемыхъ мышць извлекается растворомъ хлористаго аммонія (6% или 8%) совершенно такъ же, какъ это было указано и для воднаго извлеченія; вполнѣ достаточно бываетъ трехъ извлеченій. Такимъ образомъ, въ нашатырномъ растворѣ будутъ находиться всѣ бѣлки мышць, кромѣ міостромина. Для осажденія этихъ бѣлковъ фильтратъ подкисляется уксусной кислотой и, послѣ прибавленія кристаллическаго сѣрнокислаго аммонія (отъ 5%—10%), нагревается почти до кипѣнія, въ теченіе не меньше часа, на водяной банѣ. Всѣ бѣлки выпадаютъ; обработка полученнаго осадка производится по прежнему.

Остатокъ мышць, послѣ извлеченія послѣднихъ растворомъ нашатыря, состоящій изъ міостроминовъ, промывается горячей водой, спиртомъ и эфиромъ, какъ указано выше для другихъ осадковъ.

Нужно замѣтить, что если извлекаемая навѣска мышць вѣситъ въ среднемъ 2 грамма, то для всѣхъ

трехъ извлеченій обыкновенно бываетъ достаточно взять 700—800 куб. сент. извлекающей жидкости, т. е. дистиллированной воды или раствора хлористаго аммонія.

Нечего и говорить о томъ, что всѣ манипуляціи при веденіи анализа должны производиться крайне тщательно, особенно это нужно замѣтить относительно вымыванія колбъ, послѣ удаленія изъ нихъ извлекаемыхъ массъ мышць, такъ какъ къ стѣнкамъ посуды всегда пристають въ большомъ количествѣ мельчайшія частицы вещества; точно также и промываніе осадковъ на фильтрѣ необходимо производить осторожно, чтобъ не вымыть съ фильтры имѣющихся на ней крайне мелкихъ и легкихъ частицъ бѣлковаго осадка.

Мы по возможности подробно описали веденіе бѣлковаго анализа мышць, но нужно вообще сказать, что полученіе весьма точныхъ результатовъ много зависитъ отъ личнаго долговременнаго навыка, тщательности и осторожности изслѣдователя.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ.

Приступая къ изложенію своихъ собственныхъ изслѣдованій состоянія бѣлковыхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ, мы считаемъ необходимымъ сдѣлать нѣкоторыя общія замѣчанія относительно постановки нашихъ опытовъ и тѣхъ задачъ которыя мы при этомъ преслѣдовали.

Прежде всего нужно сказать относительно формы мышечной дѣятельности въ нашихъ опытахъ. Само собой разумѣется, что лучше всего было бы воспользоваться нормальной мышечной дѣятельностью того или другого животнаго, не прибѣгая къ искусственнымъ раздражителямъ спинного мозга или нервовъ или самихъ мышцъ, напримѣръ, черезъ раздраженіе индуктивнымъ токомъ, или посредствомъ отравленія животнаго стрихниномъ. Но подобная, такъ сказать, естественная постановка опытовъ представила бы большія практическія затрудненія, такъ какъ пришлось бы насильно заставить животное производить сокращенія мышцъ и вообще исполнять ту или другую работу, что въ большинствѣ случаевъ съ трудомъ выполнимо, а главное, при такихъ условіяхъ мы ничего положительнаго не могли бы сказать относительно силы раздраженія, силы сокращенія и количества произведенной работы.

По нашему мнѣнію, преодолѣть всѣ трудности и препятствія для точной постановки, такъ сказать, естественныхъ опытовъ имѣетъ смыслъ только въ такомъ случаѣ, когда простые, поставленные при опредѣленныхъ, хотя бы искусственныхъ условіяхъ, опыты дадутъ результаты, вполнѣ заслуживающіе дальнѣйшей ихъ разработку.

Вслѣдствіе этого мы рѣшили прежде всего выяс-

нить вопросъ, чтъ дѣлается съ бѣлками мышцъ, работающихъ при совершенно опредѣленныхъ искусственныхъ условіяхъ.

Форму мышечной дѣятельности въ своихъ опытахъ мы избрали тетаническую, такъ какъ эта форма представляется во всѣхъ отношеніяхъ наиболѣе удобной для опытовъ, притомъ въ составъ вызываемаго нами тетануса мышцы входятъ два главныхъ явленія: собственно сокращеніе и производство нѣкоторой работы.

Тетанусъ мышцъ мы большею частью вызывали посредствомъ раздраженія или нерва, или прямо мышцъ индуктивнымъ токомъ (сапнаго аппарата Du Bois Raymond'a съ элементомъ *Greue*), въ нѣкоторыхъ же случаяхъ тетанусъ вызывался отравленіемъ животнаго стрихниномъ.

Такимъ образомъ раздражитель въ нашихъ опытахъ былъ прилагаемъ или къ нерву, или прямо къ самимъ мышцамъ, или же къ спинному мозгу (стрихнинъ); послѣдній способъ раздраженія уже гораздо ближе подходитъ къ естественному, чѣмъ первые два способа, а потому и результаты, добытые при примѣненіи этого способа раздраженія, должны имѣть большее значеніе при сужденіи о состояніи бѣлковъ при нормальной мышечной работѣ.

Относительно употребляемой нами силы тока въ томъ или другомъ опытѣ, нужно замѣтить вообще, что мы всегда старались избирать токъ такой силы, при которомъ получался бы тетанусъ мышцъ средней величины; во всякомъ случаѣ, по возможности, всегда мы старались пользоваться наиболѣе слабыми токами, чтобы получить сокращенія мышцъ, наиболѣе подходящія къ нормальнымъ, и въ теченіе продолжительнаго времени.

Электроды были употреблены нами обыкновенные, изъ мѣдныхъ проволокъ. Въ опытахъ на лягушкахъ обыкновенно со стороны спины обнажался plexus ischiadicus, къ которому, по мѣрѣ надобности, и прикладывались электроды индукціоннаго аппарата.

Насчеть способа раздражения здѣсь мы можемъ сказать только то, что во всѣхъ нашихъ опытахъ за періодомъ раздраженія слѣдовалъ періодъ покоя: замыканіе тока обыкновенно длилось не больше 5 секундъ, такой же приблизительно продолжительности времени было и размыканіе тока. Въ теченіе всего опыта съ раздраженіемъ мышцъ, дѣлались всегда и болѣе длинные періоды покоя, напримѣръ, въ теченіе 5 минутъ; въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ почему бы то ни было, при извѣстной силѣ тока, сокращеніе мышцъ становилось слабѣе, катушки аппарата сдвинулись ближе одна къ другой для полученія прежней силы сокращеній, или же давался болѣе продолжительный покой мышцамъ, послѣ чего обыкновенно, при той же силѣ тока, получались сокращенія прежней величины.

Высыханіе нервовъ устрояли смачиваніемъ послѣднихъ физиологическимъ растворомъ соли.

Изъ всего сказаннаго относительно способа раздраженія мышцъ и полученія тетануса видно, что форма раздраженія въ нашихъ опытахъ довольно грубая; намъ слѣдовало бы ввести въ цѣль гальванометръ, чтобы знать всегда опредѣленно силу тока; далѣе намъ слѣдовало бы строжайше слѣдить за состояніемъ раздражаемыхъ нервовъ, которые въ нѣкоторыхъ случаяхъ, при извѣстномъ положеніи электродовъ, неизвѣстно почему плохо реагируютъ на раздраженіе токомъ опредѣленной силы, а при другомъ положеніи электродовъ то же самое раздраженіе нерва даетъ хорошій тетанусъ мышцъ. Это послѣднее обстоятельство особенно рѣзко выступаетъ на видъ при раздраженіи нервовъ теплокровныхъ животныхъ (кроликовъ и собакъ), такъ что нужно быть крайне осторожнымъ въ обращеніи съ этими нервами, для чего, очевидно, потребовалось бы довольно хлопотъ; устройство неполяризующихся электродовъ, устраненіе, насколько возможно, механическихъ инсультовъ и совершенно нормальная среда въ смыслѣ температуры и влажности. Наконецъ, послѣднее требованіе для

точной постановки опытовъ съ работой мышцъ это—измѣреніе произведенной мышцами работы въ точныхъ единицахъ.

Всѣ эти указаннныя требованія для идеальной постановки опытовъ намъ, конечно, необходимо было бы выполнить, еслибы мы въ своихъ изслѣдованіяхъ претендовали на точное выясненіе соотношеній измѣненій бѣлковаго состава мышцъ къ количеству и характеру произведенной работы и пр.

Но, повторяемъ, наша ближайшая цѣль была прежде всего установить общій и основной фактъ,—измѣняется ли бѣлковый составъ мышцъ подъ влияніемъ тетанической работы, и уловить также въ общихъ чертахъ отношеніе этихъ измѣненій бѣлковъ мышцъ къ тѣмъ или другимъ условіямъ работы; этимъ цѣлямъ наша постановка опытовъ по отношенію къ способу раздраженія мышцъ, насколько намъ кажется, вполне удовлетворяетъ. Если мы, напримѣръ, имѣемъ цѣлый рядъ аналогичныхъ опытовъ съ той только разницей, что въ одномъ опытѣ раздраженіе продолжалось, положимъ, $\frac{1}{2}$ часа, въ другомъ—1 часъ и т. д., причемъ сила тока и получаемыхъ при раздраженіи сокращеній мышцъ приблизительно была одинакова, и если мы получили при этомъ нѣкоторую количественную или качественную разницу въ результатахъ обихъ опытовъ, то мы естественно склонны приписать эту разницу не чему иному, какъ только влиянію продолжительности, а слѣдовательно и—количества произведенной мышцами работы.

Будущимъ изслѣдованіямъ предстоитъ не легкая задача—выяснить точно соотношеніе между количественными и качественными измѣненіями въ бѣлковомъ составѣ работающихъ мышцъ и всѣми вышеуказанными условіями раздраженія и количествомъ произведенной работы.

Далѣе, опыты свои мы производили, какъ при отсутствіи кровообращенія, такъ и при сохраненномъ кровообращеніи въ работающихъ и покойныхъ мышцахъ.

Въ первомъ случаѣ, обыкновенно, у лягушекъ перерывались кровеносные сосуды, идущіе въ заднія конечности и, такимъ образомъ, выпускалась изъ послѣднихъ, по возможности, вся кровь, для чего ножки нѣкоторое время держались приподнятыми вверхъ. Въ тѣхъ же случаяхъ, когда опыты производились при сохраненіи кровообращенія у животнаго, то приходилось только открыть необходимые для раздраженія нервы, причемъ одинъ изъ нихъ, соответствующій рабочей стороной, оставался in statu quo, а другой нервъ обыкновенно перерывался, чѣмъ и достигался полный покой мышць, иннервируемыхъ даннымъ нервомъ.

Сама по себѣ перерѣзка нерва, въ теченіе какихъ нибудь 2-хъ часовъ, какъ показали спеціальныя изслѣдованія, не можетъ сколько нибудь замѣтно измѣнить бѣлковаго состава мышць, сравнительно съ таковымъ же нормальной стороны. У лягушекъ, напримеръ, даже черезъ 24 часа послѣ перерѣзки одного plexus'a ischiad., бѣлковый составъ соответствующей ноги не показалъ замѣтнаго различія съ бѣлковымъ составомъ другой ноги, у которой plexus ischiad. оставался нетронутымъ.

Въ опытахъ съ сохраненнымъ кровообращеніемъ въ мышцахъ раздраженіе индуктивнымъ токомъ нервовъ работающихъ мышць, какъ у лягушекъ, такъ и у кроликовъ, могло быть производимо въ теченіе неопредѣленно долгаго времени, причемъ не замѣчалось особенно рѣзкаго паденія раздражительности нервовъ и мышць, если только въ продолженіе опыта послѣднимъ давался нѣсколько разъ отдыхъ.

При такихъ условіяхъ мышць, какъ упитанныхъ животныхъ, такъ и голодавшихъ, въ теченіе продолжительнаго времени (наприм. до 6 мѣсяцевъ—лягушки), повидимому, въ совершенно одинаковой степени въ состояніи производить сильныя тетаническія сокращенія неопредѣленно долгое время, и даже по истеченіи 2¹/₂ часовъ раздраженія мы не могли вызвать въ работающихъ мышцахъ сколько-нибудь рѣзкаго утомленія.

Совершенно иное мы видимъ при раздраженіи нервовъ мышць, лишенныхъ кровообращенія; даже при употребленіи наиболѣе слабыхъ токовъ, способныхъ вызывать сколько нибудь сильныя сокращенія мышць, опыты рѣдко могутъ быть продолжаемы болѣе одного часа; сильныя тетаническія сокращенія, при раздраженіи токомъ черезъ нервъ, въ всякихъ мышцахъ при отсутствіи кровообращенія можно получить, вообще говоря, не больше, какъ въ теченіе 15 минутъ, затѣмъ сокращенія начинаютъ быстро ослабѣвать, такъ что къ концу часа сокращенія уже становятся крайне слабыми, причемъ сила тока можетъ быть измѣняема, какъ угодно, мышць уже не будутъ давать первоначальныхъ сильныхъ сокращеній. Причины подобнаго, крайне быстрого паденія раздражительности мышць, работающихъ при отсутствіи кровообращенія, по нашему мнѣнію, нужно искать, какъ въ раздражаемыхъ нервахъ, такъ и въ самихъ мышцахъ: послѣднее обстоятельство очевидно уже изъ того, что въ тѣхъ случаяхъ, когда при раздраженіи нерва получаютъ очень слабыя сокращенія мышць, то, при перенесеніи раздраженія прямо на мышць, мы все равно не получаемъ сколько-нибудь рѣзкаго измѣненія въ сокращеніи раздражаемыхъ мышць.

Впослѣдствіи, мы приведемъ и нѣкоторыя, такъ сказать, осязательныя фактическія данныя, до извѣстной степени выясняющія указанное быстрое и рѣзкое паденіе раздражительности самихъ мышць.

Бѣлковый составъ тетанизованныхъ мышць мы сравнивали съ таковымъ же покойныхъ мышць. Основаніемъ для подобнаго сравненія послужило то положеніе, что бѣлковый составъ одноименныхъ мышць обѣихъ сторонъ тѣла нормальныхъ животныхъ одинаковъ; это послѣднее обстоятельство вытекаетъ какъ изъ опытовъ *Н. Седлховскаго* ¹⁾, такъ и изъ нашихъ

¹⁾ *Н. Седлховскій*. Физиолог. сборникъ *А. и В. Данилевскихъ*. т. I. 1888 г. стр. 351.

собственных анализов; напр., мышцы правой и левой задней конечности лягушки показали слѣдующій бѣлковый составъ:

Таблица № 1.

	Правая конеч- ность.	Лѣвая.	Diff.	Пра- вая.	Лѣвая.	Diff.
Альбуины	1,70%	1,77%	0,07%	1,69	1,58	0,11
Глобулины	2,95	3,00	0,05	1,30	1,08	0,22
Миостромны	10,16	10,20	0,04	12,42	12,51	0,09
Всѣхъ бѣлковъ	14,81	14,97	0,16	15,41	15,17	0,24

Само собой разумѣется, что имѣющіяся количества бѣлковъ въ мышцахъ правой и лѣвой конечности можно считать одинаковыми, такъ какъ найденныя разницы находятся вполне въ границахъ аналитическихъ ошибокъ. А если и дѣйствительно имѣется какое либо различіе въ бѣлковомъ составѣ мышцъ для правой и лѣвой конечности лягушки, то оно настолько не значительно, что имъ можно пренебречь.

Опыты наши, главнымъ образомъ, были произведены на лягушкахъ (*Rana temporaria*), частью на кроликахъ, и одинъ опытъ на собакахъ. Лягушки брались для опытовъ: а) осеннія, т. е. упитанныя, б) зимнія, т. е. истощенныя и, наконецъ, в) весеннія (въ маѣ и июнѣ).

Что касается техники производства опытовъ, то она весьма проста на лягушкахъ и въ общихъ чертахъ заключается въ слѣдующемъ. Лягушка за ножки прикалывается булавками къ пробковой пластинкѣ брюшкомъ книзу; затѣмъ около и вдоль копчиковой кости дѣлается кожный разрѣзъ, послѣ чего осторожно вырѣзывается сама копчиковая кость почти до позвоночника, и тогда совершенно ясно открываются для глазъ, какъ сосуды, идущія въ заднія конечности, такъ и оба *plexus'a ischiadici* и пр.; въ нѣкото-

рыхъ случаяхъ мы не вырѣзывали копчиковой кости, а прямо сбоку ея проникали черезъ слой мышцъ и легко достигали нервовъ. При опытѣ *plexus'а* или оставлялись *in situ* и такимъ образомъ раздражались электродами, или же нѣсколько приподымались и изолировались отъ подлежащихъ частей небольшими кусочками тонкой клеенки.

Что касается деталей тѣхъ или другихъ опытовъ на лягушкахъ и способовъ производства опытовъ на кроликахъ, то объ этомъ будетъ сказано при изложеніи самихъ опытовъ.

Первый рядъ опытовъ—всего 13—былъ произведенъ нами, такъ сказать, въ общей формѣ, съ цѣлью установить основной фактъ, измѣняется ли вообще бѣлковый составъ мышцъ при ихъ тетанусѣ.

Въ виду этого, мы не производили детального опредѣленія различныхъ бѣлковыхъ формъ въ мышцахъ, а въ 5 опытахъ ограничились только опредѣленіемъ, съ одной стороны, бѣлковъ растворимыхъ въ дистиллированной водѣ, съ другой стороны опредѣленіемъ нерастворимыхъ бѣлковъ—глобулиновъ и миостромновъ—вмѣстѣ; въ остальныхъ 8-ми опытахъ при извлеченіи мышцъ 6% CaCl_2 мы опредѣляли вмѣстѣ альбуины (т. е. растворимые въ дистиллированной водѣ бѣлки) и глобулины, а миостромны—отдѣльно.

Такой постановкой анализовъ въ указанныхъ 13 опытахъ мы, кромѣ того, что хотѣли выяснитъ вообще состояніе бѣлковъ въ тетанизованныхъ мышцахъ, желали еще получить въ общихъ чертахъ представленіе о томъ, гдѣ собственно, въ какой группѣ бѣлковыхъ формъ должно искать тѣ или другія измѣненія подвляніемъ тетанической работы.

Всѣ эти опыты, кромѣ 2-хъ, произведены при отсутствіи кровообращенія въ мышцахъ.

Опытъ 1.

25 апрѣля 1894 г. Взяты двѣ лягушки, голодавшія съ осени. Сосуды, идущія въ заднія конечности,

перерезаны, и кровь из них, по возможности, выпущена. После этого правая ножка лягушки были отрезаны от туловища и во все время опыта сохранялись под стеклянной воронкой во влажном пространстве. Plexus ischiadicus левых ножек лягушек раздражались индуктивным током в течение 20-ти минут съ перерывами.

Опыт 2.

30 апреля. Для опыта взяты две лягушки того же сорта, что и в первом опыте. Раздражались только левые plexus ischiadicus; правая же ножка отрезана прочь от туловища и сохранялись до анализа под стеклянной воронкой. Раздражение съ перерывами продолжалось около 1/2 часа.

Вотъ результаты этихъ двухъ опытовъ.

Таблица № 2.

	Опыт 1.			Опыт 2.		
	2 лягушки. Кровообращеніе въ мышцахъ не было. Раздраженіе производилось въ теченіе 20 минутъ.					
	Покойн.	Тетанизи- рован.	Diff.	Покойн.	Тетанизи- рован.	Diff.
Навески мышць для бѣлк. анал.	2,6462 grm.	2,6654 grm.	—	2,2514 grm.	2,2286 grm.	—
Альбумины	1,37%	1,23%	-0,14%	1,11%	1,01%	-0,10%
Глобулины и миостромны	9,07	9,16	+0,09	10,14	9,43	-0,71
Вѣсь бѣлки	10,44	10,39	-0,05	11,25	10,44	-0,81
Навески для опредѣл.плотн. вѣщ.	1,2234 grm.	1,0422 grm.	—	0,8720 grm.	0,8560 grm.	—
Плотн. вещества	16,47%	15,04	-0,83	17,85	17,22	-0,73
Небѣлков. вѣщ.	6,03%	5,25	-0,78	6,70	6,78	+0,08

Опыт 3.

7 мая. Взята одна лягушка, голодавшая съ осени. Опытъ производился, какъ и раньше, безъ кровообращенія въ заднихъ конечностяхъ. Обѣ ноги оставались при туловищѣ. Раздражалась токомъ лѣвая нога черезъ plexus ischiad., а правая нога оставалась покойной, такъ какъ правый plexus ischiad. былъ предварительно перерезанъ. Раздраженіе продолжалось въ теченіе 40 минутъ съ перерывами.

Опыт 4.

13 мая. Для опыта взята одна лягушка изъ той же порціи лягушекъ, что и въ третьемъ опытѣ; раздражалась токомъ черезъ plexus ischiad. правая нога, лѣвая же была отрезана прочь. Опытъ былъ безъ кровообращенія и продолжался 1 1/2 часа. Нужно замѣтить, что лягушки, взятыя нами для настоящаго (4-го) и 3-го опытовъ были другого сорта, чѣмъ лягушки въ первыхъ двухъ опытахъ и значительно больше послѣднихъ.

Результаты изъ 3-го и 4-го опытовъ получены слѣдующіе:

Таблица № 3.

	Опыт 3-й.			Опыт 4-й.		
	Безъ кровообращенія. Раздраженіе 40 минутъ.					
	Покойныя	Тетанизи- рован.	Diff.	Покойныя	Тетанизи- рован.	Diff.
Навески мышць для бѣлк. анал.	1,9560 grm.	1,9888 grm.	—	1,6156 grm.	1,9208 grm.	—
Альбумины	1,43%	1,84%	+0,09%	1,39%	1,10%	-0,29%
Глобулины и Миостромны	11,27	11,00	-0,27	10,38	9,09	-1,29
Вѣсь бѣлки	12,70	12,34	-0,36	11,77	10,19	-1,58
Навески мышць для опред. плотн. вѣщ.	0,7622 grm.	0,8248 grm.	—	0,5734 grm.	0,5244 grm.	—
Плот. вѣщ.	19,10	18,25	-0,85	17,75	15,25	-2,50
Небѣлков. вѣщ.	6,40	5,91	-0,49	5,98	5,06	-0,92

Опыт 5.

4 ноября 1894 года. Для опыта взята одна лягушка, голодавшая съ осени. Сосуды, идущие в задняя конечности, перерезаны и кровь из последних выпущена по возможности вся; правый plexus ischiadicus перерезан, а левый—оставленный in situ, раздражался индуктивным током в течение часа. Обѣ ноги оставались при туловищѣ. Альбумины и глобулины, извлеченные изъ мышцъ 6% CIN₄, опредѣлялись вмѣстѣ, а миостроины отдѣльно.

Опыт 6.

9 ноября. Взята одна лягушка такая же, какъ и въ 5-мъ опытѣ. Опытъ былъ безъ кровообращения въ заднихъ конечностяхъ; правый plexus ischiad. перерезанъ, а левый—раздражался токомъ около часа. Тетаническія сокращения мышщъ уже въ концѣ первыхъ 15 минутъ опыта сильно ослабли.

Примѣчаніе. Данная лягушка черезъ каждые два дня насильственно кормилась небольшими кусочками мяса въ продолженіе почти мѣсяца. Вотъ результаты этихъ двухъ опытовъ.

Таблица № 4.

Опытъ 5-й.				Опытъ 6-й.			
Безъ кровообращенія; раздраженіе 60 минутъ.				Безъ кровообращенія; раздраженіе 60 мин.			
	Покойныя	Тетанизи- рованы.	Diff.	Покойныя	Тетанизи- рованы.	Diff.	
Навѣски мышщъ для бѣлк. анал.	2,0048 grm.	1,9631 grm.	—	1,9650 grm.	1,7861 grm.	—	
Альбумины и глобулины	4,78%	2,88%	-1,85%	4,30%	2,91%	-1,39%	
Миостроины	10,21	10,16	-0,05	8,54	9,54	+1,00	
Вѣс бѣлки	14,94	13,04	-1,90	12,84	12,45	-0,39	
Навѣски мышщъ для опр. плот. вещ.	0,9092 grm.	0,9118 grm.	—	0,6400 grm.	0,6141 grm.	—	
Плот. вещ.	21,09	20,70	-0,38	18,41	18,17	-0,24	
Небѣлков. вещ.	6,14	7,66	+1,52	5,57	5,72	+0,15	

Опыт 7.

23 ноября. Взята одна лягушка. Опытъ, какъ и въ прежнихъ случаяхъ, произведенъ безъ кровообращенія въ заднихъ конечностяхъ; правый plexus ischiad. перерезанъ, а левый раздражался токомъ въ теченіе 45 минутъ съ перерывами. Раздражительность нерва и сила сокращеній мышщъ весьма быстро и довольно значительно понизилась.

Примѣчаніе. Лягушка около 2 мѣсяцевъ кормилась мясомъ.

Опыт 8.

6 декабря. Опытъ произведенъ на одной лягушкѣ (кормленной съ 26 сентября мясомъ) безъ кровообращенія; левый plexus ischiad. перерезанъ, а правый—раздражался токомъ въ теченіе 40 минутъ. Раздражительность нерва вскорѣ отъ начала опыта замѣтно понизилась.

Вотъ результаты этихъ опытовъ.

Таблица № 5.

Опытъ 7-й.				Опытъ 8-й.			
Безъ кровообращенія. Раздраженіе 45 минутъ.				Безъ кровообращенія. Раздраженіе 40 мин.			
	Покойныя	Тетанизи- рованы.	Diff.	Покойныя	Тетанизи- рованы.	Diff.	
Навѣски мышщъ для бѣлк. анал.	1,5280 grm.	1,6147 grm.	—	1,9245 grm.	1,9024 grm.	—	
Альбумины и глобулины	5,86%	4,41%	-1,45%	5,76%	4,28%	-1,48%	
Миостроины	9,67	9,72	+0,05	8,39	9,82	+1,43	
Вѣс бѣлки	15,53	14,13	-1,40	14,15	14,10	-0,05	
Навѣски мышщъ для опр. плот. вещ.	0,5190 grm.	0,4768 grm.	—	0,4420 grm.	0,4275 grm.	—	
Плот. вещ.	19,94	18,83	-1,11	19,84	18,90	-0,94	
Небѣлков. вещ.	4,41	4,70	+0,29	5,69	4,80	-0,89	

Опыт 9-й.

17 декабря. Опыт был произведен без кровообращения на одной лягушкѣ, голодавшей съ осени. Правый plexus ischiadicus перерѣзанъ, а лѣвый раздражался индуктивнымъ токомъ въ теченіе 40 минутъ. Все остальное было произведено по прежнему.

Опыт 10-й.

23 декабря. Взята одна лягушка, насильственно кормленная съ 2-го октября черезъ день хлѣбомъ, причѣмъ вѣсъ ея все-таки падалъ: съ 43 grm. — до 40 grm. (12 ноября) — 38 grm. (5 декабря). Раздражался токомъ plexus ischiad. лѣвой ноги въ теченіе 1/2 часа съ перерывами; болѣе или менѣе сильный tetanus всей ноги происходилъ только въ продолженіе первыхъ 15-ти минутъ опыта, затѣмъ сокращенія мышцъ весьма быстро и сильно стали ослабѣвать. Опытъ происходилъ безъ кровообращенія въ заднихъ конечностяхъ лягушки.

Результаты этихъ двухъ опытовъ слѣдующіе:

Таблица № 6.

	Опытъ 9-й.			Опытъ 10-й.		
	Безъ кровообращенія. Раздраженіе 40 минутъ.			Безъ кровообращенія. Раздраженіе 30 минутъ.		
	Покойная	Тетанизован.	Diff.	Покойная	Тетанизован.	Diff.
Навѣски мышць для бѣлков. анализа . . .	1,8522 grm.	1,7642 grm.	—	1,5415 grm.	1,5405 grm.	—
Альбуминъ и Глобулинъ . .	4,60%	4,19%	-0,41%	7,16%	4,66%	-2,50%
Миоглобинъ . .	10,39	10,15	-0,24	8,07	9,99	+1,92
Всѣ бѣлки . . .	14,90	14,34	-0,55	15,23	14,65	-0,58
Навѣски мышць для опредѣл. плотн. вѣщ. . .	0,5320 grm.	0,5860 grm.	—	0,3728 grm.	0,4628 grm.	—
Плотн. вѣщ. . .	19,92	18,94	-0,98	20,46	19,01	-1,45
Нѣблѣк. вѣщ. . .	4,93	4,60	-0,33	5,23	4,36	-0,87

Опыт 11-й.

3 января 1895 года. Черная собака (сука), здорова, кормленная мясомъ и хлѣбомъ, была подвергнута хлороформированію, но неудачно: собака померла, и никакія мѣры не могли возвратитъ ее къ жизни. Тотчасъ же былъ найденъ на правой задней конечности pexus scurialis, и подъ него подложены электроды отъ индукціоннаго прибора.

Тетанусъ инервирuemыхъ указаннымъ нервомъ мышць получался не всегда хорошій, что зависѣло, вѣроятно, отъ быстрого паденія раздражительности нерва въ томъ или другомъ мѣстѣ послѣдняго, гдѣ нервъ наиболѣе подвергался вреднымъ вѣшнимъ влияніямъ. Во всякомъ случаѣ, тетанусъ извѣстной группы мышць получался, и раздраженіе могло быть продолжаемо въ теченіе 25 минутъ съ перерывами. Лѣвая задняя конечность оставалась покойной и нетронутой. Для анализа взята часть vastus a medialis съ соотвѣтственныхъ мѣстъ обѣихъ конечностей; мышцы на глазъ были почти совершенно безкровны. Изъ извѣстнымъ образомъ обработанныхъ мышць взято столько вещества, чтобъ можно было сдѣлать два совершенно одинаковые сравнительные анализа. Кровообращенію во время опыта, конечно, не было.

Таблица № 7.

	Опытъ 11-й.					
	Нормальная собака. Опытъ былъ безъ кровообращенія. Раздраженіе продолжалось 25 минутъ.					
	Первый анализъ.			Второй анализъ.		
	Покойная	Тетанизован.	Diff.	Покойная	Тетанизован.	Diff.
Навѣски мышць для бѣлков. анализа . . .	2,7353 grm.	2,3220 grm.	—	2,6070 grm.	2,3202 grm.	—
Альбуминъ и Глобулинъ . . .	9,74%	7,74%	-2,00%	9,64%	7,91%	-1,73%
Миоглобинъ . . .	7,56	8,65	+1,09%	7,55	8,57	+1,02
Всѣ бѣлки . . .	17,30	16,39	-0,91	17,19	16,48	-0,71
Навѣски мышць для опр. плот. вѣщ.	1,2922 grm.	0,7660 grm.	—	—	—	—
Плотн. вѣщ.	24,46	24,16	-0,30	—	—	—
Нѣблѣк. вѣщ.	7,16	7,77	+0,61	—	—	—

Опыт 12-й.

20 мая 1894 года. Взяты для опыта двѣ лягушки, голодавшія съ осени. Правые plexus'ы ischiadici перерѣзаны, а лѣвые оставлены in situ. Сосуды, питающіе заднія конечности оставлены въ цѣлости, и кровообращеніе, такимъ образомъ, было сохранено, что можно было видѣть по пульсаціи артерій. Раздраженіе съ перерывами продолжалось два часа, и все-таки возбудимость нервовъ и мышць была постоянно хорошая, такъ что постоянно получались довольно сильныя тетаническія сокращенія, и опытъ могъ бы продолжаться, повидимому, неопредѣленно долгое время. Раздражался токомъ исключительно только plexus ischiadicus.

Опыт 13-й.

10 ноября. Опытъ произведенъ на одной лягушкѣ (кормленной съ 26-го сентября мясомъ) при сохраненномъ кровообращеніи совершенно такъ же, какъ и въ 12-мъ опытѣ. Раздраженіе индуктивнымъ токомъ производилось только черезъ лѣвый plexus ischiad. и продолжалось съ перерывами одинъ часъ. Сокращенія мышць все время были весьма сильны. Въ концѣ опыта кровь изъ заднихъ конечностей была выпущена по возможности вся. Въ этомъ опытѣ опредѣлялись альбумины и глобулины вмѣстѣ, а міостромины отдѣльно. Вотъ результаты этихъ двухъ опытовъ.

Таблица № 8.

	Опытъ 12.			Опытъ 13.		
	Кровообращеніе сохранено. Раздраженіе 2 часа.			Кровообращеніе сохранено. Раздраженіе часъ.		
	Покойн.	Тетанизированный.	Diff.	Покойн.	Тетанизированный.	Diff.
Навески мышць для бѣлк. анал.	1,5902 грм.	1,7742 грм.	—	1,8855 грм.	2,1832 грм.	—
Альбумин . . .	1,531%	1,307%	-0,14%	5,01%	8,60%	-1,41%
Глобулины . . .	10,20	7,87	-2,33	10,31	9,16	-1,15
Миостромины . .	11,78	9,26	-2,47	15,32	12,76	-2,56
Всѣ бѣлки . . .						
Навески мышць для опр. плотн. вѣщ.	0,5906 грм.	0,6399 грм.	—	0,6170 грм.	0,8514 грм.	—
Плотн. вѣщ. . . .	17,62	14,53	-3,09	21,62	17,75	-3,87
Небѣлк. вѣщ. . .	5,89	5,27	-0,62	6,90	4,99	-1,91

Приступимъ теперь къ разсмотрѣнію полученныхъ нами данныхъ изъ 13 вышеуказанныхъ опытовъ.

Прежде всего изъ приведенныхъ таблицъ совершенно ясно вытекаетъ, что *въ сокращающихся мышцахъ всегда и безусловно исчезаетъ нѣкоторое количество плотнаго вещества.*

Величина этой потери плотныхъ веществъ въ тетанизированныхъ мышцахъ колеблется въ широкихъ размѣрахъ; въ опытахъ при отсутствіи кровообращенія въ мышцахъ потеря эта отъ 0,30% можетъ достигать до 2,50%; въ среднемъ потеря плотныхъ веществъ работающими мышцами въ 1 часъ достигаетъ до 1,29% (на влажную мышцу). Выясненіе данныхъ двухъ послѣднихъ опытовъ съ тетанисомъ мышць при сохраненномъ кровообращеніи мы откладываемъ на будущее время когда мы приведемъ детальныя опредѣленія состоянія различныхъ бѣлковыхъ формъ въ работающихъ мышцахъ, при сохраненіи кровообращенія въ послѣднихъ, теперь же мы рассмотримъ указанныя опыты по столько, по столько они могутъ касаться исключительно общихъ данныхъ насчетъ состоянія плотныхъ и бѣлковыхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ.

Полученный нами результатъ насчетъ состоянія плотныхъ веществъ въ тетанизированныхъ мышцахъ, при отсутствіи кровообращенія въ послѣднихъ, подтверждаетъ и упрочиваетъ то заключеніе, которое не рѣшительно и не ясно вытекало изъ чиселъ *Ranke*, что въ мышцахъ, сокращающихся при отсутствіи кровообращенія, исчезаетъ нѣкоторое количество плотнаго вещества и увеличивается содержаніе воды (см. "Tetanus" *Ranke* стр. 85 и др.). Впрочемъ, у *Ranke* эта потеря плотныхъ веществъ сокращающимися мышцами настолько ничтожна ($-0,05\%$), что на основаніи своихъ опытовъ онъ не рѣшился высказать вышеуказаннаго положенія.

Во всякомъ случаѣ, ничего особенно удивительнаго нѣтъ въ томъ намъ указанномъ фактѣ, что работающая мышца и при отсутствіи кровообращенія

теряет часть своих плотных веществ, и соответственно этой потерѣ увеличивается содержание воды в мышцахъ. При томъ или другомъ способѣ распада плотныхъ веществъ работающихъ мышць можетъ образоваться съ одной стороны вода, съ другой стороны — летучіе продукты распада бѣлковъ и другихъ веществъ: углекислота, аммиакъ и свободный азотъ.

Увеличение содержания воды въ работающихъ мышцахъ, при отсутствіи кровообращенія, можетъ быть объяснено даже просто только относительнымъ увеличеніемъ ея количества, по отношенію къ оставшимся послѣ работы плотнымъ веществамъ, т. е. уменьшеніемъ плотныхъ веществъ.

Что касается отношенія количества потери мышцами плотныхъ веществъ къ продолжительности времени раздраженія, а слѣдовательно, и до извѣстной степени — къ количеству произведенной работы, то нужно замѣтить, что въ указанныхъ опытахъ мы, собственно говоря, не преслѣдовали нарочно выясненія этого отношенія. Если и можно сравнивать съ этою цѣлью приведенные опыты, то только въ одномъ порядкѣ, именно: 1-й опытъ со 2-мъ, 3-й съ 4-мъ, 5-й съ 6-мъ, 7-й съ 8-мъ, т. е. какъ разъ тѣ опыты, которые непосредственно слѣдовали другъ за другомъ и произведены приблизительно при опредѣленныхъ одинаковыхъ условіяхъ.

Вполнѣ понятно, что количественная потеря вообще плотныхъ веществъ работающими мышцами можетъ и должна зависеть отъ многихъ условій, находящихся, какъ внѣ мышць, такъ и внутри ихъ самихъ. Поэтому мы и не можемъ сравнивать первые четыре опыта съ остальными, такъ какъ лягушки были совершенно различныя, унитарность ихъ также неодинаковая, наконецъ и внѣшнія условія опыта могли быть отличными и пр.

Даже при всѣхъ, повидимому, одинаковыхъ условіяхъ со стороны постановки опытовъ и внѣшняго вида лягушекъ, трудно ручаться за то, что, при извѣстной

одинаковой продолжительности и силѣ сокращеній мышць, потеря въ плотныхъ веществахъ вообще будетъ одинакова, такъ какъ мы не въ состояніи уравнивать всѣ условія, подъ влияніемъ которыхъ можетъ измѣняться характеръ химическихъ процессовъ въ работающихъ мышцахъ.

Тѣмъ не менѣе и въ приведенныхъ нашихъ опытахъ въ большинствѣ случаевъ имѣется прямая зависимость количества потери работающими мышцами плотныхъ веществъ отъ продолжительности раздраженія; особенно рѣзко это выступаетъ на видъ при сравненіи данныхъ 3-го и 4-го опытовъ, а также 5-го и 6-го и, наконецъ, 7-го и 8-го. При изложеніи дальнѣйшихъ нашихъ опытовъ мы представимъ еще новыя данныя, подтверждающія вышеуказанныя отношенія. Такимъ образомъ, на основаніи уже изложенныхъ данныхъ, мы можемъ заявить, что:

Потеря плотныхъ веществъ въ мышцахъ, работающихъ при отсутствіи кровообращенія, находится въ прямомъ отношеніи къ продолжительности раздраженія, при прочихъ равныхъ условіяхъ.

Что касается общей суммы ангидридныхъ бѣлковъ въ мышцахъ, работающихъ, какъ при отсутствіи кровообращенія, такъ и при сохраненіи послѣдняго, то изъ всѣхъ приведенныхъ 13 опытовъ ясно слѣдуетъ, что:

Во всѣхъ случаяхъ въ длительныхъ мышцахъ замѣчается большая или меньшая потеря ангидридныхъ бѣлковъ.

Величина этой потери бѣлковъ работающими при отсутствіи кровообращенія мышцами колеблется въ широкихъ границахъ отъ 0,05% до 1,90% на влажную мышцу, въ среднемъ въ одинъ часъ потеря въ бѣлкахъ достигаетъ до 1,07%.

И по отношенію къ потерѣ ангидридныхъ бѣлковъ работающими при отсутствіи кровообращенія мышцами можно отмѣтить также прямую зависимость количества этой потери отъ продолжительности раздраженія мышць; это очевидно при сравненіи 1-го опыта со

2-мъ, 3-го съ 4-мъ, 9-го съ 10-мъ. Такимъ образомъ, на основаніи этихъ опытовъ можно сказать, что:

Потеря ангидридныхъ бѣлковъ мышцами, работающими при отсутствіи кровообращенія, находится въ прямомъ отношеніи къ продолжительности раздраженія, при прочихъ равныхъ условіяхъ.

Относительно состоянія отдѣльныхъ бѣлковыхъ формъ въ мышцахъ, работающих при отсутствіи кровообращенія въ послѣднихъ, изъ первыхъ четырехъ опытовъ слѣдуетъ, что:

Альбумины уменьшаются въ количествѣ въ мышцахъ, работающихъ при прекращеніи кровообращенія въ нихъ.

Абсолютная потеря работающими мышцами альбуминовыхъ формъ довольно незначительна и въ среднемъ, изъ данныхъ указанныхъ 4-хъ опытовъ, равна 0,15% (на влажную мышцу).

Что касается состоянія міостроминовъ въ мышцахъ, работающих при отсутствіи кровообращенія, то, на основаніи имѣющихся данныхъ 5, 6, 7, 8, 9, 10 и 11-го опытовъ, трудно вывести какое-либо опредѣленное общее заключеніе: въ 5-мъ и 9-мъ опытахъ замѣчается нѣкоторое уменьшеніе количества міостроминовъ отъ 0,05%—до 0,24%, въ остальныхъ опытахъ наоборотъ—увеличеніе содержанія міостроминовъ, достигающее довольно значительныхъ размѣровъ, такъ въ опытѣ 6-мъ указанное наростаніе міостроминовъ равно 1,00%, въ 8-мъ—1,43%, въ 10-мъ—1,92% и въ 11-мъ—1,09%.

Имѣя въ виду эти данныя относительно состоянія альбуминовъ и міостроминовъ въ мышцахъ, работающих при отсутствіи кровообращенія въ послѣднихъ, мы уже съ большою вѣроятностью можемъ предположить, что существующія иногда довольно значительныя разницы между количествомъ бѣлковъ (альбумины и глобулины), извлекаемыхъ 6% CaH_2 , въ мышцахъ покойныхъ и тетанизованныхъ, а также и между количествомъ бѣлковъ, оставшихся послѣ извлеченія мышцъ водой (глобулины и міостромины), нужно отнести на долю, главнымъ образомъ, глобулиновъ. Значитъ, въ глобулиновой группѣ бѣлковъ

мышцъ имѣются наиболѣе существенныя измѣненія при тетанусѣ мышцъ, лишенныхъ кровообращенія.

Кромѣ указанныхъ выше двухъ случаевъ, гдѣ количество міостромина незначительно уменьшено, рѣзко обрывается въ глаза замѣчательный фактъ значительнаго увеличенія количества міостроминовъ въ мышцахъ, работающихъ безъ кровообращенія.

Для объясненія этого явленія можно представить два предположенія: или въ указанныхъ случаяхъ въ работающихъ мышцахъ происходитъ новообразование міостроминовыхъ бѣлковъ, или же наростаніе количества міостроминовъ только кажущееся, происшедшее вслѣдствіе того, что часть глобулиновъ мышцъ, подъ влияніемъ тѣхъ или другихъ условій, превратилась въ особую форму, нерастворимую въ 6% растворѣ нашатыря. Первое предположеніе насчетъ синтеза міостроминовъ не имѣетъ за себя никакихъ сколько нибудь основательныхъ данныхъ и крайне гадательно: трудно себѣ представить, чтобы при тетанусѣ мышцъ, при отсутствіи кровообращенія въ послѣднихъ и, слѣдовательно, при отсутствіи притока пластическихъ веществъ, мышца могла зачѣмъ-то и какъ-то, въ теченіи, напримѣръ, 30 минутъ и даже меньше, превратить довольно значительную часть своихъ бѣлковъ въ сложную бѣлковую разновидность—міостроминъ,—содержащую еще фосфоръ въ своемъ составѣ.

По нашему мнѣнію, указанный фактъ рѣзкаго увеличенія міостромина гораздо проще и естественнѣе объяснить только вторымъ вышеприведеннымъ предположеніемъ.

Дѣйствительно, если обратить вниманіе на 8-й опытъ, то мы замѣтимъ, что количество міостроминовъ въ тетанизованныхъ мышцахъ увеличилось на 1,43%, а количество альбуминовъ+глобулиновъ въ тетанизованныхъ мышцахъ уменьшилось, сравнительно съ таковымъ же въ покойныхъ, на 1,48%; разниа между этими величинами равна всего только 0,05%; если эту величину отнести къ потерѣ альбуминовъ работающими мышцами, то остальные 1,43%

бѣлковъ, относящихся только къ глобулинамъ, какъ разъ и будетъ соотвѣтствовать тому количеству, на которое увеличилось содержаніе міостроминовъ. Однимъ словомъ, эти 1,43% глобулиновъ почему-то сдѣлались нерастворимыми и вслѣдствіе этого остались вмѣстѣ съ міостроминами, не извлеченные 6% CIN_4 жемъ.

Мы уже раньше видѣли, что міозинъ можетъ превратиться въ два различныхъ видоизмѣненія, нерастворимыя въ соляхъ, это—нерастворимый міозинъ (по *А. Данилевскому*. 1. с.), образующійся изъ нормальнаго міозина при обработкѣ послѣдняго большимъ количествомъ дистиллированной воды, и—синтонинъ, получающійся при обработкѣ міозина кислотами.

Въ указанныхъ опытахъ съ тетанизацией мышць, при отсутствіи кровообращенія, даны всѣ условія для того, чтобъ образующаяся постоянно при сокращеніяхъ мышць молочная кислота, будучи не удаляема изъ мышць, могла безпрепятственно дѣйствовать на живую мышечную ткань и измѣнять ее такъ или иначе. Изъ опытовъ *К. Шиппиловой*¹⁾ совершенно ясно слѣдуетъ, что, при/вспрыскиваніи сильно разведенныхъ кислотъ, напр. 0,25% раствора молочной кислоты въ мышцу лягушки (безъ кровообращенія), получается сейчасъ же оковѣніе мышць, что, по мнѣнію *К. Шиппиловой*, зависитъ отъ осажденія міозина въ мышцахъ.

Мы сами, не зная указанныхъ изслѣдованій *К. Шиппиловой*, сдѣлали между прочимъ слѣдующій опытъ. Взявши отъ только что убитой лягушки мышць съ заднихъ конечностей, мы обработали ихъ извѣстнымъ образомъ и изрубили ихъ ножомъ въ мелкую массу, изъ которой взяли двѣ навѣски; одну навѣску мышць мы сразу извлекали 8% CIN_4 , а другую положили въ тигелекъ, гдѣ находилось немного 0,5% раствора молочной кислоты, приче́мъ мышечная масса весьма

быстро свернулась въ плотный комокъ и побѣлѣла. Черезъ три часа содержимое тигля мы помѣстили въ эрленмейеровскую колбу и извлекали 8% CIN_4 до полного истощенія.

Въ первой навѣскѣ остатокъ, послѣ извлеченія ея 8% нашатыремъ, т. е. міостромины, обработаннымъ обыкновеннымъ образомъ (промывка горячей водой, спиртомъ и эфиромъ) вѣсили 8,80%, а подобный же остатокъ изъ другой навѣски тѣхъ же мышць, находившихся въ теченіе 3 часовъ подъ вліяніемъ незначительнаго количества 0,5% молочной кислоты и потомъ уже извлеченныхъ 8% CIN_4 , вѣсилъ 12,75%. Очевидно отсюда, что подъ вліяніемъ молочной кислоты 3,95% альбумино-глобулиновой группы сдѣлались нерастворимыми и, такимъ образомъ, остались вмѣстѣ съ міостроминами, не извлеченные 8% нашатыремъ. Альбумины+глобулины изъ первой навѣски мышць вѣсили 5,41% такое же количество бѣлковъ этой группы должно быть и во второй навѣскѣ мышць, а между тѣмъ, по вычисленію (прямого опредѣленія мы не сдѣлали), количество этихъ бѣлковъ въ 8% нашатырномъ извлеченіи достигаетъ только всего до 1,46% (5,41—3,95=1,46). Это послѣднее количество—1,46%—какъ разъ приблизительно соотвѣтствуетъ количеству альбуминовъ изъ воднаго извлеченія мышць лягушекъ, въ чемъ можно убѣдиться, рассматривая данныя первыхъ четырехъ приведенныхъ нами выше опытовъ. Значитъ, съ полною вѣроятностью нужно допустить, что всѣ глобулины мышць, подвергнутыхъ дѣйствию 0,5% раствора молочной кислоты свернулись или, вообще, измѣнились такимъ образомъ, что сдѣлались нерастворимыми въ 8% растворѣ нашатыря.

Основываясь на этихъ фактахъ, мы считаемъ себя въ правѣ допустить слѣдующее: такъ какъ въ тетанизируемыхъ при отсутствіи кровообращенія мышцахъ постоянно образующаяся молочная кислота не находится въ достаточномъ количествѣ нейтрализующихъ веществъ и не удаляется черезъ диффузію изъ мышць, то она по необходимости должна дѣйствовать

¹⁾ *C. Schipiloff*. Centralbl. f. d. med. Wissenschaft. 1882, s. 291.

на самую ткань мышцы, причем и происходит свертывание глобулинов последней. Какое видоизменение мюзина образуется при этом процессе, т. е. есть ли это видоизменение так называемый по *А. Данилевскому* „нерастворимый мюзин“, или же это — синтонин, мы не можем сказать положительно, а специальные исследования завели бы нас слишком в сторону от нашего основного предмета.

Без сомнения, разбираемый процесс в мышцах, когда часть их живого вещества свертывается, не может считаться явлением жизненным, наоборот, это есть один из видов умирания живой мышечной ткани, врибе сказать, частичный некроз ее вещества. Если при таком состоянии мышца снова будет омываться кровью или другими щелочными жидкостями, то она, насчет, конечно, оставшихся своих еще живых частей, в состоянии справиться с этими частичными некрозами: ригидность мышц исчезает, и мышца мало по малу восстанавливает свои нормальные свойства. Все только что сказанное прекрасно иллюстрируется опытами *К. Шиндловой* (l. c.), например: если у лягушки выдѣлать из круга кровообращения *m. gastrocnemius*, посредством перевязки сосудов, и затѣм вырывать в мышцу 0,1—0,2% молочной кислоты, то мышца окоченѣвает; окоченѣние мало по малу проходит, если опять будет восстановлено кровообращение.

Указанным процессом частичного свертывания мюзина при тетанизации мышц, лишенных кровообращения, по нашему мнѣнію, и нужно объяснить ту, иногда через 10 минут и меньше наступающую, резко выраженную слабость сокращенной мышцы, как при раздраженіи их индуктивным током через нерв, так и прямо — их самих. В качестве причинъ, вызывающих это свертывание мюзина, на первом планѣ должна, конечно, стоять молочная кислота а за ней, вѣроятно, и другія вещества, которыя образуются при мышечном сокращеніи, например, кислый фосфат и пр.

В непосредственной связи съ указаннымъ частичнымъ свертываніемъ мюзина при тетанизации мышц, лишенныхъ кровообращенія, и быстро наступающей рѣзкой слабости мышечныхъ сокращеній, безъ сомнѣнія, находится иногда крайне ничтожная потеря въ бѣлкахъ работающими мышцами. Особенно рѣзко выражено это явленіе въ опытѣ 8-мъ: здѣсь измѣненіе мюзина весьма значительно, а общая потеря бѣлковъ еле замѣтна, всего 0,05%! Между тѣмъ въ томъ же 8-мъ опытѣ потеря работающими мышцами небѣлковыхъ тѣлъ довольно значительна — 0,89%; въ опытѣ 7-мъ, гдѣ почти нѣтъ измѣненія въ количествѣ миостроминовъ въ тетанизованныхъ мышцахъ, мы видимъ весьма значительную потерю бѣлковъ работающими мышцами; то же самое относительно общей потери бѣлковъ тетанизованными мышцами можно видѣть и въ опытахъ 5 и 6-мъ.

Здѣсь же мы прибавимъ, что въ дальнѣйшихъ опытахъ съ тетанизацией мышцъ, при сохраненномъ кровообращеніи въ послѣднихъ, мы ни разу, кромѣ одного особаго случая, не встрѣтимъ указаннаго нами значительнаго увеличенія миостроминовой группы бѣлковъ, каковое, какъ мы видѣли, часто наблюдается при работѣ мышцъ лишенныхъ кровообращенія.

Кромѣ того, не лишнее также отмѣнить то, что и собачьи мышцы, подобно мышцамъ лягушекъ, дали одинаковый результатъ, въ смыслѣ увеличенія миостроминовъ и пр., что вполне ясно видно изъ 11-го опыта.

Далѣе, разсматривая приведенные результаты нашихъ опытовъ съ тетанизацией мышцъ, при отсутствіи кровообращенія въ послѣднихъ, мы замѣчаемъ весьма интересное явленіе, что

Въ опытахъ безъ кровообращенія въ длельныхъ мышцахъ ангиридныхъ бѣлковыхъ формъ исчезаетъ иногда больше, чѣмъ терлется плотныхъ веществъ вообще.

Только что указанное отношеніе между потерей плотныхъ веществъ вообще и ангиридныхъ бѣлковъ показываетъ, что часть послѣднихъ остается въ мышцахъ въ какой-то видоизмѣненной формѣ.

Указанное сейчас явление обнаруживается из 2, 5, 6, 7 и 11-го опытов. Возьмем для примѣра наиболѣе наглядный въ этомъ отношеніи опытъ, именно 5-й. Здѣсь поперя работающими мышцами плотныхъ веществъ вообще достигаетъ всего только 0,38%, тогда какъ потеря въ ангидридныхъ бѣлкахъ весьма значительна—1,90%. Вслѣдствіе этого въ тетанизованныхъ мышцахъ количество небѣлковыхъ плотныхъ веществъ оказалось значительно превосходящимъ таковое же въ покойныхъ мышцахъ, именно на 1,52%, между тѣмъ какъ въ опытахъ 1, 3, 4, 8, 9 и 10-мъ количество небѣлковыхъ плотныхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ обывковенно болѣе или менѣе уменьшено, сравнительно съ покойными мышцами. Такимъ образомъ, на основаніи вышеприведенныхъ чиселъ 5-го опыта и другихъ, нужно заключить, что большая часть потраченнаго работающими мышцами бѣлковаго вещества осталась тутъ же въ мышцахъ въ какой-то видоизмѣненной формѣ или бѣлковаго же свойства, напр., пептона, или же въ формѣ продуктовъ распада бѣлковой частицы.

Само собой разумѣется, что подобное же явление должно происходить и во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ только имѣется большая или меньшая потеря въ бѣлкахъ работающими мышцами, такъ какъ невозможно допустить, чтобы бѣлковая частица, при своемъ падѣи во время мышечнаго тетануса, могла вся цѣликомъ превратиться въ воду, углекислоту и азотистая летучія вещества. Если же въ указанныхъ выше опытахъ разбираемаго нами явления и не видно изъ чиселъ, то это объясняется просто тѣмъ, что при тетанусѣ мышшь должно происходить и, такъ сказать, полное разрушеніе небѣлковыхъ тѣлъ (особенно, углеводовъ и жировъ) съ образованіемъ воды и другихъ летучихъ веществъ. Такимъ образомъ, все зависитъ отъ того, чего болѣе образуется при мышечномъ тетанусѣ: если образуется болѣе летучихъ веществъ, тѣмъ прибавляется плотнаго вещества изъ такъ или иначе видоизмѣнившихся бѣлковъ, то, значить, для

небѣлковыхъ веществъ мы будемъ имѣть потерю болѣе или менѣе величины, сравнительно съ покойными мышцами, и, наоборотъ, если летучихъ продуктовъ превращенія бѣлковъ образуется болѣе, тѣмъ летучихъ веществъ вообще, то очевидно, мы получимъ тотъ или другой приростъ въ группѣ для небѣлковыхъ веществъ работающихъ мышць.

Последняя комбинація явленій какъ разъ и произошла въ указанныхъ выше пяти опытахъ и дала намъ возможность уловить наглядно весьма интересный и важный фактъ превращенія ангидридныхъ бѣлковъ при работѣ мышць въ какія то особая форма, о существованіи которыхъ можно было предположить уже а priori.

Такимъ образомъ, на основаніи этихъ данныхъ, является весьма интереснымъ и даже необходимымъ выяснитъ вопросъ—каковы именно по своей натурѣ тѣ вещества, которыя образуются изъ бѣлковъ мышць при тетанусѣ последнихъ: пептоны ли это, или же осколки бѣлковой частицы, уже утратившія бѣлковый характеръ, или, наконецъ, это есть смѣсь тѣхъ и другихъ веществъ?

Вопросъ этотъ для теоріи, признающей бѣлковая вещества единственными источниками мышечной работы, является существеннымъ, такъ какъ, если бѣлки, вообще говоря, могутъ быть сколько-нибудь важными источниками для механической работы мышць, то нужно допустить, что, для обнаруженія сколько-нибудь значительной свободной энергіи, они должны подвергнуться глубокимъ измѣненіямъ въ своей структурѣ. Конечно, и превращеніе ангидридныхъ бѣлковъ въ пептоны, повидимому, связано съ обнаруженіемъ и потерей энергіи¹⁾, но трудно допустить, что этой энергіи было бы достаточно для производства гро-

¹⁾ Калориметрическія изслѣдованія В. Данилевскаго показали, что теплота сгорания пептоновъ меньше на 16—18% тѣмъ—(ангидридныхъ) бѣлковъ. Maly's Jahresber. 1881.

маднаго количества механической работы, на которую способна любая нормальная мышца.

Что касается до потери небѣлковыхъ тѣлъ мышцами, работающими при отсутствіи кровообращенія, то о ней можно сказать только то, что она происходитъ въ большей или меньшей степени.

Это заключеніе вполнѣ ясно вытекаетъ изъ 1, 3, 4, 8, 9 и 10-го опытовъ; и въ остальныхъ случаяхъ потеря мышцами небѣлковыхъ веществъ, безъ сомнѣнія, должна была происходить, но только это явленіе не обнаружилось въ нашихъ числахъ, что вполнѣ понятно на основаніи вышеприведенныхъ разсужденій: небѣлковыхъ веществъ при тетанусѣ въ этихъ опытахъ разрушилось меньше, чѣмъ прибыло въ эту группу веществъ продуктовъ превращенія бѣлковъ, такъ что въ конечномъ результатѣ, который и выразился въ приведенныхъ нами числахъ, мы видимъ, что небѣлковыхъ тѣлъ въ тетанизованныхъ мышцахъ оказалось даже больше, сравнительно съ покойными.

Относительно дѣйствительной величины потери дѣтельными мышцами небѣлковыхъ веществъ, наши числа въ большинствѣ случаевъ не даютъ указаній; только въ тѣхъ двухъ случаяхъ, гдѣ общее количество бѣлковъ въ работающихъ мышцахъ почти не измѣнилось (потеря бѣлковъ въ 1 и 8-мъ опытахъ—0,05%), тамъ цифры, выражающія потерю мышцами небѣлковыхъ веществъ, конечно, почти вполнѣ выражаютъ дѣйствительный фактъ. Въ остальныхъ же случаяхъ, гдѣ наши числа показываютъ нѣкоторую потерю работающими мышцами небѣлковыхъ веществъ, напримѣръ, въ опытахъ 3 и 4-мъ, эти числа представляютъ изъ себя, понятно, только minimum и притомъ несомнѣнный—потери небѣлковыхъ веществъ: напримѣръ, въ 4-мъ опытѣ потеря работающими мышцами плотныхъ веществъ достигаетъ до 2,50%, а потеря бѣлковъ—1,58%, отсюда minimum потери небѣлковыхъ веществъ будетъ—0,92%, предположивъ, что 1,58% бѣлковъ совершенно исчезли изъ мышцъ, какъ плотныя вещества, и превратились въ летучіе продукты;

но этого на самомъ дѣлѣ, какъ мы видѣли раньше, не можетъ быть, а потому дѣйствительная потеря небѣлковыхъ веществъ должна быть значительно больше, чѣмъ 0,92%.

Нужно думать, что потеря работающими мышцами небѣлковыхъ веществъ можетъ быть обусловлена съ одной стороны имѣющимися въ мышцахъ небѣлковыми тѣлами (углеводы, жиры и экстрактивные вещества), а съ другой—и тѣми продуктами, которые образуются при дѣятельности мышцъ изъ ангидридныхъ бѣлковыхъ формъ.

Появляю, что въ тѣхъ опытахъ, гдѣ рѣзко выражено прямое отношеніе между продолжительностью мышечной работы и потерей какъ плотныхъ веществъ, такъ и бѣлковъ, тамъ можно ясно видѣть ту же самую зависимость и для небѣлковыхъ тѣлъ, напримѣръ въ 3-мъ и 4-мъ опытахъ.

Этимъ мы заканчиваемъ разборъ полученныхъ данныхъ опытовъ съ тетанизаціей индуктивнымъ токомъ мышцъ, лишенныхъ кровообращенія, и приступаемъ къ изложенію опытовъ съ раздраженіемъ мышцъ при сохраненномъ кровообращеніи и съ детальнымъ анализомъ бѣлковыхъ формъ.

№ опыта	Время работы (минуты)	Плотныхъ веществъ (%)	Бѣлковъ (%)
1	1	0,05	0,05
2	3	2,50	1,58
3	4	2,50	1,58
4	8	0,05	0,05
5	10	0,05	0,05
6	10	0,05	0,05
7	10	0,05	0,05
8	10	0,05	0,05
9	10	0,05	0,05
10	10	0,05	0,05

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ.

I-й рядъ опытовъ.

Опыты на лягушкахъ.

Опытъ 14-й 1-го февраля 1895 года.

Для опыта взята одна лягушка довольно большой величины, голодавшая съ осени. Кровеносные сосуды оставлены въ цѣлости; правый plexus ischiadicus перерѣзанъ, а лѣвый—раздражался индуктивнымъ токомъ въ теченіи двухъ часовъ съ перерывами (катушки аппарата были раздвигаемы отъ 27 — 23 сент. одна отъ другой). Тетанусъ мышцъ лѣвой задней конечности получался всегда хорошей, такъ что опытъ можно было-бы продолжать, повидимому, неопредѣленно долгое время. Техника опыта была произведена такъ, какъ это было описано выше. Анализъ бѣлковъ мышцъ какъ въ данномъ опытѣ, такъ и во всѣхъ слѣдующихъ, былъ произведенъ детальный по нашему способу, описанному въ своемъ мѣстѣ, т. е. опредѣлялись три главныя группы бѣлковъ мышечной ткани: альбумины, глобулины и миостромнины.

Примѣчаніе. Во всѣхъ нашихъ опытахъ съ электрическимъ раздраженіемъ нерва или мышцъ былъ употребленъ элементъ Гренье.

Таблица № 9.

Опытъ 14-й. Съ кровообращеніемъ. Раздраженіе 120 мин.	Покойная мышца.			Тетанизованная мышца.			Diff.
Навѣски для бѣлк. анал.	1,0758 grm.	1,5822 grm.	%	1,2800 grm.	1,9970 grm.	%	
Альбумины	2,18	2,18		2,14	2,14		—0,04
Глобулины	7,83	5,62		5,65	3,86		—2,26
Миостромнины	15,61	10,01		12,10	8,76		—1,25
Всѣ бѣлки	17,79	17,84		14,24	14,29		—3,55
Навѣски для плот. вещ.	0,4920 grm.			0,5840 grm.			
Плотныя вещ.	22,70			18,44			—4,32
Небѣлк. плотн. вещества	4,95			4,18			—0,77

Опытъ 15-й 22-го июня 1895 года.

Для опыта взяты двѣ лягушки, пойманныя наканунѣ опыта вечеромъ. Правые plexus ischiad. перерѣзаны, а лѣвые оставлены въ цѣлости. Кровообращеніе сохранено.

Раздраженіе индуктивнымъ токомъ производилось черезъ лѣвые plexus ischiad. въ продолженіи 1½ часовъ съ перерывами. Сокращенія мышцъ были всегда сильны. Когда же во второй половинѣ опыта мышцы стали замѣтно утомляться, то для отдыха мышцъ дѣлались болѣе или менѣе продолжительные перерывы, напр. до 5 минутъ, послѣ которыхъ мышцы снова хорошо сокращались. Для извлеченія мышцъ CINH, былъ взятъ 6‰.

Примѣчаніе. Парализованная конечность во всѣхъ опытахъ оставалась покойной.

Таблица № 10.

Опытъ 15-й. Съ кровообращеніемъ. Раздраженіе 1½ час.	Покойная мышца.		Тетанизованная мышца.		Diff.		
Навѣски для бѣлк. анал.	1,9850 grm.	2,1525 grm.	%	2,3905 grm.	2,8115 grm.	%	
Альбумины	1,93	5,41	1,93	3,01	3,01	+1,08	
Глобулины	16,85	13,33	3,50	12,82	9,60	3,19	
Миостромнины							13,33
Всѣ бѣлки	18,78	18,78	18,78	15,83	15,78	15,80	—2,96
Навѣски для плот. вещ.	0,7750 grm.		0,6250 grm.				
Плотн. вещ.			24,58			19,84	—4,74
Небѣлк. плотн. вещ.			5,82			4,04	—1,78

Опыт 16-й 26-го июля 1895 года.

Взяты двѣ лягушки, пойманныя накануне опыта вечеромъ. Правые plexus ischiadici перерѣзаны, а лѣвые—раздражались токомъ въ теченіе 1 часа съ перерывами. Какъ и въ предыдущемъ опытѣ, подъ конецъ опыта перерывы для отдыха мышць давались до 6-ти минутъ. Въ концѣ опыта сосуды, идущіе къ заднимъ конечностямъ, были перерѣзаны и кровь изъ послѣднихъ вышущена, по возможности, вся. Вызвѣченіе мышць производилось 6% CaH_4 .

Таблица № 11.

Опытъ 16-й. Съ кровообращеніемъ. Раздраженіе 1 часъ.	Покройныя мышцы.		Тетанизованныя мышцы.		Diff.	
		%		%		
Навѣски для бѣлк. анал.	2,7340 грм.	2,8905 грм.	1,9120 грм.	2,5805 грм.		
Альбуины	2,12	5,70	2,87	5,47	2,87 +0,75	
Глобулины	14,16	3,49	11,14	8,71	2,51 -0,98	
Міостромны		10,74		8,71	8,71 -2,03	
Вѣс бѣлки	16,27	16,44	16,35	14,01	14,18	14,09 -2,26
Навѣски для плот. вещ.	0,6815 грм.		0,7695 грм.			
Плоти. вещества.		21,69		17,98	17,98 -3,76	
Небѣлк. плоти. вещества.		5,34		3,84	3,84 -1,50	

Опытъ 17-й 13-го сентября 1895 года.

Для опыта взята одна лягушка, пойманная за 5 дней до опыта. Обычнымъ путемъ были открыты оба plexus ischiadici; правый plexus ischiad. перерѣзанъ,

а лѣвый — оставленъ въ цѣлости и раздражался токомъ въ теченіе 1 1/4 часа съ перерывами.

Кровообращеніе сохранено. CaH_4 былъ употребленъ 6%.

Таблица № 12.

Опытъ 17-й Съ кровообращеніемъ. Раздраженіе 1 1/4 часа.	Покройныя мышцы		Тетанизованныя мышцы.		Diff.	
		%		%		
Навѣски для бѣлк. анал.	1,8932 грм.	2,0042 грм.	2,7160 грм.	2,2805 грм.		
Альбуины	2,87	6,08	2,87	2,19	2,19 -0,68	
Глобулины	14,02	3,14	11,19	4,05	1,91 -1,23	
Міостромны		10,95		10,95	9,23	9,23 -1,79
Вѣс бѣлки	16,89	17,03	16,96	13,38	13,28	13,33 -3,63
Навѣски для плот. вещ.	0,6290 грм.		0,6625 грм.			
Плоти. вещества.		22,01		17,38	17,38 -4,63	
Небѣлк. плоти. вещества		5,05		4,05	4,05 -1,00	

Опытъ 18-й 22-го сентября и опытъ 19-й 2-го октября.

Опыты поставлены совершенно одинаково въ обоихъ случаяхъ; для каждого опыта взято по одной лягушкѣ; правые plexus ischiadici перерѣзаны, а лѣвые — раздражались токомъ въ 18-мъ опытѣ въ теченіе 1 1/4 часа, а въ 19-мъ опытѣ—въ 1 часъ и 20 минутъ. Кровообращеніе сохранено. Все остальное производилось ис прежнему.

Таблица № 13.

Опыт 18. Съ кровообраще- нием. Раздраже- ние 1 1/4 часа.	Покойные мышцы.		Тетанизированные мышцы.		Diff.
		%		%	
Навески для бѣлк. анал.	1,6946 грм.	1,6340 грм.	1,7440 грм.	2,4630 грм.	
Альбуины . . .	2,09	5,72	2,09	1,60	1,60 — 0,49
Глобулины . . .	14,70		3,65	3,93	2,40 — 1,25
Миостромны . .		11,02	11,02	9,07	9,07 — 1,95
Всѣ бѣлки . . .	16,79	16,74	16,76	13,15	13,00 — 3,69
Навески для плот. вещ.	0,4776 грм.		0,5943 грм.		
Плоти, вещества.			22,55		17,06 — 5,49
Небѣлк. плоти. вещества. . . .		5,79			3,99 — 1,80

Таблица № 14.

Опыт 19. Съ кровообраще- нием. Раздраже- ние 1 ч. 20 м.	Покойные мышцы.		Тетанизированные мышцы.		Diff.
		%		%	
Навески для бѣлк. анал. . .	1,7532 грм.	1,8428 грм.	2,1520 грм.	2,1023 грм.	
Альбуины . . .	2,31	6,24	2,31	1,97	1,97 — 0,34
Глобулины . . .	14,83		3,84	4,47	2,53 — 1,31
Миостромны . .		11,09	11,09	9,18	9,18 — 1,91
Всѣ бѣлки . . .	17,14	17,33	17,24	13,72	13,65 — 3,56
Навески для плоти, вещ. . .	0,6974 грм.		0,9688 грм.		
Плоти, вещества.			22,51		17,49 — 5,02
Небѣлк. плоти, вещества. . . .		5,27			3,81 — 1,46

Опыт 20-й 13-го октября 1895 г.

Для опыта взята одна лягушка. Техника опыта совершенно та-же, что и в предыдущих опытах. Кровообращение сохранено. Раздражение токомъ произошло только через лѣвый plexus ischiadicus въ течение 1 часа 10 минутъ съ перерывами.

Таблица № 15.

Опыт 20. Съ кровообраще- нием. Раздраже- ние 70 мин.	Покойные мышцы.		Тетанизированные мышцы.		Diff.
		%		%	
Навески для бѣлк. анал. . .	1,3010 грм.	1,3790 грм.	1,5550 грм.	1,8455 грм.	
Альбуины . . .	2,15	5,91	2,15	1,80	1,80 — 0,35
Глобулины . . .	15,21		3,94	11,92	4,92
Миостромны . .		11,09	11,09	8,64	8,64 — 2,45
Всѣ бѣлки . . .	17,36	17,00	17,18	13,72	13,64 — 3,54
Навески для плоти, вещ. . .	0,5458 грм.		0,6350 грм.		
Плоти, вещества.			22,53		17,68 — 4,90
Небѣлк. плоти, вещества. . . .		5,35			3,99 — 1,36

II-й рядъ опытовъ.

Относящиеся сюда всего только два опыта на лягушкахъ выдѣлены нами въ особую группу, такъ какъ мышечныя сокращения вызваны были посредствомъ отравления лягушекъ стрихниномъ, и, слѣдовательно, раздражение было приложено къ спинному мозгу и носило совершенно особый характеръ, естественный по качеству, хотя и внѣ нормальныхъ предѣловъ по силѣ. Одинъ опытъ былъ произведенъ при отсутствіи кровообращения въ заднихъ конечностяхъ лягушки, а другой—при сохраненномъ кровообращеніи. Результаты этихъ двухъ опытовъ настолько ясны и согласны съ

данными всѣхъ предшествующихъ опытовъ, гдѣ въ качествѣ раздражителя былъ употребленъ индуктивный токъ, что мы рѣшились ограничиться только указанными двумя опытами.

Опытъ 21-й 3-го марта 1895 года.

Взяты двѣ лягушки, голодавшія съ осени (одна обыкновенной величины, другая маленькая).

Aorta abdominalis выше мѣста раздѣленія ея на двѣ вѣтви, идущія въ заднія конечности, перевязана. Правый plexus ischiadicus перерѣзанъ, а лѣвый оставленъ въ цѣлости; затѣмъ въ брюшной лимфатической мѣшокъ большей лягушки вприснуто 0,2 mg. сѣрнокислаго стрихнина, а—меньшей лягушки—0,1 mg.

Тетаническаго сокращения мышць появились минутъ черезъ пять послѣ вприскиванія. Сокращенія болѣе или менѣе сильныя происходили только въ продолженіе минутъ 10-ти отъ начала тетануса, а затѣмъ они стали быстро ослабѣвать и къ концу 1/2 часа стали еле замѣтными. Все остальное произведено по прежнему.

Таблица № 16.

Опытъ 21. Безъ кровообращенія. Раздраженіе стрихниномъ въ теч. 30 мин.	Покойныя мышцы.			Тетанизованныя мышцы.			Diff.
Навѣски для бѣлк. анал. . .	1,5285 grm.	2,2755 grm.	%	1,0970 grm.	2,4652 grm.	%	
Альбумины . .	1,99	4,87	1,99	1,44	3,65	1,44	— 0,55
Глобулины . .	13,73		2,93	13,08		2,27	— 0,66
Миостромныя . .		10,74	10,74	10,74	10,74	—	
Вѣс бѣлк. . .	15,72	15,61	15,66	14,52	14,39	14,45	— 1,21
Навѣски для плотн. вѣщ. . .	0,8102 grm.			0,7885 grm.			
Плотн. вѣществ. . .			19,19			18,64	— 0,55
Небѣлк. плотн. вѣщества. . .			3,53			4,19	+ 0,66

Опытъ 22-й 1-го марта.

Для опыта взяты двѣ обыкновенной величины лягушки; правые plexus ischiadici перерѣзаны, а лѣвые—оставлены въ цѣлости. Кровообращеніе сохранено. Въ брюшной подкожной лимфатической мѣшокъ каждой лягушки вприснуто по 0,4 mg. сѣрнокислаго стрихнина. Тетаническаго сокращения мышць начались черезъ 3 минуты послѣ вприскиванія; вначалѣ сокращения мышць были весьма сильны, но затѣмъ постепенно стали ослабѣвать и продолжались въ теченіе 1 1/2 часовъ. Правыя заднія конечности оставались въ покоѣ.

Таблица № 17.

Опытъ 22. Съ кровообращеніемъ. Раздраженіе стрихниномъ въ теч. 1 1/2 ч.	Покойныя мышцы.			Тетанизованныя мышцы.			Diff.
Навѣски для бѣлк. анал. . .	1,8540 grm.	2,5522 grm.	%	2,3500 grm.	2,5545 grm.	%	
Альбумины . .	1,99	4,83	1,99	1,80	3,89	1,80	— 0,19
Глобулины . .	13,99		2,89	11,57		9,35	— 1,69
Миостромныя . .		11,04	11,04	11,04	9,35	— 1,69	
Вѣс бѣлк. . .	15,98	15,87	15,92	13,37	13,24	13,30	— 2,62
Навѣски для плотн. вѣщ. . .	0,6870 grm.			0,7422 grm.			
Плотн. вѣществ. . .			20,23			16,50	— 3,73
Небѣлк. плотн. вѣщества. . .			4,31			3,20	— 1,11

III-й рядъ опытовъ.

Ниже приведенные три опыта на лягушкахъ произведены при особыхъ условіяхъ: кровяная жидкость лягушекъ въ теченіе болѣе или менѣе продолжитель-

ного времени замѣшалась 0,7% растворомъ поваренной соли съ 3% содержаниемъ винограднаго сахара, такъ что къ началу раздраженія мышцы жидкость, циркулирующая въ кровеносной системѣ лягушекъ, имѣла уже блѣдный красноватый цвѣтъ, вмѣсто прежняго краснаго, и давала ясную Троммерову реакцію на сахаръ.

Опытъ 23-й 7 февраля.

Взята одна большая лягушка. Пальцы на переднихъ конечностяхъ отрѣзаны, такъ что кровь постепенно вытекала изъ ранъ. Время отъ времени въ спинной лимфатической мѣшокъ лягушки впрыскивали 0,7% растворъ NaCl съ 3% содержаниемъ винограднаго сахара. Когда кровяная жидкость, просачивающаяся изъ ранъ, стала замѣтно менѣ окрашенной въ красный цвѣтъ, по истеченіи 2-хъ часовъ отъ начала опыта, и дала ясную Троммерову реакцію на сахаръ, то переднія конечности были туго перетянуты ниткой для остановки кровотока.

Для открытія присутствія сахара мы поступали слѣдующимъ образомъ. Кочечекъ совершенно чистой ваты мы смачивали просачивающейся изъ ранъ жидкостью, а затѣмъ обмыли его въ дистиллированной водѣ; профильтрованная жидкость была подкислена уксусной кислотой и въ присутствіи сѣрнистаго аммонія, прибавленнаго почти до насыщѣнія, была нагрѣта до кипѣнія, причѣмъ всѣ бѣлки такимъ образомъ были выдѣлены изъ раствора. Полученный затѣмъ прозрачный фильтратъ подвергался обыкновеннымъ путемъ Троммеровой пробѣ на сахаръ. Когда присутствіе сахара было ясно обнаружено въ жидкости, обращающейся въ кровеносной системѣ лягушки, то обычнымъ путемъ были открыты plexus ischiadici и сосуды. Кровообращеніе происходило, во все время опыта. Лѣвый plexus ischiad. перерѣзанъ, а правый — раздражался индуктивнымъ токомъ въ теченіе 1½ часовъ съ пере-

рывами (катушки аппарата были раздвигаемы отъ 27—22 сент.).

Тетанусъ постоянно получался довольно хорошій, и опять можно было-бы продолжать, повидимому, неопредѣленно долгое время.

Все остальное произведено, какъ обыкновенно. CIN_4 былъ употребленъ 8%.

Таблица № 18.

Опытъ 23. Сахаръ въ крови. Кровообраз. со- кращено. Раздра- жен. въ теч. 90 м.	Покойная мышца.		Тетанизованная мышца.		Diff.
	гм.	%	гм.	%	
Навѣски для бѣлк. анализ.	0,9120	1,2610	1,7360	1,1188	
Альбумины . . .	1,81	6,30	1,41	4,08	1,41 — 0,40
Глобулины . . .	15,67	4,54	12,93	10,05	2,77 — 1,77
Міостромины . . .		11,06			
Всѣ бѣлки . . .	17,48	17,36	17,41	14,13	10,05 — 1,01
Навѣски для плотн. вѣщ.	0,2965 гм.		0,3898 гм.		
Плотн. вещества.			22,76		18,59 — 4,17
Небѣлк. плотн. вещества . . .			5,35		4,86 — 0,99

Опытъ 24-й 14-го февраля.

Взяты двѣ лягушки; пальцы на переднихъ и заднихъ конечностяхъ были отрѣзаны, такъ что изъ ранъ постоянно просачивалась кровяная жидкость. Въ спинной лимфатической мѣшокъ каждой лягушки время отъ времени впрыскивали 0,7% растворъ поваренной соли съ 3% содержаниемъ винограднаго сахара.

Рѣзкая реакція на сахаръ жидкости, обращающейся въ кровеносной системѣ лягушекъ, получилась черезъ

2 часа отъ начала опыта. Затѣмъ всѣ конечности были перевязаны нитками, и просачиваніе жидкости изъ ранъ, такимъ образомъ, было остановлено. Далѣе, были открыты plexus ischiad. и сосуды; правые plexus у обѣихъ лягушекъ были перерѣзаны, а лѣвые—оставлены въ цѣлости и раздражались токомъ въ теченіе 1½ часовъ съ перерывами (катушки раздвигались отъ 27—24 сент.). Кровообращеніе продолжалось во все время опыта. CaNH_4 былъ взятъ 8%.

Таблица № 19.

Опытъ 24. Сахаръ въ крови. Съ кровообраще- ніемъ. Раздраже- ніе 90 мин.	Покройная мышца.		Тетанизированные мышцы.		Diff.
Навески для бѣлк. анал. . .	1,5228 grm.	1,7565 grm.	1,9075 grm.	2,3350 grm.	
Альбумины . .	2,11	2,11	1,91	1,91	1,91 — 0,20
Глобулины . .	5,63	3,56	4,19	2,24	2,24 — 1,32
Миостромным . .	15,16	11,55	11,97	9,76	9,76 — 1,79
Всѣ бѣлки . .	17,27	17,18	17,22	13,88	13,95 — 3,31
Навески для плотн. вѣщ. . .	0,5815 grm.		0,6700 grm.		
Плотн. вѣществ.			21,89	17,09	17,09 — 4,80
Небѣлк. плотн. вѣщества . . .			4,67	3,18	3,18 — 1,49

Опытъ 25-й 21-го февраля.

Для опыта взяты двѣ лягушки средней величины. Опытъ поставленъ совершенно такъ же, какъ и предыдущіе два. Рѣзкая реакція на сахаръ получена была приблизительно также черезъ 2 часа отъ начала опыта. Кровообращеніе во время опыта было сохранено; раздраженіе токомъ продолжалось $\frac{3}{4}$ часа съ перерывами

(катушки были раздвинуты отъ 27—22 сент.). Все остальное произведено по прежнему.

Таблица № 20.

Опытъ 25. Сахаръ въ крови. Съ кровообраще- ніемъ. Раздраже- ніе 45 мин.	Покройная мышца.		Тетанизированные мышцы.		Diff.
Навески для бѣлк. анал. . .	1,5597 grm.	1,7680 grm.		1,9130 grm.	2,1172 grm.
Альбумины . .	1,66	1,66	1,33	1,33	1,33 — 0,33
Глобулины . .	5,09	3,47	3,47	3,47	2,25 — 1,22
Миостромным . .	14,11	10,61	10,61	11,86	9,51 — 1,10
Всѣ бѣлки . .	15,77	15,70	15,74	13,19	12,98 — 2,65
Навески для плотн. вѣщ. . .	0,6602 grm.		0,6210 grm.		
Плотн. вѣществ.			20,99	17,55	17,55 — 3,44
Небѣлк. плотн. вѣщества . . .			5,25	4,46	4,46 — 0,79

IV рядъ опытовъ.

Относящіяся сюда четыре опыта на лягушкахъ отличаются отъ всѣхъ прочихъ опытовъ тѣмъ, что, передъ раздраженіемъ индуктивнымъ токомъ, лягушки были предварительно отравлены или кураре (въ первыхъ 3-хъ опытахъ), или вератриномъ (въ 4-омъ опытѣ). Поэтому сокращенія мышцъ пришлось получать въ первыхъ трехъ опытахъ черезъ непосредственное раздраженіе самихъ мышцъ черезъ кожу, также и въ четвертомъ опытѣ, гдѣ лягушка была отравлена вератриномъ, большею частью раздраженіе токомъ производилось черезъ кожу прямо на мышцу, такъ какъ отравленіе оказалось настолько сильнымъ, что plexus ischiadicus, черезъ нѣсколько минутъ отъ начала раздраженія его токомъ, уже пересталъ реагировать на послѣдній.

Опыт 26-й 10-го марта.

Взяты двѣ лягушки, голодавшія съ осени. Въ спинной лимфатической мѣшокъ каждой лягушки вприсунуто нѣкоторое количество кураре. Черезъ три минуты послѣ вприскиванія наступила потеря движеній и рефлексовъ съ кожи. Послѣ этого у обѣихъ лягушекъ перерѣзаны были кровеносные сосуды, идущіе въ заднія конечности, и кровь изъ послѣднихъ выпущена, по возможности, вся; затѣмъ правыя ножки отрѣзаны прочь, а лѣвыя—оставлены при туловищѣ. Раздраженіе индуктивнымъ токомъ производилось прямо черезъ кожу на мышцы: токъ приходилось брать сильный, сдвигая катушки аппарата до 10—6 сент.

Раздраженіе съ перерывами продолжалось въ теченіи 30 минутъ. Вскорѣ послѣ начала раздраженія сила сокращеній мышцъ стала замѣтно ослабѣвать. Раздраженія производились, по возможности, въ различныхъ мѣстахъ раздражаемыхъ заднихъ конечностей лягушекъ. Все остальное произведено по прежнему. CINH_4 взять 8‰.

Таблица № 21.

Опытъ 26-й. Отравленіе кураре. Безъ кровообращенія. Раздраженіе 30м.	Покройныя мышцы.		Тетанизованныя мышцы.		Диф.
		%		%	
Навѣски для бѣлк. анал. . .	1,9480 grm.	2,7380 grm.	1,9411 grm.	2,5150 grm.	
Альбумины . . .	1,38	3,94	1,28	3,53	1,28 —0,10
Глобулины . . .	12,22	9,45	12,02	9,82	2,22 —0,44
Миостромны . . .	13,60	13,39	13,30	13,35	9,82 +0,37
Вѣс бѣлки . . .					13,32 —0,17
Навѣски для плот. вещ. . .	0,5130 grm.		1,0555 grm.		
Плот. вещества.		17,44		17,14	—0,80
Небѣлк. плотн. вещества . . .		3,96		3,82	—0,13

Опытъ 27-й 14-го марта.

Взяты двѣ лягушки; каждой вприсунуто подь кожу нѣкоторое количество имбушагося у насъ раствора кураре. Потеря движеній наступила черезъ 3 минуты послѣ вприскиванія. Правыя заднія конечности были перестануты en masse ниткой у таза и за тѣмъ отрѣзаны ниже мѣста перевязки: кровотеченія изъ ранъ не было.

Раздраженіе токомъ мышцъ лѣвыхъ заднихъ конечностей лягушекъ производилось прямо черезъ кожу. Токъ приходилось употреблять сильный, такъ что катушки аппарата сдвигались до 6 сент.

Тетанусъ мышцъ вначалѣ раздраженія получался довольно сильный, но черезъ нѣкоторое время (минутъ черезъ 20) сила сокращеній мышцъ стала замѣтно ослабѣвать.

Раздраженіе съ перерывами продолжалось 45 минутъ. Кровообращеніе во время опыта было сохранено, въ чемъ можно было убѣдиться послѣ опыта при вскрытіи лягушки. CINH_4 взять 8‰.

Таблица № 22.

Опытъ 27-й. Отравленіе кураре. Съ кровообращеніемъ. Раздраженіе 75 мин.	Покройныя мышцы.		Тетанизованныя мышцы.		Диф.
		%		%	
Навѣски для бѣлк. анал. . .	1,0710 grm.	1,5925 grm.	1,4446 grm.	1,7585 grm.	
Альбумины . . .	1,26	3,74	1,26	4,08	1,73 +0,47
Глобулины . . .	10,50	8,16	2,41	9,55	2,39 —0,02
Миостромны . . .		8,16		7,08	7,08 —1,08
Вѣс бѣлки . . .	11,76	11,90	11,88	11,11	11,20 —0,63
Навѣски для плот. вещ. . .	0,4405 grm.		0,6475 grm.		
Плот. вещества.		16,28		14,82	—1,41
Небѣлк. плотн. вещества . . .		4,40		3,62	—0,78

Опыт 28-й 20-го марта.

Для опыта взяты двѣ лягушки; каждой подъ кожу впрыснуто въкоторое количество кураре, вдвое меньшее, чѣмъ въ предыдущихъ опытахъ. Потера движеній наступила черезъ 10 минутъ послѣ впрыскиванія. Затѣмъ правая задняя конечности лягушекъ были отрѣзаны прочь ниже мѣста перевязки ихъ en masse ниткой, лѣвья-же—раздражались токомъ прямо черезъ кожу, причемъ катушки были сдвигаемы отъ 10—до 6 сент. Раздраженіе съ перерывами производилось въ продолженіе 90 минутъ. Сокращенія во все время опыта были достаточно сильны, и раздраженіе можно было-бы продолжать, повидимому, неопредѣленно долгое время. Кровообращеніе во время опыта было сохранено.

Таблица № 23.

Опытъ 28-й. Отравленіе ку- раре. Съ крово- обращеніемъ. Раздраженіе 90м.	Покойныя мышцы.		Тетанизированные мышцы.		Диф.
			%		%
Навѣски для бѣлк. анал. . . .	1,4760 grm.	1,6132 grm.	1,4537 grm.	2,1376 grm.	
Альбуины . . .	1,36	4,43	1,86	2,23	2,23 + 0,87
Глобулины . . .	12,23		3,14	5,23	8,00 — 1,14
Міостромины . . .	9,02	9,02	10,69	7,69	7,69 — 1,33
Всѣ бѣлки . . .	13,59	13,45	13,52	12,92	12,92 — 0,60
Навѣски для плот. вѣщ. . . .	0,5525 grm.		0,7880 grm.		
Плотн. вѣщ. . . .			18,09		16,49 — 1,60
Нѣбѣлков. плот. вѣщ.			4,57		3,57 — 1,00

Опытъ 29-й 27-го марта.

Двумъ лягушкамъ, голодавшимъ съ осени, выпрыснуто подъ кожу по 0,05 mlg. вератрина (воднаго раствора).

Минуты черезъ 3 послѣ впрыскиванія уже наступили явленія угнетенія безъ замѣтнаго предварительнаго періода раздраженія; впрочемъ, вначалѣ сокращенія мышцъ были довольно сильны и продолжительны. Первые 10 минутъ раздраженіе токомъ производилось черезъ лѣвые plexus ischiadici, а правые были перерѣзаны; когда-же при такомъ способѣ раздраженія сокращенія мышцъ стали получаться крайне вялыя, пришлось раздражать лѣвья конечности сильнымъ токомъ прямо черезъ кожу, причемъ правья ножки были заранѣе отрѣзаны послѣ предварительной перевязки ихъ у таза en masse.

Но и при такомъ раздраженіи мышцы скоро перестали хорошо сокращаться, такъ что черезъ 20 минутъ отъ начала раздраженія мышцъ черезъ кожу опытъ пришлось прекратить, ибо никакіе токи уже не вызывали сколько нибудь замѣтныхъ мышечныхъ сокращеній.

Такимъ образомъ, раздраженіе съ перерывами продолжалось всего 30 минутъ.

Кровообращеніе было сохранено, хотя біеніе артерій было крайне слабое и не всегда уловимое глазомъ.

По вскрытіи грудной клѣтки, сердце у одной лягушки продолжало еще биться, хотя и очень рѣдко, а у другой—біеніе уже прекратилось.

Вообще, нужно сказать, что выпрыснутая доза вератрина въ 0,05 mlg. оказалась слишкомъ большой для взятыхъ лягушекъ, и намъ, собственно говоря, не удалось получить посредствомъ отравленія вератриномъ лягушекъ того состоянія ихъ мышцъ, когда онѣ дѣлаются болѣе раздражительными и энергичными въ своихъ сокращеніяхъ; но, подъ влияніемъ выпрыснутой дозы вератрина, мышцы весьма быстро утратили свою нормальную раздражительность, и получилось какъ

разъ обратное тому, чего мы, собственно, добивались. Тѣмъ не менѣе, мы считаемъ необходимымъ привести результаты данного опыта.

Таблица № 24.

Опытъ 29. Отравленіе пера- гринномъ. Съ кро- вообращеніемъ. Раздраженіе 30 мин.	Покойныя мышца:		Тетанизованныя мышца:		Diff.
	гм.	%	гм.	%	
Навѣски для бѣлк. анал. . .	1,5230 grm.	2,0932 grm.	1,7025 grm.	2,5310 grm.	
Альбумина . . .	1,57	1,57	1,29	1,29	-0,28
Глобулина . . .	12,14	4,29	11,54	3,85	-0,16
Мюстромини . . .		9,31		8,88	-0,43
Всѣхъ бѣлковъ.	13,71	13,60	12,83	12,78	-0,87
Навѣски для плот. веш. . . .	0,5647 grm.		0,6888 grm.		
Плотныя веш. . .		17,55		16,79	-0,76
Небѣлков. плот. веш.		3,90		4,01	+0,11

Приступая теперь къ рассмотрѣнію вышеприведенныхъ результатовъ 4-хъ группъ опытовъ, мы считаемъ необходимымъ прежде всего обратить вниманіе на первыя три изъ нихъ, а именно, на состояніе плотныхъ и бѣлковыхъ веществъ въ тетанизованныхъ мышцахъ при сохраненномъ кровообращеніи въ послѣднихъ. Сюда же, конечно, нужно отнести и послѣдніе два опыта изъ предыдущей главы.

Изъ относящихся сюда данныхъ 13-ти опытовъ и изъ результатовъ выше описанныхъ опытовъ безъ кровообращенія въ тетанизованныхъ мышцахъ ясно вытекаетъ, что:

Мышцы, работающія при сохраненномъ кровообращеніи, теряютъ гораздо болѣе плотныхъ веществъ вообще

и бѣлковъ въ частности, чѣмъ при отсутствіи кровообращенія.

Потеря эта въ среднемъ въ 60 минутъ для плотныхъ веществъ достигаетъ до 3,15%⁶, а для бѣлковъ— до 2,25% (на свѣжія мышцы).

Далѣе, что касается до отношенія между количествомъ потери плотныхъ и бѣлковыхъ веществъ работающими мышцами, съ одной стороны, и продолжительностью раздраженія, съ другой,—то, изъ рассмотрѣнія опытовъ наиболее близкихъ между собой по своимъ условіямъ кромѣ, конечно, продолжительности работы, слѣдуетъ, что:

Потеря плотныхъ веществъ и ангидридныхъ бѣлковъ дѣятельными мышцами при сохраненномъ кровообращеніи находится въ прямомъ отношеніи къ продолжительности раздраженія, при прочихъ равныхъ условіяхъ.

Это отношеніе ясно выражено въ опытахъ 15 и 16-омъ, а также и въ 23, 24 и 25 опытахъ. Между прочимъ, опыты 17, 18, 19 и 20-ныя наглядно показываютъ, что, при одинаковой приблизительно продолжительности раздраженія и прочихъ одинаковыхъ условіяхъ, потери ангидридныхъ бѣлковъ работающими мышцами почти равны между собой.

Такимъ образомъ, изъ всего сказаннаго очевидно, что, при тетанусѣ мышцъ съ сохраненнымъ кровообращеніемъ въ послѣднихъ, составъ мышечной ткани претерпѣваетъ громадныя измѣненія: мышцы при этомъ теряютъ большое количество плотныхъ веществъ и, соотвѣтственно этому, становятся болѣе богаты водою.

Какимъ образомъ нужно объяснить себѣ увеличеніе содержанія воды въ мышцахъ, работавшихъ при сохраненномъ кровообращеніи?

Обстоятельныя изслѣдованія Ranke до нѣкоторой степени высвѣтляютъ указанное явленіе.

Ranke (l. c.) первый показалъ, на основаніи цѣлаго ряда опытовъ на лягушкахъ, что тетанизованныя мышцы (при стрихнинномъ отравленіи) теряютъ довольно значительное количество своихъ плотныхъ веществъ и становятся болѣе богатыми водою. Далѣе,

показавъ, что при тетанизации мышцъ, лишенныхъ кровообращения, въ послѣднихъ не обнаруживается сколько-нибудь замѣтнаго увеличенія содержания воды, *Ranke* говоритъ, что: „Das Phänomen der Wasserzunahme des Muskels und damit correspondirend der Abnahme seiner festen Stoffe, wie es sich nach dem Tetanus bei dem lebenden, unversehrten Thiere constant zeigt, beruht nicht auf einer etwaigen Wasserbildung durch Oxydation innerhalb des Muskels“ (I. с. стр. 87).

Поэтому *Ranke* предполагаетъ, что указанное увеличение содержания воды въ тетанизованныхъ мышцахъ при сохраненномъ кровообращеніи зависитъ отъ диффузионныхъ процессовъ между мышцами и омывающей послѣдніа лимфой и кровью. Дѣйствительно, опредѣленія *Ranke* воды и плотныхъ веществъ въ крови лягушекъ покойныхъ и тетанизованныхъ (посредствомъ стрихниннаго отравленія) показали, что кровь лягушекъ послѣ тетануса въ среднемъ на 1,3% богаче плотными веществами и соотвѣтственно бѣднѣе водой, чѣмъ кровь покойныхъ лягушекъ. Отсюда необходимо допустить, что при тетанусѣ въ мышцахъ образовались какія-то легко диффундирующія вещества, которыя и перешли въ кровеносную систему. Дальнѣйшими своими опытами *Ranke* показалъ, что увеличенное содержаніе воды въ тетанизованныхъ мышцахъ обусловливается повышенной всасывающей способностью послѣднихъ, а не просто только въ силу измѣненнаго давленія въ кровеносной системѣ вслѣдствіе тетануса.

Указанную увеличенную способность всасыванія тетанизованныхъ мышцъ *Ranke* объяснилъ тѣмъ, что при тетанусѣ образуется кислота (молочная?), благодаря которой прежде всего и существеннымъ образомъ обусловливается разбираемая особенность тетанизованныхъ мышцъ. Конечно, нельзя отрицать, что образующаяся при тетанусѣ мышца молочная кислота играетъ извѣстную роль въ рассматриваемомъ нами явленіи, но ни *Ranke* и никто другой не имѣетъ достаточныхъ фактическихъ данныхъ для предостав-

ленія молочной кислотѣ исключительнаго значенія для указанной значительно повышенной способности всасыванія работающихъ мышцъ.

Кромѣ молочной кислоты въ работающихъ мышцахъ, безъ сомнѣнія, появляется и много другихъ продуктовъ, образовавшихся преимущественно изъ разрушившихся бѣлковъ мышцъ; всѣ эти вновь появившіяся вещества рано или поздно должны быть удалены изъ мышцъ, для чего, конечно, потребуются также диффузионные процессы, посредствомъ которыхъ только и мыслимъ переходъ веществъ изъ клетокъ въ окружающую лимфу и кровеносные сосуды.

Далѣе намъ кажется, что *Ranke* не вполне правъ, объясняя увеличенное содержаніе воды въ тетанизованныхъ мышцахъ при сохраненномъ кровообращеніи только абсолютнымъ увеличеніемъ ея количества насчетъ лимфы и крови.

Процентное содержаніе воды въ работающихъ мышцахъ можетъ значительно увеличиться, такъ сказать, относительно, просто вслѣдствіе того, что часть плотныхъ веществъ мышца будетъ удалена изъ послѣднихъ токомъ лимфы и крови.

Такимъ образомъ, на основаніи всего сказаннаго, безъ сомнѣнія, нужно признать, что увеличеніе содержания воды въ тетанизованныхъ мышцахъ зависитъ главнымъ образомъ отъ увеличенной всасывающей способности работающихъ мышцъ вслѣдствіе появленія въ послѣднихъ легко диффундирующихъ продуктовъ распада веществъ мышечной ткани, причемъ увеличеніе количества воды будетъ и абсолютное и относительное (вслѣдствіе уменьшенія количества плотныхъ веществъ). Кромѣ того, нельзя также совершенно обойти молчаніемъ и тотъ нами уже разсмотрѣнный въ предыдущей главѣ фактъ, что въ тетанизованныхъ мышцахъ насчетъ вещества послѣднихъ можетъ вновь образоваться вода и иногда въ довольно таки замѣтномъ количествѣ; нужно думать, что это новообразование воды принимаетъ также нѣкоторое участіе и въ увеличеніи содержанія воды въ

мышцах, работающих при сохраненном кровообращении.

Само собой понятно, что вследствие крайней сложности и подвижности явлений, происходящих в работающих при сохраненном кровообращении мышцах, мы не можем определенно сказать, сколько в данное время при данных условиях тетанизованная мышца действительно потеряла своих плотных веществ, вообще, и белков, в частности.

Если-бы можно было узнать, сколько воды образуется внутри самих работающих мышц, сколько ее проникает из омывающих последних жидкостей в течение определенного времени работы, и какое количество плотных веществ унесено из мышц вонь, то только тогда можно было-бы представить абсолютные цифры для тех или других составных частей мышц. Но пока подобная задача еще не разрешима, и нам приходится довольствоваться теми величинами, которые получаются, если рассматривать и сравнивать между собой процентный состав мышц покойных и тетанизованных. Полученные числа, конечно, не выражают абсолютных действительных изменений тех или других веществ в работающих мышцах, но они все-таки дают приблизительно верное представление об этих изменениях и в сравнительных опытах, конечно, насколько не помешает правильности тех или других заключений.

Итак, полученные весьма резкие различия в составе покойных и тетанизованных при сохраненном кровообращении мышц, по отношению к плотным и белковым веществам последних, не суть мнимые явления, но явления, действительно происходящие в работающих мышцах и показывающие, что вещество последних усиленно разрушается, часть новообразовавшихся продуктов уносится током жидкостей вонь, взамен этих веществ, удаленных из работающих мышц, в последние поступает вода и пр.

Между прочим, в некоторых опытах *Ranke* имеются такие явления, что тетанизованные мышцы, всосавши в себя известное, наибольшее количество жидкости, через некоторое время начинают, так сказать, выжимать ее из себя и таким образом сами собой способны освобождаться от избытка воды.

Это явление, как совершенно справедливо думает *Ranke*, дает указание и некоторое объяснение тому, каким образом мышцы, работающие при нормальных условиях, способны освобождаться от избытка воды, выравнивать свой состав и, таким образом, снова быть способными для производства работы.

Наше положение, что мышцы, работающие при сохраненном кровообращении, теряют гораздо больше плотных веществ, вообще, и белков, в частности, чем при отсутствии кровообращения, нужно, конечно, понимать в том смысле, что при кровообращении, т. е. при нормальных условиях, мышца в полной мере в течение определенного времени способна развернуть свои силы. Действительно в течении, например, часа времени, при известной силе индукционного тока, приложенного к нервам для раздражения, мышцы, при сохранении кровообращения в них, производят сильные тетанические сокращения, и если во время опыта давать мышцам кратковременный отдых, то сокращения еще долго будут происходить с прежней энергией и силой. Для нас теперь понятна указанная способность работающих при кровообращении мышц: мышцы освобождаются от веществ, образовавшихся при сокращении и, очевидно, вредных и мешающих свободным отращиванием тканей; кроме того постоянным током жидкостей мышцам непрерывно приносится кислород и разные вещества, нейтрализующие как образовавшиеся при мышечной работе молочную кислоту, так, вероятно, и другие вредные для живой ткани продукты распада последней.

Между тем, как мы уже видели раньше, мышцы, работающие при отсутствии кровообращения, лишены

всѣхъ только что описанныхъ благоприятныхъ условий для дѣятельности, и потому совершенно понятенъ тотъ фактъ, что только въ теченіи какихъ нибудь 10—15 минутъ раздраженія токомъ нервовъ получаютъ хорошія сокращенія, а затѣмъ сила сокращенія быстро падаетъ и вмѣстѣ съ тѣмъ, само собой разумѣется, падаютъ и тѣ химическіе процессы, которые сопровождаютъ мышечный тетанусъ.

Такимъ образомъ, въ результатѣ за часъ работы и тѣхъ и другихъ мышщ мы получаемъ довольно рѣзкія разницы въ потеряхъ различныхъ веществъ работающими мышщами.

Что касается до измѣненія отдѣльныхъ бѣлковъ формъ работающихъ при сохраненномъ кровообращеніи мышцахъ, то мы прежде всего обратимъ вниманіе на состояніе альбуминовъ.

Разсматривая относящаяся къ данной главѣ таблицы 4-хъ группъ опытовъ на лягушкахъ, мы видимъ, что *въ большинствѣ опытовъ, именно въ 11 (изъ 15-ти, включая сюда и 12-й опытъ) альбумины уменьшены въ количествѣ; абсолютная потеря мышцами альбуминовъ среднимъ числомъ въ 60 минутъ достигаетъ всего только 0,31% на влажную мышцу. Увеличеніе количества альбуминовъ наблюдалось только въ 4хъ случаяхъ изъ 15-ти.*

Такимъ образомъ, мы видимъ, что альбумины мышщ работающихъ какъ при отсутствіи кровообращенія, такъ и при сохраненномъ кровообращеніи, не испытываютъ въ большинствѣ случаевъ особыхъ рѣзкихъ измѣненій въ своемъ количествѣ.

Однако если въ указанныхъ 15-ти случаяхъ принять содержаніе альбуминовъ въ сренемъ за 1,93%, то средняя потеря въ часъ — 0,31% — работающими при сохраненномъ кровообращеніи мышщами будетъ составлять около 16% общаго средняго количества мышечныхъ альбуминовъ.

Какъ мы выше сказали, въ 4-хъ опытахъ (15, 16, 27, 28-мъ) наблюдалось увеличеніе количества альбуминовъ въ работающихъ мышцахъ; въ среднемъ

изъ 4-хъ опытовъ за часъ тетануса это наростаніе альбуминовъ достигаетъ до 0,60%, а въ одномъ случаѣ, именно въ 15-мъ опытѣ, прибыль въ альбуминахъ достигла довольно значительной величины — 1,08% на влажную мышцу.

Какимъ образомъ объяснить это странное явленіе?

Почти съ одинаковой достовѣрностью можно представить два объясненія для разбираемаго явленія. Первое объясненіе заключается въ томъ, что работающая мышца, благодаря своей повышенной всасывательной способности, захватила въ себя большое количество бѣлковой жидкости изъ крови и такимъ образомъ стала богаче растворимыми бѣлками, чѣмъ соответствующая покойная мышца. Если это такъ, то почему-же въ большинствѣ другихъ случаевъ, гдѣ условия опытовъ были въ общемъ одинаковы съ описанными 4-мя опытами (15, 16, 27, 28), мы не замѣчаемъ подобнаго увеличенія количества альбуминовъ въ работающихъ мышцахъ, а на оборотъ — уменьшеніе этихъ бѣлковъ?

Кромѣ того, указанное предположеніе никакъ не вяжется съ тѣмъ фактомъ, что въ разбираемыхъ четырехъ опытахъ количество глобулиновъ, за исключеніемъ одного случая (16-ый опытъ), остается почти одинаковымъ какъ въ покойныхъ, такъ и въ работающихъ мышцахъ, между тѣмъ какъ слѣдовало бы ожидать и въ глобулинахъ тѣ или другія значительныя измѣненія, въ зависимости отъ самой работы и вслѣдствіе предположеннаго захвата работавшими мышцами бѣлковой жидкости изъ крови.

Что касается состоянія питанія самихъ лягушекъ въ данныхъ 4хъ опытахъ, то въ двухъ опытахъ (15, и 16-омъ) лягушки были взяты въ концѣ іюня, и, слѣдовательно, питаніе ихъ было хорошее, въ другихъ двухъ опытахъ (27 и 28) лягушки были зимнія, истощенныя продолжительнымъ голоданіемъ; очевидно поэтому, что питаніе лягушекъ не имѣетъ какого-либо особаго значенія для выясненія разбираемаго нами явленія.

Если мы обратим внимание на потери в бѣлках работающих мышцами, то замѣтим, что во всѣхъ этихъ 4-хъ опытахъ потеря бѣлковъ почти пѣбликомъ (кромѣ 16-аго опыта) относится на группу міостроминовъ, тогда какъ глобулины теряютъ весьма мало; въ 27 и 28-мъ опытахъ количество глобулиновъ въ покойныхъ и работающихъ мышцахъ можно считать одинаковымъ.

Кромѣ того, въ данныхъ 4-хъ опытахъ можно замѣтить, что чѣмъ больше потеря міостроминовъ, тѣмъ больше прибыли въ альбуминахъ. Отсюда естественно является предположеніе, что, можетъ быть, разбираемое нами увеличеніе количества альбуминовъ въ работавшихъ мышцахъ всецѣло произошло на счетъ міостроминовъ.

Вѣдь міостромины, какъ мы уже раньше видѣли изъ работъ *А. Данилевскаго*, представляютъ изъ себя бѣлки сложнаго строенія. Поэтому при образованіи міостроминовъ организмъ, очевидно, пользуется болѣе простымъ, обыкновеннымъ матеріаломъ, изъ котораго онъ строитъ уже сложную міостроминовую частицу.

*А. Данилевскій*¹⁾, изучая ближайшіе продукты распада міостроминовъ подъ вліяніемъ разведенныхъ кислотъ, постоянно находилъ большое количество ацидальбумина или синтонина рядомъ съ другими не бѣлковыми продуктами.

Въ міостроминахъ, по мнѣнію *А. Данилевскаго*, бѣлковая частица находится въ видѣ міозина, соединеннаго съ посторонними атомными группами, а именно—съ лецитиномъ и хондронидомъ.

Возможно предположить, что при мышечной работѣ міостроминъ сначала распался именно на указанные выше тѣла, причемъ появившійся синтонинъ подвергся превращенію въ альбуминовую форму, оставшуюся въ мышечномъ сокѣ, а хондронидъ, какъ вещество менѣе способное къ пластикѣ, былъ потраченъ работающей мышцей.

А. Данилевскій. Физиолог. сборн. *А.* и *В. Данилевскихъ.* т. I, стр. 353.

Какъ бы то ни было, во всякомъ случаѣ мы отмѣчаемъ выше приведенное предположеніе, что наблюдавшееся въ 4-хъ указанныхъ опытахъ увеличеніе количества альбуминовъ (вообще бѣлковъ воднаго извлеченія изъ мышцъ) обязано своимъ существованіемъ или одной изъ составныхъ частей міостромина, или же даже такъ или иначе измѣнившемуся глобулину и перешедшему въ водное извлеченіе. Впрочемъ, о послѣднемъ предположеніи мы скажемъ нѣсколько словъ, когда будемъ описывать наши опыты надъ тетанизацией мышцъ кроликовъ; въ этихъ опытахъ, между прочимъ, также наблюдалось нѣкоторое увеличеніе количества альбуминовъ въ работавшихъ мышцахъ.

Мы такъ долго остановились на выясненіи разбираемаго нами явленія потому, что вопросъ о соотношеніи различныхъ бѣлковыхъ формъ между собой, о построеніи этихъ формъ и переходѣ ихъ одна въ другую имѣетъ большой научный интересъ, и всякіе факты, даже намѣки, указывающіе осязательно на образованіе однихъ бѣлковъ изъ другихъ въ живой ткани, представляютъ достойнымъ вниманія и дальнѣйшей разработки.

Итакъ, представивъ разныя объясненія для разсматриваемаго нами явленія, мы тѣмъ не менѣе не считаемъ себя въ правѣ рѣшительно высказаться въ пользу того или другого предположенія и оставляемъ вопросъ открытымъ.

Разсматривая далѣе полученныя нами данныя изъ опытовъ тетанизации мышцъ при сохраненномъ кровообращеніи въ послѣднихъ, мы видимъ, что *въ дѣятельныхъ мышцахъ міозинъ (глобулины) уменьшается въ количествѣ въ большей или меньшей степени во всѣхъ случаяхъ.*

Потеря міозина дѣятельными мышцами иногда достигаетъ довольно значительныхъ размѣровъ, напр. въ 14-омъ опытѣ—до 2,26% (на влажную мышцу).

Въ среднемъ изъ 11-ти опытовъ (4-я группа опытовъ исключена, какъ совершенно отличная отъ другихъ группъ по своимъ условіямъ) въ 60 минутъ въ

дѣятельныхъ мышцахъ мѳозина исчезаетъ 0,89%, что, по отношенію къ среднему количеству мѳозина въ данныхъ опытахъ—3,78%,—составляетъ 23,5%, а по отношенію къ средней потерѣ общаго количества бѣлковъ—2,36%,—37,7%.

Что касается до состоянія міостроминовъ въ дѣятельныхъ мышцахъ при сохраненномъ кровообращеніи въ послѣднихъ, то изъ таблицъ явствуетъ, что *міостромины въ дѣятельныхъ мышцахъ уменьшены въ количествѣ въ болѣе или менѣе степени во всѣхъ случаяхъ.*

Потеря міостроминовъ дѣятельными мышцами весьма велика и до стигаетъ отъ 1,01 (въ 23 оп.) до 3,73% (въ 15 оп.). Въ среднемъ изъ 12-ти опытовъ (включивъ сюда и 13 опытъ изъ предыдущей главы и исключая 4-ю группу опытовъ) въ дѣятельныхъ мышцахъ въ 60 минутъ исчезаетъ міостроминовъ 1,38%, что, по отношенію къ среднему количеству міостроминовъ въ данныхъ опытахъ—11,06%,—составляетъ 12,4%, а по отношенію къ средней потерѣ общаго количества бѣлковъ въ 60 минутъ въ тѣхъ же опытахъ—2,38%,—составляетъ 57,9%.

Такимъ образомъ, изъ приведенныхъ фактовъ мы видимъ, что при работѣ мышць съ сохраненнымъ кровообращеніемъ въ нихъ, т. е. при нормальныхъ условіяхъ, сама мышца, ея, такъ-сказать, существо подвергается громадному и рѣзкому измѣненію: именно, специфическая бѣлковая вѣщества мышць исчезаютъ въ болѣшомъ количествѣ.

Мы видѣли, что громадная доля общей потери дѣятельными мышцами ангидридныхъ бѣлковъ приходится на глобулины и міостромины.

Для простоты вычисленія, чтобъ только наглядно показать сравнительно незначительное участіе альбуминовъ (бѣлковъ воднаго извлеченія изъ мышць) въ общей потерѣ бѣлковъ, мы прямо поступимъ такъ: потеря глобулиновъ составляетъ 37,7% общей потери бѣлковъ, потеря міостроминовъ—57,9%, значить, потеря альбуминовъ равна 100 — (37,7 + 57,9%), т. е.

всего только 4,4% общей потери бѣлковъ. Понятно, вычисленіе это схематично.

Въ рассмотрѣнныхъ раньше опытахъ дѣятельности мышць при отсутствіи кровообращенія мы показали, что существенное измѣненіе при работѣ претерпѣваютъ главнымъ образомъ глобулины и частью альбумины, между тѣмъ какъ міостромины не обнаружили сколько-нибудь замѣтнаго измѣненія въ своемъ количествѣ. Отсюда нужно заключить, что проявленіе мышечной дѣятельности всегда связывается съ болѣшимъ или меньшимъ измѣненіемъ въ глобулинахъ, и что міостромины могутъ пріемомъ оставаться, не претерпѣвая сколько-нибудь существенныхъ измѣненій.

Но, при условіи нормальной мышечной дѣятельности, т. е. при сохраненіи кровообращенія въ мышцахъ, когда онѣ имѣютъ возможность, подъ влияніемъ тѣхъ или другихъ импульсовъ, вполне свободно и широко развертывать свои силы, потеря бѣлковъ работающими мышцами не ограничивается тратой глобулиновъ и только частью альбуминовъ, но также и даже въ значительной степени потребляются пріемомъ міостромины.

Мы уже видѣли, что для лягушекъ въ среднемъ потеря дѣятельными мышцами міостроминовъ даже замѣтно болѣе, чѣмъ потеря глобулиновъ.

Разсматривая внимательно приведенныхъ въ этой главѣ таблицы, можно отмѣтить слѣдующее: *Въ тѣхъ случаяхъ, когда мышцы лягушекъ (все равно, осеннихъ-зимнихъ или весеннихъ-лѣтнихъ) содержатъ сравнительно значительное количество глобулиновъ, послѣдніе исчезаютъ при работѣ въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ.*

Наиболѣе рѣзко это явленіе выразилось въ опытахъ 14 и 23; въ данныхъ опытахъ потеря мышцами глобулиновъ даже превышаетъ потерю міостроминовъ: въ 14 оп. содержаніе глобулиновъ въ мышцахъ представляется наибольшимъ, какое когда-либо мы встрѣчали въ мышцахъ нашихъ лягушекъ, именно 5.62%, и потеря глобулиновъ оказалось—2,26%; потеря міостро-

миновъ же=1,25%; то же самое и въ 23 опытѣ: всего глобулиновъ имѣется 4,54%, потеря ихъ = 1,77, потеря міостроминовъ=1,01%.

Обыкновенно количество глобулиновъ въ мышцахъ нашихъ лягушекъ не превышаетъ 4% и колеблется вокругъ цифры 3,50%.

Вообще нужно все-таки отметить, что мышцы лягушекъ бедны глобулинами сравнительно съ содержаніемъ міостроминовъ, и потому въ большинствѣ нашихъ опытовъ потеря дѣятельными мышцами міостроминовъ преобладаетъ надъ тратой глобулиновъ.

Разсматривая далѣе наши таблицы, въ нѣкоторыхъ случаяхъ можно отмѣтить слѣдующее замѣчательное явленіе: иногда въ дѣятельныхъ мышцахъ потеря бѣлковъ приходится почти исключительно на долю міостроминовъ. Это явленіе, вообще говоря, замѣчается въ 15, 16, 20, 22 оп., но особенно рѣзко оно выражено въ 27 и 28 опытахъ.

Дѣйствительно, въ 27 опытѣ потеря глобулиновъ равна 0,02%, а въ 28 оп.—0,14%, между тѣмъ какъ потеря міостроминовъ въ 27 оп. достигаетъ до 1,08%, а въ 28 оп.—1,33%. Между прочимъ, количество глобулиновъ въ мышцахъ лягушекъ, взятыхъ для этихъ опытовъ, крайне незначительно, особенно въ 27 оп., гдѣ оно достигаетъ всего только 2,41%. Опыты 27 и 28-й показываютъ также, что мышца, повидимому, съ одинаковой пользой можетъ тратить при своей дѣятельности только одни міостромины, не трогая глобулиновъ.

Само собою разумѣется, что для болѣе строгаго обоснованія вышеуказанныхъ положеній нашего экспериментальнаго матеріала не достаточно. Нужно проивести цѣлый рядъ особыхъ специальныхъ опытовъ на различныхъ сортахъ лягушекъ и другихъ животныхъ, при различномъ состояніи питанія ихъ мышць и пр., и только тогда соотношенія между потерями глобулиновъ и міостроминовъ въ дѣятельныхъ мышцахъ будутъ очевидны и понятны.

Фактъ относительно громаднаго участія міостро-

миновъ дѣятельныхъ мышць лягушекъ въ общей затратѣ бѣлковъ имѣетъ большое значеніе.

Только благодаря этому факту для насъ становится понятнымъ, почему въ мышцахъ лягушекъ міостроминъ въ значительной степени преобладаетъ по своему количеству надъ другими бѣлками.

Раньше взоры всѣхъ ученыхъ были устремлены только на „міозинъ“ *Kühne*, который (міозинъ) считался такъ называемымъ „сократительнымъ веществомъ“, и въ этомъ бѣлковомъ веществѣ старались найти разгадку и объясненіе отравленій мышечной ткани, между тѣмъ какъ добрая половина во бѣлковъ мышць оставалась совершенно неизвѣстной и заброшенной. Какъ мы видѣли уже, *А. Данилевскій* показалъ, что этотъ неизвѣстный бѣлокъ представляетъ изъ себя особое сложное построенное бѣлковое вещество и пр., и что его содержаніе въ большемъ или меньшемъ количествѣ по отношенію къ міозину имѣетъ опредѣляющее значеніе на характеръ дѣятельности мышць: на ихъ быстроту сокращенія и расслабленія.

Наши данныя фактически устанавливають большое значеніе міостроминовъ мышць лягушекъ для производства мышечной работы и, такимъ образомъ, вполне подтверждаютъ предположеніе *А. Данилевскаго* о возможномъ близкомъ участіи міостроминовъ при мышечной дѣятельности.

Кромѣ того, факты относительно важнаго участія міостроминовъ лягушечныхъ мышць въ общей потерѣ бѣлковъ при мышечной работѣ даютъ еще новое доказательство того положенія, что въ сущности „сократительное вещество“ мышць не представляется состоящимъ только изъ міозина, но что оно всегда содержитъ два рода основныхъ бѣлковыхъ веществъ—міозинъ и міостроминъ—въ различномъ количественномъ отношеніи ихъ между собой, и что при работѣ мышць можетъ тратиться какъ тотъ, такъ и другой бѣлокъ, отдѣльно или вмѣстѣ.

Чтобъ закончить общее обзоріе приведенныхъ въ этой главѣ экспериментальныхъ данныхъ, намъ

остаётся ещё замѣтить относительно состоянія небѣлковыхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ. Рассматривая опыты тетанизации мышцъ при сохраненномъ кровообращеніи въ послѣднихъ, мы должны высказать, что:

Потеря дѣтельными мышцами небѣлковыхъ тѣлъ происходитъ во всѣхъ случаяхъ и находится болѣе или менее въ прямой отношеніи къ продолжительности раздраженія мышцъ, къ потерѣ или плотныхъ веществъ и ангидридныхъ бѣлковъ.

Потеря эта въ общемъ изъ 13 опытовъ (съ кровообращеніемъ) въ 60 минутъ достигаетъ для мышца лягушечъ до 0,90%; изъ тѣхъ же опытовъ, какъ мы выше видѣли, средняя потеря плотныхъ веществъ = 3,15%, а — всѣхъ бѣлковъ = 2,25%. Отсюда видно, что потеря небѣлковыхъ веществъ, сравнительно съ другими, — не велика и составляетъ только 28,5% общей потери плотныхъ веществъ. Потеря дѣтельными мышцами небѣлковыхъ тѣлъ можетъ быть обусловлена съ одной стороны имѣющимися въ мышцахъ небѣлковыми тѣлами (углеводы, жиры и пр.) а съ другой — и тѣми продуктами, которые образуются при дѣтельности мышца изъ ангидридныхъ бѣлковыхъ формъ.

Понятно, что всестороннее изученіе состоянія тѣхъ или другихъ небѣлковыхъ тѣлъ имѣть существенное значеніе для рѣшенія вопроса объ источникахъ мышечной работы; въ литературѣ имѣются нѣкоторыя данныя относительно состоянія углеводовъ и жировъ при мышечномъ тетанусѣ, и мы въ общихъ чертахъ упоминаемъ объ этихъ изслѣдованіяхъ въ послѣдней главѣ нашего труда, когда мы коснемся вообще разныхъ возрѣній на существенные источники мышечной работы.

Теперь же мы перейдемъ къ частному обзорѣню 2, 3 и 4-го рядовъ опытовъ, приведенныхъ въ настоящей главѣ.

Что касается 21 и 22-го опытовъ на лягушкахъ, гдѣ въ качествѣ раздражителя для вызванія тетануса мышца были употреблены стрихнинъ, то резуль-

таты этихъ двухъ опытовъ совершенно сходны съ данными всѣхъ предыдущихъ опытовъ, гдѣ мышечная сокращенія производились раздраженіемъ исключительно нервовъ посредствомъ индукціоннаго тока. 21-й опытъ, гдѣ сокращенія мышца происходили при отсутствіи кровообращенія въ послѣднихъ, даетъ обыкновенные результаты, какіе мы видѣли въ предыдущихъ опытахъ безъ кровообращенія въ дѣтельныхъ мышцахъ, т. е. мышечная работа при данныхъ условіяхъ сопровождается потерей бѣлковъ только альбуминовой и глобулиновой группъ. Въ томъ же 21-мъ опытѣ мы опять находимъ замѣтное увеличеніе количества небѣлковыхъ веществъ въ дѣтельныхъ мышцахъ и пр.

Опытъ 22-й, гдѣ тетанусъ мышца происходилъ при сохраненномъ кровообращеніи въ послѣднихъ, по своимъ даннымъ нисколько не отличается и отъ всѣхъ прочихъ опытовъ.

Такимъ образомъ, стрихнинный тетанусъ производитъ въ бѣлковомъ составѣ мышцъ лягушечъ такія-же измѣненія, какъ и раздраженіе индукціоннымъ токомъ только однихъ нервовъ мышцъ.

Эти данныя имѣютъ громадное значеніе для прочнаго утвержденія нашихъ общихъ положеній относительно тѣхъ или другихъ измѣненій бѣлковаго состава мышца при ихъ работѣ.

Теперь мы можемъ сказать, что тетанусъ мышца, чѣмъ бы онъ ни былъ вызванъ, электрическимъ-ли раздраженіемъ нервовъ мышца, или возбужденіемъ спинного мозга посредствомъ стрихнина, всегда сопровождается глубокими измѣненіями въ бѣлковомъ составѣ самихъ мышца.

Дѣло заключается, значитъ, не въ раздраженіяхъ и въ способѣ ихъ приложенія, а — въ самихъ мышцахъ, въ способности послѣднихъ сокращаться подъ вліяніемъ всевозможныхъ агентовъ, при чемъ получаются качественно одинаковыя измѣненія состава самихъ мышца.

Указанное положеніе становится еще очевиднѣе и

достоверные, если мы обратим внимание на 4-й ряд наших опытов, где в первых трех опытах (26, 27 и 28) лягушки были отравлены кураре, так что потеряли способность двигаться и производить рефлекторные сокращения мышц при раздражении кожи. Таким образом, для вызывания сокращения мышц приходилось раздражать сильным током прямо мышцы через кожу, т. е. раздражение прилагать непосредственно к самой мышечной ткани.

Результаты одного опыта (26), произведенного при отсутствии кровообращения в действительных мышцах, и двух других (27 и 28), где кровообращение в мышцах было сохранено, в общем совершенно одинаковы с данными всех прочих уже рассмотренных нами опытов.

Нужно заметить только одно, впрочем, весьма важное обстоятельство, именно, что, при употреблении сильного тока и продолжительном раздражении имь мышц, мы все-таки не могли вызвать в течении сколько нибудь продолжительного времени тѣхъ сильныхъ и энергичныхъ мышечныхъ сокращений, которая обыкновенно получаются при сравнительно нормальныхъ условияхъ мышечной деятельности, т. е., когда нѣтъ отравления самой мышечной ткани и пр.

Очевидно, кураре парализовало не только нервныя окончания, но подѣйствовалъ уже и на самую мышечную ткань и произвелъ въ ней какія-то особыя измѣненія, результатомъ которыхъ и получилось какъ сравнительная вялость сокращеній мышц, такъ и вялость химическихъ процессовъ, сопровождающихъ эти сокращения.

Еще нагляднѣе это явление выступаетъ въ 29-мъ опытѣ, где лягушки были отравлены вератриномъ. Доза вератрина оказалась слишкомъ великой для данныхъ лягушекъ, и, вмѣсто ожидаемаго повышения раздражительности мышечной ткани, мы получили какъ разъ обратное явление: нервы потеряли нормальную раздражительность и сами мышцы въ значительной степени утратили свою сократительную способность,

такъ что сокращения получались большею частью вялыми и въ теченіе непродолжительнаго времени. При этомъ и дѣятельность сердца была ослаблена въ значительной степени, что обнаружилось подъ конецъ опыта при вскрытіи лягушекъ.

Всѣ эти обстоятельства, очевидно, и были причиной того, что измѣненія въ составѣ мышцъ оказались въ общемъ весьма небольшими.

Нельзя не отмѣтить въ этомъ опытѣ (29) увеличенія количества небѣлковыхъ тѣлъ въ дѣятельныхъ мышцахъ; съ подобнымъ явленіемъ мы уже довольно часто встрѣчались и раньше при разсматриваніи данныхъ опытовъ тетанизаній мышцъ, лишенныхъ кровообращенія. Нужно полагать, что и въ данномъ случаѣ незначительное (0,11%) увеличеніе небѣлковыхъ веществъ въ дѣятельныхъ мышцахъ, вѣроятно, зависѣло отъ вялости кровообращенія въ мышцахъ, которое не было въ состояніи въ достаточной мѣрѣ удалить изъ работающей ткани продукты распада ея вещества.

Указанными опытами съ работой мышцъ, предварительно подвергнутыхъ вліянію различныхъ ядовъ, мы только, такъ сказать, затронули весьма интересный и важный вопросъ о вліяніи всевозможныхъ веществъ на характеръ дѣятельности мышцъ и на качественныя и количественныя измѣненія состава послѣднихъ; впоследствии мы имѣемъ въ виду заняться этимъ вопросомъ специально.

Три опыта (23, 24 и 25) 3-й группы, где кровь лягушекъ въ теченіе продолжительнаго времени замѣшалась 0,7% растворомъ поваренной соли съ 3% содержаниемъ винограднаго сахара, дали совершенно такіе-же результаты, какіе мы видѣли обыкновенно и въ другихъ опытахъ работы мышцъ съ сохраненнымъ кровообращеніемъ.

Отсюда мы можемъ заключить, что *присутствіе значительнаго количества винограднаго сахара въ жидкости, циркулирующей въ тѣлѣ лягушки, не вліяетъ сколько ни-*

будь замѣтнымъ образомъ на распадѣ бѣлковыхъ веществъ въ дѣятельныхъ мышцахъ.

Кромѣ того, безъ сомнѣнія, нужно признать, что составъ крови лягушекъ былъ существенно измѣненъ вслѣдствіе замѣщенія ея указаннымъ растворомъ, и всетаки, несмотря на это, мышечныя сокращенія все время получались хорошія, и измѣненія состава мышцъ получило такое же, какое обыкновенно бываетъ при болѣе или менѣе нормальныхъ условіяхъ тетанической работы мышцъ.

Эти факты еще одинъ лишній разъ подтверждаютъ то положеніе, что въ самой мышечной ткани заключается громадный запасъ вещества, а, слѣдовательно, и скрытой напряженной энергіи, которая можетъ обнаруживаться и расходоваться неопредѣленно долгое время, причѣмъ, повидимому, все равно, протекаетъ ли черезъ мышцы нормальная кровяная жидкость, или же—значительно измѣненная въ своемъ составѣ.

Такимъ образомъ, по крайней мѣрѣ для мышцъ лягушекъ во время тетануса кровь не имѣетъ, повидимому, никакого особаго питательнаго значенія, въ смыслѣ доставленія работающимъ мышцамъ тѣхъ или другихъ веществъ, насчетъ которыхъ мышца и работаетъ. Кровь главнымъ образомъ необходима при мышечной работѣ потому, что она доставляетъ кислородъ мышечной ткани, что особенно важно для мышцъ теплокровныхъ животныхъ, нейтрализуетъ и удаляетъ продукты распада вещества самой ткани, которые, оставаясь въ послѣдней, роковымъ образомъ повлекли бы за собой прекращеніе сократительной способности мышцъ. Только послѣ работы мышць кровь должна выступить въ качествѣ восстановителя и устранителя всѣхъ тѣхъ потерь и безпорядковъ, которые потерпѣла мышечная ткань при своей дѣятельности. Ближайшее и всестороннее изученіе роли крови во время мышечной работы и послѣ нея и одновременное изученіе явленій и условій восстановления потерь ткани дѣятельныхъ мышць представляеть изъ себя обширнѣйшую область, имѣющую глубокой научный и прак-

тической интересъ,—область, еще совершенно темную и не затронутую точными методами изслѣдованія.

У насъ имѣется экспериментальный матеріалъ по этому вопросу, требующій еще дальнѣйшей разработки и показывающей состояніе мышечной ткани въ различное время послѣ работы. Добытые уже нами факты представляютъ большой интересъ тѣмъ болѣе, что они единственны въ литературѣ; они показываютъ, что, послѣ болѣе или менѣе сильнаго и продолжительнаго тетаническаго сокращенія мышць лягушекъ, въ самихъ работавшихъ мышцахъ и въ другихъ мѣстахъ организма происходятъ довольно рѣзкія измѣненія, направленные, очевидно, къ восстановленію потерь работавшаго органа и къ уравниванію рѣзкихъ различій въ составѣ покойныхъ и работавшихъ мышць. Но, рассмотрѣніе добытыхъ нами фактовъ по поводу восстановленія работавшихъ мышць завело бы насъ далеко въ сторону отъ нашего ближайшаго вопроса, потому мы и рѣшили выпустить ихъ въ свѣтъ въ видѣ отдѣльной работы въ недалекомъ будущемъ.

Разсмотрѣнные нами 29 опытовъ, за исключеніемъ одного опыта (11) на собакѣ, всѣ произведены на лягушкахъ; мы видѣли, что всѣ опыты, вообще говоря, дали намъ опредѣленные и согласные результаты.

Такимъ образомъ, чтобы имѣть возможность слѣдять болѣе широко обобщенія о состояніи бѣлковыхъ веществъ мышць при мышечной тетанической работѣ, намъ остается привести еще имѣющіеся у насъ опыты, произведенные на кроликахъ.

Къ изложенію нашихъ опытовъ на кроликахъ мы теперь и приступимъ.

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ.

Опыты на кроликахъ.

Всего опытовъ на кроликахъ произведено нами шесть; изъ нихъ одинъ опытъ (30-й) былъ произведенъ съ цѣлью выяснитъ вліяніе стрихниннаго тетануса на бѣлковый составъ мышцъ, два слѣдующіе (31 и 32) опыта показываютъ вліяніе мышечной дѣятельности, вызванной посредствомъ раздраженія нервовъ и самихъ мышцъ индукціоннымъ токомъ, на бѣлковый составъ работающихъ мышцъ; наконецъ, послѣдніе три опыта (33, 34 и 35-й) произведены при особыхъ условіяхъ: раздражался токкомъ исключительно *N. tibialis*, причемъ къ сухожилію сокращавшагося *m. gastrocnemii* привѣшивался на ниткѣ, перекинутой черезъ блокъ, тотъ или другой грузъ. Такимъ образомъ, *m. gastrocnemius* при своихъ сокращеніяхъ долженъ былъ производить болѣе или менѣе порядочную работу и въ то же время онъ постоянно находился въ состояніи растяженія подъ вліяніемъ привѣшаннаго груза.

Техника производства опытовъ будетъ описана при каждомъ отдѣльномъ опытѣ.

Мы должны вообще сказать, что насколько легко получить какимъ угодно путемъ желаемыя сокращенія мышцъ у лягушекъ, настолько же трудно достигнуть этого у кроликовъ. Нервы кроликовъ представляются особенно чувствительными къ каждому малѣйшему инсульту механическому или термическому и т. д.,

такъ что не всегда удавалось вызывать хорошія энергичныя сокращенія мышцъ при раздраженіи токкомъ определенной силы нервовъ работающихъ мышцъ. Особенно трудно было сохранить возбудимость *N. scurialis*, который у кроликовъ представляется очень тонкимъ и скоро, по выходѣ общаго стволика на поверхностныя части бедра, раздѣляется на отдѣльныя еще болѣе тонкія вѣточки. Поэтому, несмотря на осторожное обращеніе съ *N. scurialis* при раздраженіи его токкомъ, смачиваніе тепловатымъ физиологическимъ растворомъ поваренной соли, онъ все-таки довольно быстро терялъ свою возбудимость на всемъ своемъ протяженіи, такъ что приходилось уже раздражать самыя мышцы при употребленіи болѣе или менѣе сильнаго индукціоннаго тока.

Наконецъ, и сами мышцы при раздраженіи ихъ токкомъ не всегда почему-то давали хорошія и сильныя сокращенія. Всѣ эти обстоятельства часто лишаютъ возможности сравнивать между собой тѣ или другіе, повидимому, вполне сравнимые опыты.

Всѣ шесть опытовъ на кроликахъ были произведены при сохраненномъ кровообращеніи въ мышцахъ.

Послѣ раздраженія токкомъ кролики убивались посредствомъ кровопусканія изъ шейныхъ сосудовъ; необходимые для анализа мышцы немедленно вырѣзывались и подвергались дальнѣйшей уже описанной нами выше обработкѣ, а затѣмъ анализировались по нашему способу. Вырѣзанныя мышцы кроликовъ представлялись на глазъ почти совершенно безкровными, да и водныя вытяжки изъ мышцъ имѣли крайне слабый розоватый оттѣнокъ, такъ что вслѣдствіе этихъ обстоятельствъ можно было не дѣлать никакого промыванія мышцъ для удаленія крови, такъ какъ ошибка, могущая произойти вслѣдствіе ничтожной примѣски крови къ мышцамъ, падаетъ вполнѣ въ границы аналитическихъ погрѣшностей (см. работы Деманта).

Кролики для опытовъ были взяты вполнѣ здоровые и кормились ad libitum овсомъ.

Приступимъ теперь къ болѣе или менѣе подробному описанію отдѣльныхъ опытовъ.

Опытъ 30-ый 26-го мая.

Опытъ произведенъ на черномъ кроликѣ средней величины и питанія, вполнѣ здоровомъ.

На правой задней конечности былъ перерѣзанъ nervus cruralis, а сзади—n. ischiadicus по выходѣ его изъ таза, чѣмъ и былъ вызванъ параличъ мышцъ, иннервируемыхъ указанными нервами.

Затѣмъ, подъ кожу кролику былъ вприснута растворъ сѣрнокислаго стрихнина въ два приема, всего около 1½ mlgm.

Минуть черезъ 15 послѣ перваго вприскиванія у кролика появились признаки отравленія и вскорѣ начались уже характерныя довольно сильныя стрихнинныя судороги.

Судороги съ незначительными перерывами продолжались 6 минутъ, послѣ чего кроликъ умеръ. Для анализа были взяты навѣски мышцъ изъ симметрическихъ мѣстъ m. vastus'a съ правой и лѣвой задней конечности.

Обработка мышцъ и анализъ произведенъ по вышеописанному нашему способу. CINH₄ былъ взятъ 6‰.

Между прочимъ, былъ произведенъ бѣлковый анализъ также и сердца кролика. Сердце предварительно было обмыто обыкновенной водой отъ крови и кровяныхъ свертковъ и для анализа взяты исключительно только мышечныя части сердца, затѣмъ обработка сердечной мышцы и анализъ произведены обыкновеннымъ путемъ.

Таблица № 25.

Опытъ 30. Стрихнинная судорога в течение 6 мин.	Сердце.		Покойныя мышцы.		Тетанизованныя мышцы.		Diff.
	гм.	%	гм.	%	гм.	%	
Навѣски мышцъ для бѣлков. анализа . . .	1,1235	1,0540	2,4220	2,3265	2,8975	2,5570	
Альбуины . . .	2,26		2,26	2,56	2,03		2,03 —0,53
Глобулины . . .		5,69		3,54		11,71	11,71 +0,94
Мисстронины . . .	12,23		14,57		14,23	5,24	5,24 —0,30
Всѣ бѣлки . . .	14,49	14,27	14,38	17,13	17,26	16,31	16,52 16,41 —0,79
Навѣски для плотн. вѣщ. . .		0,4185 ggm.		0,7650 ggm.		0,7645 ggm.	
Плотн. вѣщ. . .			21,98		21,56		21,12 —0,44
Небѣлк. вѣщ. . .		7,60		4,36			4,71 +0,35

Опытъ 31-ый 2-го июля.

Кроликъ вполнѣ нормальный. На лѣвой задней ногѣ nervus cruralis перерѣзанъ, а на правой—только изолированъ отъ окружающихъ тканей.

Раздраженіе производилось индукціоннымъ токомъ вначалѣ черезъ правый n. cruralis, причемъ подъ него была подложена резиновая пластинка, такъ что подлежащая мышца токомъ не затронулась; сокращался главнымъ образомъ m. vastus. Раздраженіе производилось съ перерывами сначала слабымъ токомъ, а затѣмъ постепенно токъ былъ усиливается, и черезъ 15 минутъ отъ начала опыта, когда сокращенія мышцъ стали крайне вялыми, изолирующая пластинка была вынута изъ подъ нерва, и сила тока была еще болѣе увеличена черезъ почти полное сдвиганіе катушекъ индукціоннаго аппарата. При такомъ раздраженіи сокращались почти всѣ группы мышцъ праваго бедра и

частью—даже мышць голени. N. cruralis время от времени для устрания высыхания смачивался физиологическим раствором поваренной соли.

Въ общемъ смѣшанное раздраженіе нерва и мышць длилось 1 часъ.

Кроликъ былъ убитъ кровопусканіемъ изъ арт. carotis, причемъ по возможности вся кровь была выпущена. Для анализа были взяты мышць съ обѣихъ заднихъ конечностей, главнымъ образомъ изъ m. vastus'овъ; взятыя мышць на глазъ совершенно безкровны.

Анализировано также и сердце кролика. CaNH_4 взять 6‰.

Таблица № 26.

Опытъ 31. Съ кровообращеніемъ. Раздраженіе 1 часъ.	Сердце.		Покойныя мышць.		Тетанизован- ныя мышць.		Diff.	
	%		%		%			
Навѣски мышць для бѣлк. анал.	1,1140	1,2250	2,9910	3,4345	2,5835	2,7710		
Альбумины . . .	2,01	2,01	2,48	2,48	2,71	2,71	+0,23	
Глобулины . . .	4,36	2,28	15,44	12,88	13,25	11,25	-1,85	
Миостромныя . . .	10,61	8,40	5,27	5,27	4,92	4,92	-0,35	
Всѣ бѣлки . . .	12,62	12,76	12,69	17,92	18,15	15,96	16,17	-1,97
Навѣски для плотныхъ ве- ществъ	0,4055 grm.		0,9475 grm.		0,8200 grm.			
Плотн. веш.	19,23		22,90		19,51		-3,39	
Небѣлк. плотн. веш.	6,54		4,87		3,45		-1,42	

Опытъ 32-й 13-го іюля.

Кроликъ нормальный. На лѣвой задней ногѣ спеди перерѣзанъ nervus cruralis, а на правой—только

отдѣленъ отъ окружающихъ частей. Раздраженіе индукціоннымъ токомъ сначала производилось черезъ правый нервъ, но вскорѣ сокращенія мышць стали получаться весьма слабыя; тогда электроды были наложены прямо на нервъ и подлежащія мышць (раньше между нервомъ и мышцами находилась резиновая пластинка), и токъ былъ усиленъ. Но и послѣ этого сокращенія мышць получались почему-то не всегда достаточно сильныя какъ при слабомъ, такъ и при сильномъ токъ. Раздраженіе съ перерывами продолжалось 70 минутъ.

Все остальное произведено по прежнему. Анализировано также и сердце. CaNH_4 взять 6‰.

Таблица № 27.

Опытъ 32. Съ кровообращеніемъ. Раздраженіе 1 часъ 10 м.	Сердце.		Покойныя мышць.		Тетанизован- ныя мышць.		Diff.
	%		%		%		
Навѣски мышць для бѣлк. анал.	2,7840	0,9005	2,6075	3,1385	2,8850	2,4975	
Альбумины . . .	2,10	2,10	2,26	2,26	3,11	3,11	+0,85
Глобулины . . .	4,05	2,11	11,47	9,23	10,91	7,88	-1,40
Миостромныя . . .	12,05	9,77	16,45	7,18	15,06	7,20	+0,02
Всѣ бѣлки . . .	14,15	13,82	13,99	18,71	18,65	18,67	-0,58
Навѣски для плот. веш.	0,2515 grm.		1,0915 grm.		0,8065 grm.		
Плот. веш.	22,46		24,04		22,56		-1,48
Небѣлк. плотн. веш.	8,48		5,87		4,42		-0,95

Опыт 33-й 11-го декабря 1895 года.

Для опыта взять нормальный кролик; под кожу ему впрыснуто $\frac{1}{4}$ грана солянокислого морфия. Нѣсколько выше подкожной ямки на правой задней ногѣ мы сдѣлали кожный разрьзъ, затѣмъ, раздвинувши весьма плотно прилегающія другъ къ другу мышцы (задней поверхности бедра), мы нашли стволъ N. tibia lis и наложили на него особые электроды, которые можно было оставить въ глубинѣ раны, не опасаясь передачи тока на окружающія части. Вся операція производилась безъ потери крови, кромѣ, конечно, раненія мелкихъ кожныхъ сосудовъ. Затѣмъ на той-же ногѣ было открыто и освобождено изъ влагалница сухожилие m. gastrocnemii и перерѣзано у самаго прикрѣпленія къ пяточной кости. Къ концу сухожилія посредствомъ крючка прикрѣплена тонкая струна и перекинута черезъ блокъ; къ струнѣ привѣшенъ ящичекъ съ грузомъ въ 300 gtm. Токъ былъ установленъ такой силы, чтобъ получались сокращенія m. gastrocnemii, способныя приподнять указанный грузъ (разстояніе катушекъ аппарата было въ 25 сант.). Грузъ поднялся самое большее на одинъ сантиметръ.

Замыканіе и размыканіе тока производилось такимъ образомъ, что замыканіе продолжалось отъ 2—5 секундъ, а промежутокъ времени до слѣдующаго замыканія тока продолжался обыкновенно также отъ 2—5 секундъ, но иногда и гораздо дольше. Весь опытъ продолжался 60 минутъ, причемъ за это время было три промежутка съ отдыхомъ, каждый въ 4 минуты.

Къ концу опыта утомленіе мышцы было едва выражено, насколько можно было судить по энергичности сокращенія и поднятія груза. Кроликъ былъ убитъ черезъ кровопусканіе посредствомъ перерѣзки шейныхъ сосудовъ. Для анализа были взяты m. gastro-

cnemii обѣихъ ногъ, причемъ крови въ мышцахъ на глазъ совершенно не было. CaNH_4 взяты $6\frac{1}{2}\%$.

Таблица № 28.

Опыт 33. Раздраженіе 60 мин. Грузъ въ 300 gtm.	Покойная мышца.		Тетанизованная мышца.		Diff.	
	gtm.	%	gtm.	%		
Навѣси мышць для бѣлк. анал.	2,2048	2,1883	2,3635	1,8375		
Альбунины . . .	1,95	1,95	2,60	2,60	+0,65	
Глобулины . . .	16,87	13,84	15,57	12,93	10,37	-1,37
Миостромны . . .		5,30		5,30	5,15	5,15
Всѣ бѣлки . . .	18,82	19,14	18,99	18,08	18,12	-0,87
Навѣси для плот. вещ.	1,4925 gtm.		1,4960 gtm.			
Плотн. вещ. . .			24,92		23,32	-1,60
Небѣлк. плотн. вещ.		5,93		5,20	-0,73	

Опыт 34-й 22-го декабря.

Подъ кожу кролику впрыснуто $\frac{1}{4}$ грана морфия. Такъ же, какъ и въ предыдущемъ опытѣ, найденъ правый nervus tibialis и все произведено по прежнему, только грузъ былъ привѣшенъ въ 500 gtm. Токъ былъ взятъ почти при полномъ раздвиганіи катушекъ и раздраженіе продолжалось въ теченіе 75 минутъ такъ же, какъ и раньше, съ послѣдовательными замыканіями и размыканіями тока и болѣе долгими промежутками отдыха. Мышцы сокращались довольно хорошо; грузъ въ 500 gtm. приподымался (приблизительно на одинъ сантиметръ) довольно легко. Если почему-либо, при извѣстномъ положеніи электродовъ на нервѣ, сокращенія мышцъ становились вялыми, то стоило только измѣнить такъ или иначе положеніе электродовъ, какъ

сокращения мышц снова становились сильными. Имѣя это обстоятельство въ виду, мы въ концѣ опыта не могли отмѣтить скольконибудь замѣтнаго утомленія *m. gastrocnemii*. Кролика убить черезъ кровопусканіе. Мышцы получены совершенно безкровныя на видѣ. Здѣсь-же необходимо отмѣтить слѣдующее обстоятельство: по недосмотру на обѣ навѣски работавшихъ мышцъ мы налили дистиллированной воды; но вскорѣ, минуты черезъ 4, мы замѣтили свою ошибку и сейчасъ-же въ одну изъ колбъ, гдѣ находились указанная навѣски мышць, мы прибавили 6% раствора CaNH_4 , и дальше продолжали извлеченіе уже 6% нашатыремъ, полагая, что такимъ путемъ мы исправили свою оплошность. Но наши надежды не оправдались и ожидаемое дѣйствіе дистиллированной воды на живыя мышцы—на глобулины ихъ—успѣло проявиться въ полной силѣ даже при такомъ непродолжительномъ дѣйствіи воды.

Результаты данного опыта слѣдующіе:

Таблица № 29.

Опытъ 34. Раздраженіе 75 мин. Грузъ въ 500 грм.	Покойныя мышцы.			Тетанизированныя мышцы.			Diff.
	гм.	%	%	гм.	гм.	%	
Навѣски мышць для бѣлк. анал.	2,9052	2,4152		2,0855	2,5185		
Альбумины . . .	1,74	11,03	9,95	2,32	8,19	5,86	+ 0,58
Глобулины . . .	16,07	6,06	6,06	13,92	8,06	8,06	+ 2,00
Миостромныя . .							
Вѣс бѣлки . . .	17,81	17,69	17,75	16,24	16,25	16,24	— 1,51
Навѣски для плот. вещ.	1,6938 грм.			1,3030 грм.			
Плотн. вещества.				34,01			21,93 — 2,08
Небѣлк. плотн. вещества . . .				6,26			5,69 — 0,57

Опытъ 35-й 2-го января 1896 года.

Опытъ произведенъ совершенно такъ же, какъ предыдущій; только, вмѣсто морфія, подъ кожу кролику былъ вприсунутъ 1,0 грм. *chlorali hydrati* въ два приема. Грузъ былъ прицѣпленъ къ сухожилію лѣваго *musculi gastrocnemii*—въ 1000 грм. Раздраженіе индукціоннымъ токомъ производилось въ теченіе 60 минутъ.

Вначалѣ сокращенія *m. gastrocnemii* и поднятія груза были довольно энергичны, но во вторую половину опыта сокращенія стали слабѣе; при передвижаніи электродовъ ближе къ самому мускулу сокращенія снова становились болѣе сильными. Когда взятые *m. gastrocnemii* были очищены и изрублены въ мелкую кашичу, то даже на глазъ можно было замѣтить, что масса покойнаго мускула содержала большое количество жира, хотя снаружи взятая еще цѣлая мышца совсѣмъ не представлялась жирными; изрубленная масса работавшихъ мышць не представлялась столо жирной, какъ первая.—Дальнѣйшее извлеченіе при анализѣ мышць горячимъ спиртомъ и эфиромъ вполне подтвердило указанное наблюденіе.

Таблица № 30.

Опытъ 35. # Раздраженіе 60 мин. Грузъ въ 1000 грм.	Покойныя мышцы.			Тетанизованная мышцы.			Diff.
	гм.	%	%	гм.	гм.	%	
Навѣски мышць для бѣлк. анал.	3,4620	3,0220		3,2645	3,1445		
Альбумины . . .	2,51	2,51	2,81	2,81	2,81	2,81	+ 0,30
Глобулины . . .	16,17	12,72	10,14	14,64	5,39	5,39	— 0,70
Миостромныя . .							
Вѣс бѣлки . . .	18,68	18,81	18,74	17,45	17,39	17,42	— 1,32
Навѣски для плотн. вещ. . .	3,1133 грм.			2,0282 грм.			
Плотн. веществ.				26,38			22,48 — 3,95
Небѣлк. плотн. вещества . . .				7,64			5,01 — 2,63

Разсмтривая приведенные выше опыты на кроликах, мы видим, что данные этих опытов в общих чертах подтверждают тѣ главныя заключенія, которыя мы добыли при разборѣ нашихъ изслѣдованій на лягушкахъ. Изъ опытовъ на кроликахъ слѣдуетъ, что *въ работавшихъ мышцахъ всегда исчезаетъ большее или меньшее количество плотныхъ веществъ вообще и ангидридныхъ бѣлковъ въ частности.*

Въ среднемъ изъ 6-ти опытовъ въ 60 минутъ въ работавшихъ мышцахъ исчезаетъ плотныхъ веществъ 2,34%, а ангидридныхъ бѣлковъ — 1,26%.

Если сравнить эти данныя съ таковыми же изъ опытовъ на лягушкахъ, гдѣ мѣсячная работа происходила также при сохраненномъ кровообращеніи, то оказывается, что величина потери плотныхъ веществъ и ангидридныхъ бѣлковъ въ дѣятельныхъ мышцахъ у лягушекъ значительно больше, а именно: плотн. веш. въ 60 минутъ у лягушекъ исчезаетъ 3,15%, бѣлковъ — 2,25%.

Сравнительную вялость распада веществъ въ дѣятельныхъ мышцахъ кроликовъ, по нашему мнѣнію, нужно частью объяснить просто вялостью самого сокращенія кроличьихъ мышцъ. Мы уже раньше говорили о томъ, что на кроличьихъ мышцахъ не всегда удается получить сколько нибудь сильныя тетаническія сокращенія, и въ общемъ сокращенія эти значительно уступаютъ по своей напряженности и силѣ сокращеніямъ мышцъ лягушекъ; у послѣднихъ при раздраженіи даже крайне слабымъ индукціоннымъ токомъ plexus'a ischiad. задняя конечность сокращается настолько быстро и энергично, что дѣлается на ощупь твердой, какъ дерево.

Подобная разница въ сокращеніяхъ мышцъ лягушекъ и кроликовъ съ одной стороны объясняется тѣмъ, что нервы кроликовъ гораздо чувствительнѣе ко всякимъ вреднымъ вѣшнимъ влияніямъ, чѣмъ нервы лягушекъ, и потому, конечно, проводимость нервовъ кроликовъ легко можетъ сдѣлаться хуже и сокращеніе мышцъ слабѣе. Съ другой стороны, причину срав-

нительной вялости сокращеній мышцъ кроликовъ нужно искать въ самомъ химическомъ составѣ кроличьихъ мышцъ. Мы уже указывали выше на изслѣдованіи *А. Данилевскаго*, который показалъ, что чѣмъ больше въ мышцахъ міостромина по отношенію къ міозину, тѣмъ быстрѣ онѣ сокращаются и расслабляются и пр.

Въ этомъ отношеніи мышцы лягушекъ значительно отличаются по своему составу отъ мышцъ кроликовъ: у лягушекъ въ среднемъ изъ нашихъ опытовъ міозина въ мышцахъ имѣется 3,7%, а міостроминовъ — 11,0%, между тѣмъ какъ въ мышцахъ кроликовъ міозина имѣется 10,0%, а міостроминовъ — 5,90%. Понятно, что подобная рѣзкая разница въ составѣ мышцъ лягушекъ и кроликовъ должна опредѣленнымъ образомъ отразиться на характерѣ сокращенія мышшь.

Наши анализы сердецъ кроликовъ также вполне подтверждаютъ данныя *А. Данилевскаго* относительно того же предмета, именно, что сердечная мышца содержитъ и относительно и абсолютно больше міостроминовъ, чѣмъ периферическія мышши.

Дѣйствительно, изъ трехъ нашихъ анализовъ кроличьихъ сердецъ явствуетъ, что глобулиновъ въ сердцѣ кролика въ среднемъ имѣется всего только 2,64%, между тѣмъ какъ міостроминовъ — 8,91%.

Тѣ же самыя анализы показываютъ, что сердце кролика содержитъ вообще меньше плотныхъ веществъ и бѣлковъ и больше воды, чѣмъ прочія мышши, на что уже раньше указывали *В. Данилевскій* и *А. Данилевскій*.

Изъ приведенныхъ чиселъ для бѣлковъ кроличьихъ мышцъ и сердца, а также и изъ чиселъ для бѣлковъ мышцъ лягушекъ слѣдуетъ, что сердце кролика по своему составу весьма близко подходитъ къ мышцамъ лягушекъ; отсюда нужно думать, что характеръ дѣятельности этихъ мышцъ и качественный характеръ потерь при ихъ работѣ въ плотныхъ веществахъ и бѣлкахъ также сходенъ между собой.

Что касается соотношенія между потерей дѣятель-

ными мышцами плотныхъ веществъ и ангидридныхъ бѣлковъ съ одной стороны и количествомъ произведенной работы съ другой стороны, то оно выразилось болѣе или менѣе ясно въ послѣднихъ трехъ опытахъ (33, 34 и 35). Изъ этихъ трехъ опытовъ слѣдуетъ, что *чѣмъ болѣе работы произвела въ извѣстное время мышца, тѣмъ болѣе она потеряла плотныхъ веществъ вообще и ангидридныхъ бѣлковъ въ частности.*

Между прочимъ, въ опытѣ 35-омъ мы встрѣчаемся съ весьма интереснымъ, но, къ сожалѣнію, только единичнымъ фактомъ. Сравнивая данный (35) опытъ съ предыдущимъ, мы видимъ, что съ увеличеніемъ груза, а, слѣдовательно, съ увеличеніемъ механической работы связанъ и болѣеи распадъ плотныхъ веществъ вообще въ дѣятельныхъ мышцахъ. Можно было-бы ожидать, что и потеря ангидридныхъ бѣлковъ въ дѣятельныхъ мышцахъ будетъ также увеличена съ увеличеніемъ работы, что наблюдается, напримѣръ, при сравненіи 33 опыта съ 34-мъ. Но, на самомъ дѣлѣ, изъ 35 опыта мы видимъ, что потеря бѣлковъ дѣятельными мышцами почти такая же, что и въ предыдущемъ опытѣ, гдѣ мышца подымала грузъ вдвое меньшій, чѣмъ въ опытѣ 35.

Между тѣмъ, если обратить вниманіе на потерю небѣлковыхъ веществъ дѣятельными мышцами въ 35 опытѣ, то она оказывается громадной сравнительно съ таковою же въ № 35-омъ.

Еще при анализѣ мышцъ въ 35 опытѣ намъ бросилось въ глаза значительное содержаніе жира въ покойныхъ мышцахъ, тогда какъ въ дѣятельныхъ мышцахъ жира было замѣтно меньше, что въ послѣдствіи можно было констатировать съ большою точностью при промываніи мышцъ горячимъ спиртомъ и эфиромъ. Подобнаго обильнаго содержанія жира въ кроличьихъ мышцахъ въ другихъ опытахъ мы совсѣмъ не замѣчали ни на глазъ, ни при промываніи мышцъ во время анализа горячимъ спиртомъ и эфиромъ.

Такимъ образомъ, мышцы кролика въ 35 опытѣ

представляются исключительными по содержанію жира, и какъ разъ результаты анализа подобныхъ мышцъ послѣ болѣе или менѣе значительной работы показываютъ большую потерю небѣлковыхъ веществъ этими мышцами.

Отсюда вполне естественно является предположеніе, что указанная сравнительно съ другими опытами громадная потеря дѣятельными мышцами небѣлковыхъ тѣлъ произошла за счетъ жира.

Изъ дальнѣйшаго изложенія мы увидимъ, что въ литературѣ нѣтъ сколько нибудь положительныхъ и основательныхъ данныхъ относительно состоянія жировъ въ дѣятельныхъ мышцахъ, между тѣмъ этотъ вопросъ долженъ имѣть большое значеніе для выясненія истинныхъ источниковъ мышечной работы. Поэтому факты подобно вышензложеннымъ изъ 35 опыта должны послужить поводомъ для настойчиваго изученія вопроса объ участіи жировъ при мышечной работѣ.

Что касается бѣлковъ альбуминовой группы у кроликовъ, то, за исключеніемъ 30 опыта, во всѣхъ остальныхъ—*замѣчается болѣе или менѣе увеличеніе альбуминовъ въ дѣятельныхъ мышцахъ сравнительно съ покойными.*

Съ подобнымъ явленіемъ мы уже и раньше встрѣчались въ опытахъ на лягушкахъ и для объясненія его мы, какъ извѣстно, отдали предпочтеніе тому предположенію, что указанное увеличеніе извлекаемыхъ водой бѣлковъ обусловливается образованіемъ изъ распавшагося міостромнина особаго растворимаго бѣлка, который опредѣляется вмѣстѣ съ альбуминами.

Подобное объясненіе не приложимо къ разсматриваемымъ опытамъ на кроликахъ, гдѣ міостромнинъ въ дѣятельныхъ мышцахъ крайне мало уменьшенъ въ количествѣ, но за то глобулины претерпѣваютъ болѣе или менѣе значительныя потери.

Вслѣдствіе этихъ новыхъ фактовъ мы должны въ сколько видоизмѣнить наше объясненіе для разби-

раемого увеличения количества альбуминовъ въ дѣятельныхъ мышцахъ кроликовъ.

Весьма возможно, что глобулины такъ же, какъ и миостромнины, при своемъ распаденіи предварительно переходятъ, благодаря гидратационнымъ процессамъ, совершающимся въ работающей мышцѣ, въ растворимыя формы, которыя уже подвергаются еще дальнейшей гидратации (пейтоны) и наконецъ такъ или иначе расщепляются на отдѣльныя атомныя группы и т. д.

Такимъ образомъ, фактъ увеличения количества альбуминовъ въ дѣятельныхъ мышцахъ кроликовъ, гдѣ миостромнины почти не разрушаются, въ сущности нисколько не противорѣчитъ сдѣланному нами раньше предположенію для объясненія разбираемаго явленія въ дѣятельныхъ мышцахъ лягушекъ.

Въ основѣ явленій и въ тѣхъ и въ другихъ мышцахъ, нужно предполагать, лежать одинъ и тотъ же процессъ, имено, процессъ гидратации ангидридныхъ бѣлковъ, благодаря которому, въ случаѣ превращенія миостромниновъ, въ мышцахъ появляется хондронидъ и растворимое видоизмѣненіе глобулина, а въ случаѣ превращенія глобулиновъ, изъ послѣднихъ образуются также растворимыя формы бѣлковъ, которыя извлекаются изъ дѣятельныхъ мышцъ дистиллированной водой.

Въ самомъ дѣлѣ, нелѣпо было-бы предположить, что опредѣляемая нами три главныхъ группы бѣлковъ въ поперечнополосатыхъ мышцахъ не имѣютъ между собою никакой генетической связи, а представляютъ изъ себя совершенно замкнутые типы бѣлковъ, не переводимые и не получаемые одинъ изъ другого. Да это и не соответствуетъ действительности, такъ какъ превращеніе однихъ бѣлковъ въ другіе — дѣло выполнимое даже въ лабораторіи, а въ организмѣ такіе переходы должны лежать въ основѣ многихъ нутритивныхъ процессовъ.

Исслѣдованія *А. Данилевскаго* (п. с.) фактически показываютъ, что миостромнинъ есть усложненный гло-

булинъ, и что есть особая смѣшанная разновидность бѣлковъ—глобо-альбумины и пр. Вѣроятно, и глобулины, по отношенію къ такъ называемому альбумину, также представляютъ какое нибудь въ основѣ не существенное осложненіе бѣлковой частицы.

На основаніи всего сказаннаго нисколько не будетъ удивительнымъ, если при распаденіи миостромнина или глобулина въ мышцахъ мы найдемъ увеличение количества бѣлковъ, извлекаемыхъ изъ мышцъ водой и сходныхъ болѣе или менѣе съ истинными альбуминами.

Такимъ образомъ, фактъ увеличения количества извлекаемыхъ водой изъ дѣятельныхъ мышцъ бѣлковъ, повидимому, указываетъ на то, что процессъ распаденія ангидридныхъ бѣлковъ работающихъ мышцъ совершается болѣе или менѣе постепенно, причѣмъ бѣлковая частица, прежде чѣмъ окончательно утратить свой бѣлковый характеръ, проходитъ черезъ разныя промежуточныя стадіи гидратации и наконецъ уже окончательно разрушается.

Поэтому въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ указанный процессъ превращенія бѣлковой частицы идетъ по чуму-бы то ни было вяло, мы и находимъ большее или меньшее увеличеніе количества бѣлковъ альбуминовой группы; наоборотъ, тамъ, гдѣ распаденіе бѣлка происходитъ энергично и быстро, мы опредѣляемъ даже уменьшеніе количества альбуминовъ въ дѣятельныхъ мышцахъ.

Наибольшій измѣненія въ дѣятельныхъ мышцахъ кроликовъ претерпѣваютъ глобулиновые бѣлки.

Дѣйствительно, за исключеніемъ 30-го опыта, во всѣхъ остальныхъ пяти опытахъ потеря глобулиновъ дѣятельными мышцами болѣе или менѣе значительна и въ среднемъ въ 60 минутъ достигаетъ 1,40% (на влажную мышцу), а по отношенію къ среднему количеству глобулиновъ въ мышцахъ кролика—10,0%—составляетъ 14%.

Миостромнины въ дѣятельныхъ мышцахъ кроликовъ претерпѣваютъ сравнительно ничтожныя измѣненія.

Въ среднемъ, за исключеніемъ 32 и 34-го оп., потеря міостроминовъ дѣятельными мышцами въ 60 минутъ достигаетъ всего только 0,48%, а по отношению къ среднему количеству міостроминовъ кроличьихъ мышць—8,13%.

Сейчасъ же мы должны затѣтить относительно данныхъ 34 опыта, того самаго, гдѣ мы по ошибкѣ (см. выше) сначала налили дистиллированной воды на ту навѣску работавшихъ мышць, которая должна была извлекаться нашатыремъ. Несмотря на то, что черезъ нѣсколько минутъ (4) мы по возможности исправили свою оплошность, результаты анализа съ очевидностью показываютъ, что дистиллированная вода уже успѣла подѣйствовать на глобулины, т. е. часть ихъ превратилась въ нерастворимую для нашатыря форму.

Для простоты вычисления мы приняли, что количество міостроминовъ въ дѣятельныхъ мышцахъ не измѣнилось и равно таковому же въ покойныхъ мышцахъ. Отсюда, значитъ, болѣе или менѣе близкая къ дѣйствительности потеря глобулиновъ дѣятельными мышцами въ 34 опытѣ будетъ—2,09% (4,09—2,00=2,09).

Сравнивая только что указанная заключенія относительно состоянія глобулиновъ и міостроминовъ въ дѣятельныхъ мышцахъ кроликовъ съ тѣмъ, что мы имѣли раньше относительно тѣхъ же бѣлковъ у лягушекъ, мы должны отмѣтить большое различіе въ потеряхъ названныхъ бѣлковъ у лягушекъ и кроликовъ. У лягушекъ при работѣ исчезаютъ по преимуществу міостромины, и только въ тѣхъ немногихъ случаяхъ, когда мышца лягушекъ сравнительно богата глобулинами, послѣдніе потребляются при работѣ въ преобладающемъ количествѣ сравнительно съ міостроминами. У кроликовъ же потеря бѣлковъ работающими мышцами по преимуществу падаетъ на глобулины, которыми кроличьи мышцы очень богаты.

Отсюда нужно заключить, что *работавшія мышцы тратятъ по преимуществу тѣ бѣлковыя формы, которыя они въ данный моментъ богаты.*

Чтобы закончить рассмотрѣніе опытовъ на кроликахъ, намъ остается сдѣлать еще только нѣсколько замѣчаній относительно 30 опыта, гдѣ кроликъ былъ отравленъ стрихниномъ, и тетаническія сокращенія мышць продолжались всего только 6 минутъ, а затѣмъ кроликъ погибъ. Результаты этого опыта для насъ важны, собственно говоря, только въ общемъ смыслѣ; они показываютъ, что несмотря на весьма кратковременную мышечную работу, дѣятельныя мышць потеряли всетаки нѣкоторое количество плотныхъ веществъ вообще (0,44%) и довольно замѣтное количество ангидридныхъ бѣлковъ (0,79%).

Такимъ образомъ, рассматриваемый опытъ по своимъ главнымъ даннымъ вполне сходенъ съ тѣми опытами на лягушкахъ, гдѣ мышечныя сокращенія у послѣднихъ были вызваны также посредствомъ стрихниннаго отравленія.

Между прочимъ, въ 30 опытѣ мы снова встрѣчаемся съ тѣмъ фактомъ, который мы часто наблюдали уже въ опытахъ тетанизации мышць лягушекъ при отсутствіи кровообращенія въ послѣднихъ, именно—въ указанномъ опытѣ мы находимъ нѣкоторое (0,35%) увеличеніе количества небѣлковыхъ тѣлъ въ дѣятельныхъ мышцахъ сравнительно съ покойными.

Ничего удивительнаго въ этомъ обстоятельстве нѣтъ: оно указываетъ только на то, что во время тетаническихъ сокращеній кроличьихъ мышць кровообращеніе въ послѣднихъ, вѣроятно, было замедлено, вслѣдствіе чего продукты превращенія ангидридныхъ бѣлковъ не могли быть удалены изъ мышць достаточно скоро.

Этимъ мы заканчиваемъ изложеніе и рассмотрѣніе нашихъ опытовъ, произведенныхъ съ цѣлью изученія состоянія бѣлковыхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ.

Безспорно, постановка нашихъ опытовъ довольно грубая и требуетъ многихъ улучшеній, кромѣ того многія явленія, съ которыми мы встрѣчались во время нашихъ изслѣдованій, остались не вполне разра-

ботанными и выясненными, но мы пока удовольствуемся и тѣмъ, если наши главнѣйшія положенія будутъ для всѣхъ ясными и обоснованными.

Вотъ тѣ главные выводы, которые мы считаемъ возможнымъ сдѣлать на основаніи имѣющагося у насъ опытнаго матеріала.

1. Въ дѣятельныхъ мышцахъ всегда и безусловно исчезаетъ нѣкоторое количество плотнаго вещества.

2. Во всѣхъ случаяхъ въ дѣятельныхъ мышцахъ замѣчается различнаго рода измѣненія ангидридныхъ пластическихъ бѣлковыхъ веществъ:

а) Ангидридные формы бѣлковъ исчезаютъ въ томъ или другомъ количествѣ;

б) Сложныя бѣлковыя формы превращаются въ болѣе простыя и претерпѣваютъ иногда особыя измѣненія своихъ свойствъ.

3. Въ опытахъ безъ кровообращенія, или когда послѣднее сильно затруднено, вслѣдствіе, напр., почти непрерывнаго стрихниннаго столбняка, ангидридные бѣлковыя вещества въ дѣятельныхъ мышцахъ исчезаютъ иногда въ большемъ количествѣ, чѣмъ плотныя вещества вообще.

4. Только что указанное отношеніе между потерей въ плотныхъ веществахъ вообще и ангидридныхъ бѣлковъ въ частности показываетъ, что часть послѣднихъ остается въ мышцахъ въ какой-то видоизмѣненной, но не ангидридной формѣ.

5. Мышцы, работающія при сохраненномъ кровообращеніи, теряютъ за определенное время работы гораздо больше плотныхъ веществъ вообще и бѣлковъ въ частности, чѣмъ при отсутствіи кровообращенія; это совпадаетъ пропорціонально съ тѣмъ, что мышцы при сохраненіи кровообращенія въ нихъ способны развить гораздо больше работы, чѣмъ безъ кровообращенія.

6. Потеря плотныхъ веществъ и ангидридныхъ бѣлковъ дѣятельными мышцами находится въ пря-

моу отношеніи къ продолжительности раздраженія, при прочихъ равныхъ условіяхъ, а также и къ количеству произведенной работы.

Что касается до измѣненія отдѣльныхъ бѣлковыхъ формъ въ дѣятельныхъ мышцахъ, то нами замѣчено слѣдующее:

7. Альбумины въ большинствѣ случаевъ уменьшены въ количествѣ (въ 16 оп. изъ 25); абсолютная потеря эта на свѣжую мышцу въ среднемъ составляетъ всего только 0,33%; увеличение количества альбуминовъ наблюдалось въ 9 случаяхъ изъ 25, исключительно при сохраненномъ кровообращеніи.

8. Миозинъ (глобулины) уменьшенъ въ количествѣ во всѣхъ случаяхъ, кромѣ одного (30 оп.); потеря миозина дѣятельными мышцами довольно велика и достигаетъ иногда до 2,26% (оп. 14).

9. Миостромины были уменьшены въ количествѣ въ 21 изъ 30 случаевъ, а увеличены въ 7-ми на тоже число случаевъ. Потеря миостроминовъ обратно пропорціональна потерѣ миозина и доходитъ иногда даже до 3,73% (въ 15 оп.).

10. Въ общемъ можно сказать, что миозинъ исчезаетъ по преимуществу въ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ мышцы богаты имъ, напр., у кроликовъ и у нѣкоторыхъ лягушекъ.

11. У лягушекъ иногда разрушается почти исключительно только миостроминъ, именно въ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ мышцы содержатъ весьма мало миозина.

12. Стрихнинный тетанусъ производитъ въ бѣлковомъ составѣ мышцъ такія-же измѣненія, какъ и раздраженіе индукціоннымъ токомъ нерва или самихъ мышцъ.

13. Что касается до потери мышцами небѣлковыхъ тѣлъ, то о ней можно сказать только то, что она происходитъ во всѣхъ случаяхъ и увеличивается болѣе или менѣе пропорціонально распаду ангидридныхъ бѣлковъ и потерѣ въ плотныхъ веществахъ вообще.

14. Получавшіяся во всѣхъ случаяхъ значительныя измѣненія и потерю ангидридныхъ бѣлковъ въ дѣятельныхъ мышцахъ нужно, безъ сомнѣнія, считать существенными и характерными явлениями въ ряду другихъ, происходящихъ въ работающей мышцѣ. На основаніи этого можно утверждать, что бѣлковые вещества, составляющія, такъ сказать, самую суть живого мышечнаго волокна, служатъ, если не исключительнымъ, то во всякомъ случаѣ и несомнѣнно однимъ изъ источниковъ двигательной энергіи мышць.

ГЛАВА ОДИНАДЦАТАЯ.

Изложивъ свои изслѣдованія относительно состоянія бѣлковыхъ веществъ въ работающихъ мышцахъ и рассмотрѣвши уже раньше всѣ наиболѣе выдающіяся работы, прямо или косвенно касающіяся разбираемаго нами предмета, мы чувствуемъ себя до нѣкоторой степени обязанными высказаться и насчетъ источниковъ мышечной работы вообще.

Всегда, когда дѣло идетъ о выясненіи основныхъ явленій природы, особенно—явленій, которыя совершаются въ живомъ веществѣ, въ наукѣ появляются всевозможныя гипотезы, теоріи, стремящіяся освѣтить одной общей идеей цѣлый рядъ фактовъ и проникнуть въ самые сокровенные и темные тайники явленій вещества и силы.

Въ этомъ отношеніи вопросъ объ источникахъ мышечной работы особенно богатъ различными теоріями; почти всѣ выдающіеся физиологи такъ или иначе высказались по этому вопросу, такъ что для всесторонняго и систематическаго рассмотрѣнія только однихъ ученій и взглядовъ различныхъ авторовъ на источники мышечной силы, потребовалось бы много времени и труда.

Мы, съ своей стороны, совсѣмъ не намѣрены вдаваться въ подробное изложеніе и рассмотрѣніе всѣхъ ученій объ источникахъ мышечной силы, такъ какъ этотъ вопросъ не былъ предметомъ нашего ближайшаго изученія, притомъ мы не считаемъ себя достаточно сильными и вооруженными необходимымъ фактическимъ и теоретическимъ матеріаломъ, чтобъ чувствовать себя, такъ сказать, хозяиномъ въ данной столь еще темной и сравнительно еще мало разработанной области физиологіи животнаго организма.

Въ настоящемъ краткомъ очеркѣ мы изложимъ только главныя ученія объ истинныхъ источникахъ

мышечной силы и посмотрим, насколько удовлетворительно объясняют эти учения имѣющийся теперь научный фактической материалъ относительно метаморфоза самихъ работающихъ мышцъ, такъ—и всего организма при мышечной работѣ.

Уже давно, именно, въ 40-хъ годахъ, *J. Liebig* первый вполне определенно высказался относительно истинныхъ источниковъ мышечной работы.

Замѣчательно, что въ то время не было ни одного научнаго изслѣдованія, которое наглядно показывало бы измѣненіе химическаго состава мышцъ при работѣ послѣднихъ; кромѣ того, въ тѣ времена „жизненная сила“ еще всецѣло господствовала въ умахъ изслѣдователей, и всетаки, несмотря на это, гениальный умъ *J. Liebig*'а, отрѣшившись совершенно отъ устарѣвшихъ традицій, создалъ новые взгляды, новые основы ученія объ источникахъ происхожденія силъ въ организмѣ вообще и мышечной—въ частности.

J. Liebig раздѣлилъ пищу животныхъ на двѣ большія группы: съ одной стороны—на вещества, служащія горючимъ матеріаломъ для доставленія организму необходимой теплоты, какъ-то: жиры и углеводы, съ другой стороны—на содержащія сѣру и азотъ бѣлковыя „пластическія“ вещества, изъ которыхъ построены всѣ животныя ткани, и насчетъ скрытой энергіи которыхъ въ организмѣ вырабатываются тѣ или другія силы, какъ, напримеръ, механическая сила. „Alle in dem lebendigen Leibe vorgehenden mechanischen Wirkungen, wodurch die Bewegung der Organe und ihrer Glieder vermittelt wird, sind begleitet und abhängig von einem Wechsel in der Zusammensetzung und Beschaffenheit der höchst zusammengesetzten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile seiner Muskeln, welche von dem Blute geliefert werden und in letzter Form von eben diesen Bestandtheilen stammen, welche der Mensch in der Nahrung genießt; indem ihre Elemente sich zu neuen und einfacheren Verbindungen ordnen, bringen sie in Folge dieses Ortswechsels oder Aenderung in ihrer Lage Bewegung hervor; die Molecularbewegung der sich un-

zenden Theile überträgt sich auf die Masse der Muskelsubstanz. Es ist klar, der Stoffwechsel ist die Quelle der mechanischen Kraft im Körper“¹⁾.

Такимъ образомъ, по *J. Liebig*'у, метаморфозъ главной составной части мышцъ—бѣлковыхъ веществъ есть источникъ мускульной силы. А такъ какъ окончательнымъ продуктомъ превращенія бѣлковъ въ организмѣ черезъ окисленіе ихъ кислородомъ (по тогдашнему воззрѣнію) является мочевина, то *J. Liebig*²⁾ и заключилъ, что по количеству выдѣленной работающимъ организмомъ мочевины можно судить о количествѣ произведенной работы. И такъ, работа, обмѣнъ веществъ и количество мочевины должны бы находиться въ прямомъ отношеніи между собой. Таковы были первоначальныя воззрѣнія *J. Liebig*'а на источникъ мышечной силы и на азотистый обмѣнъ организма при мышечной работѣ.

Voit и *Pettenkofer* въ общемъ признаютъ, что бѣлковая вещества суть единственные источники мышечной силы, что при постоянномъ разложеніи бѣлковъ въ организмѣ скопляется запасъ напряженныхъ силъ, которыя организмъ по желанію и можетъ перенести въ механическую; при обнаруженіи механической работы происходитъ окисленіе жировъ и углеводовъ, слѣдствіемъ чего является теплота: „Wir denken uns, dass durch die Sauerstoffaufnahme in die Organe und durch das sich gleichmässig zersetzende Eiweiss eine Spannkraft angesammelt wird, die auch bei der Ruhe allmählig verbraucht wird und die wir nach Willkühr in mechanische Arbeit verwandeln können. Während der letzteren wird auf eine noch unbekante Weise der Sauerstoff veranlasst sich mit einer den Muskeln nicht angehörigen kohlenstoffhaltigen Substanz (dem Fett) zu verbinden, die dann unter Erzeugung derselben Wärmemenge verbrennt, wie ausserhalb des Körpers“³⁾.

Превращеніе бѣлковъ въ организмѣ при покоѣ и

¹⁾ *J. Liebig*. Chemische Briefe. № 13 и 29. 1865.

²⁾ *J. Liebig*. Annal. d. Chemie u. Pharmacie. Bd. 153. 1870. s. 159.

³⁾ *Pettenkofer* u. *Voit*. Zeitschr. f. Biologie. 1866. s. 566.

при работѣ одинаково, но выдѣленіе CO_2 и H_2O и воспринятіе кислорода при работѣ значительно увеличивается. Если-же иногда количество выдѣляемой организмомъ мочевины при работѣ незначительно увеличивается, то это обстоятельство не имѣетъ прямой связи съ производствомъ механической работы и объясняется *Voit*'омъ особыми причинами, о чемъ мы уже выше говорили. По *Voit*'у и *Pettenkofer*'у не возможно, чтобъ въ организмѣ образовавшаяся уже теплота черезъ сгораніе тѣхъ или другихъ веществъ могла перейти въ механическую работу.

Кромѣ того, указанные авторы отмѣчаютъ, что бѣлковая пища повышаетъ рабочую способность чловѣка и животныхъ; скаковые лошади и боксеры въ Англіи питаются пищей богатой бѣлкомъ и пр.

Воззрѣнія *Ranke* относительно источниковъ мышечной работы не вполне ясны и опредѣленны; по его мнѣнію, источниками мышечной силы могутъ быть всѣ тѣ вещества, химическій метаморфозъ которыхъ въ мышцахъ способенъ дать живую силу, а именно: бѣлки, вещества воднаго экстракта, образователи угольной и молочной кислоты и пр. (Цитир. по *В. Данилевскому* ст. 200).

Основателемъ новаго ученія объ источникахъ мышечной силы былъ *M. Traube*¹⁾.

По мнѣнію *Traube*, распредѣленіе по *J. Liebig*'у пищевыхъ веществъ на двѣ группы, совершенно отличныя по своимъ свойствамъ и биологическому значенію, противорѣчитъ многимъ основнымъ фактамъ изъ жизни организмовъ; напр. наиболѣе работающія животныя (лошадь, верблюдъ, оселъ, слонъ, олень и пр.) питаются исключительно растительной пищей; кромѣ того, жители юга употребляютъ въ пищу преимущественно растенія, наконецъ, даже холоднокровныя животныя употребляютъ въ пищу безазотистыя вещества, что, по смыслу ученія *J. Liebig*'а, для нихъ

¹⁾ *M. Traube. Ueber die Beziehung d. Respiration zur Muskelthätigkeit u. die Bedeutung d. Respiration, überhaupt. Virchow's Arch. Bd. XXI. S. 386. 1861.*

совершенно излишне, такъ какъ теплопроизводство у этихъ животныхъ крайне незначительно.

Между тѣмъ изслѣдованія многихъ авторовъ несомнѣнно установили, что при мышечной работѣ окислительные процессы въ организмѣ значительно увеличиваются; далѣе, опыты *S. Voit*'а показали, что мышечная работа не влечетъ за собой усиленія азотистаго обмѣна веществъ въ организмѣ (отсутствіе увеличеннаго выдѣленія мочевины). Отсюда ясно, что „Die Arbeit der Muskeln ist ein respiratorischer Akt,“ и что при мышечной работѣ бѣлковыя вещества не разрушаются.

Химическіе процессы, происходящіе въ работающей мышцѣ, по мнѣнію *M. Traube*, слѣдующіе. Кислородъ изъ крови поступаетъ въ мышечную ткань, гдѣ образуетъ съ мышечными волокнами слабое химическое соединеніе, изъ котораго потомъ уже и переходитъ на легко окисляющіяся вещества, растворенныя въ мышечномъ сокѣ. *M. Traube* отождествляетъ этотъ процессъ съ явленіями тлѣнія. Лучшее всего раскисленіе мышечныхъ волоконъ происходитъ при раздраженіи соответствующихъ нервовъ. Благодаря окислительнымъ процессамъ мышцы получаютъ свою силу, часть которой, вслѣдствіе сопротивленія въ самомъ органѣ, тотчасъ же переходитъ въ теплоту.

Итакъ, *M. Traube* утверждаетъ, что „организованная часть мышцы при ея работѣ не разрушается“, и что „бѣлковыя вещества при мышечной работѣ вообще не распадаются“.

Горячими поборниками ученія *Traube* объ источникахъ мышечной силы выступили *Fick* и *Wislicenus*¹⁾.

Эти изслѣдователи произвели слѣдующій опытъ. Они всходили на гору Фаульгорнъ (1956 метровъ высоты).

Весь опытъ продолжался 31 часъ: за 17 часовъ до начала опыта авторы въ послѣдній разъ приняли азотистую пищу, а во время опыта питались исключительно безазотистой пищей: крахмаломъ, жиромъ и сахаромъ, пили чай, воду и пиво. Опытъ начался

¹⁾ *Fick u. Wislicenus. Vortragschft d. Zürich. naturf. Gesellsch. X. 1865. Цитир. по В. Данилевскому. стр. 100.*

от полудня 29 августа и кончился 30-ого вечером; восхождение на гору началось в 1 часть дня 30 августа и продолжалось около 6 часов.

Азот мочи определялся периодически несколько раз (азот кала не определялся!). Определив количество совершенной работы при восхождении на гору и вычислив по выделенному мочей во время работы азоту потребленное количество белков и механической эквивалент послѣдних, *Fick* и *Wislicenus* заключили, что только незначительная часть совершенной работы покрывается энергией разрушившихся в это время белков. На основании этих данных и того обстоятельства, что при мышечной работѣ выдѣление углекислоты изъ организма значительно повышается, авторы пришли къ убѣжденію, что мышечная сила происходит насчетъ сгорания безазотистыхъ веществъ.

Fick и *Wislicenus* работу мышцы уподобили работѣ паровой машины: мышца есть приборъ, служащій для производства механической работы насчетъ безазотистыхъ веществъ, причемъ существо мышцы при ея работѣ не претерпѣваетъ никакихъ особенныхъ измѣнений: мышца, какъ и всякій приборъ, изнашивается, результатомъ чего въ мочѣ и появляется то или другое количество мочевины, одинаковое какъ при покоѣ такъ и при работѣ организма.

Съ учениемъ *Pflüger'a* объ источникахъ мышечной работы мы уже познакомились въ общихъ чертахъ изъ предыдущаго изложенія. Взгляды многихъ другихъ авторовъ относительно разбираемаго нами предмета не представляютъ ничего существенно отличнаго отъ тѣхъ теорій, которыя мы уже изложили: одни авторы придерживаются теоріи *J. Liebig'a*, другіе — *Traube* — *Fick'a*, а третьи занимаютъ, такъ сказать, среднее мѣсто по своимъ воззрѣніямъ на источники мышечной силы.*)

*) Желающихъ болѣе или менѣе подробно познаться съ различными теоріями объ источникахъ мышечной силы мы отсылаемъ къ труду *В. Данилевскаго*, гдѣ указанный предметъ прекрасно изложенъ и разобранъ.

Посмотримъ теперь, насколько изложенныя нами теоріи различныхъ авторовъ о происхожденіи мышечной силы согласуются съ имѣющимися въ настоящее время фактическими данными метаморфоза веществъ самихъ работающихъ мышцъ и общаго обмена веществъ организма при мышечной работѣ.

Что касается положенія *Voil'a* и *Pettenkofer'a* о неизмѣнности азотистаго метаморфоза при покоѣ и работѣ организма, то мы уже раньше видѣли, что это положеніе, при тщательномъ разборѣ его основъ, не вполне правильно, что новѣйшія работы *E. Pflüger'a* и его учениковъ показали какъ разъ обратное; кромѣ того, данныя азотистаго обмена веществъ организма, какъ мы уже видѣли, совсѣмъ не могутъ дать намъ яснаго и правильнаго представленія о химическихъ процессахъ въ работающихъ мышцахъ. Далѣе, предположеніе о запасѣ силъ, который образуется черезъ постоянное разрушеніе белковъ въ организмѣ и одинаковъ какъ при покоѣ, такъ и при работѣ, слишкомъ туманно и не имѣетъ фактическаго основанія.

Наши изслѣдованія и работы другихъ авторовъ относительно состоянія белковъ въ покойныхъ и работавшихъ мышцахъ съ очевидностію показываютъ, что при работѣ потребление белковъ мышцъ болѣе или менѣе значительно повышено, а потому нельзя допустить, чтобы при работѣ расходовался только какой-то гипотетической запасъ скрытыхъ силъ (электродвигательной силы мышцъ) безъ одновременнаго глубокаго измѣненія самого белковаго вещества.

Воззрѣнія *Ranke* относительно источниковъ мышечной силы, какъ мы уже замѣтили, слишкомъ не опредѣленны и не указываютъ ближе на способъ происхожденія механической работы.

Нѣтъ никакого основанія предполагать, чтобы такіе химическіе процессы въ работающихъ мышцахъ, какъ, напр., превращеніе креатина въ креатининъ, могли быть источниками мышечной силы!

Теорія *M. Traube*, основанная на данных изслѣдованій *Voit'a* и *Pettenkofer'a*, уже потому заслуживает мало довѣрія, что она совершенно противорѣчитъ и нисколько не объясняетъ дѣйствительно существующіе факты рѣзкаго измѣненія бѣлковыхъ веществъ работавшихъ мышць. Такимъ образомъ, уже только на основаніи этихъ данныхъ и новѣйшихъ изслѣдованій *E. Pflüger'a* и его учениковъ, было-бы слишкомъ голословно приписывать исключительную роль въ производствѣ механической работы только однимъ безазотистымъ тѣламъ. Мы считаемъ излишнимъ вдаваться въ подробный разборъ теоретическихъ воззрѣній *Traube* относительно, такъ сказать, способа происхожденія механической работы, такъ какъ воззрѣнія эти не имѣютъ фактической основы: почему, напримѣръ, кислородъ, слабо связанный съ мышечнымъ волокномъ, окисляеть только безазотистыя тѣла, причѣмъ вещество волокна нисколько не измѣняется?

Что касается положеній *Fick'a* и *Wislicenus'a*, то они нисколько не убѣдительны, такъ какъ построены на совершенно произвольномъ основаніи.

Указанные авторы приняли, что мочевины, выдѣленная за рабочее время и черезъ 5 часовъ послѣ работы, произошла именно изъ разрушившихся во время мышечной работы бѣлковъ, которые успѣли, такимъ образомъ, окислиться до мочевины и выдѣлиться мочей въ теченіе даннаго времени.

Подобныя предположенія вполнѣ голословны и противорѣчатъ нѣкоторымъ даннымъ, указывающимъ на то, что продукты распада бѣлковъ работающимъ организмомъ не такъ быстро превращаются въ мочевины и выводятся мочей вонъ изъ организма (факты *Арзутинскаго* и *Pflüger'a* относительно увеличеннаго выдѣленія мочевины (resp. азота) и въ первые два, три дня послѣ работы).

Само собой понятно, на основаніи указанныхъ соображеній, что вычисленія и выводы *Fick'a* и *Wislicenus'a* насчетъ источниковъ мышечной работы не могутъ имѣть приписываемаго имъ значенія. Полное упо-

добленіе мышцы паровой машинѣ, какъ совершенно справедливо замѣчаетъ *Pettenkofer* и *Voit*, есть только фраза („eine blossе Redensart“).

Достаточно только указать на тѣ факты, что сама мышечная „машина“ при своей работѣ подвержена болѣе или менѣе значительному „изнашиванію“ своего вещества, какъ всякое сравненіе мышцы съ паровой машиной теряетъ свой главный смыслъ.

Притомъ, паровая машина превращаетъ теплоту въ механическую работу, между тѣмъ какъ для мышцы возможность подобнаго превращенія еще совсѣмъ не доказана и многими авторами совершенно отрицается (*J. Liebig, Voit* и *Pettenkofer*).

Воззрѣнія *Fick'a* и *Wislicenus'a* относительно источниковъ мышечной силы раздѣляетъ также и *Frankland*. На основаніи своихъ опредѣленій теплоты сгорания различныхъ пищевыхъ веществъ въ калориметрѣ и вычисленія возможной работы, какую въ состояніи обнаружитъ окисленные до мочевины бѣлки въ опытахъ *Fick'a* и *Wislicenus'a*, *Frankland* принялъ, что источники мышечной работы суть только безазотистыя вещества.

Прекрасный разборъ калориметрическихъ изслѣдованій *Frankland'a* и значенія данныхъ этого метода опредѣленія энергіи различныхъ пищевыхъ веществъ для сужденія о достоинствѣ послѣднихъ, какъ источниковъ силъ въ живомъ организмѣ, мы находимъ у *J. Liebig'a* въ его статьѣ: „Ueber die Gährung und die Quelle der Muskelkraft.“¹⁾ а также и въ работѣ *B. Давидовскаго*, уже нами цитированной нѣсколько разъ. Изъ указанныхъ обширныхъ работъ мы приведемъ только наиболѣе важныя положенія.

J. Liebig прежде всего отмѣчаетъ, что данныя *Frankland'a* насчетъ калориметрической гѣдности различныхъ пищевыхъ веществъ только тогда получаютъ дѣйствительное значеніе, если будетъ доказано, что пищевыя вещества сгораютъ въ организмѣ, какъ въ

¹⁾ *J. Liebig*. (I. c.).

паровой машинѣ. Между тѣмъ: „Nie wird im lebendigen Körper Kohlensäure erzeugt durch Verbindung des Sauerstoffs mit Kohlenstoff; sie ist im gewöhnlichen Sinne kein Verbrennungsproduct“.

Бѣлковыя вещества въ особенности не могутъ считаться горючимъ материаломъ въ обыкновенномъ смыслѣ; всякому извѣстно, съ какимъ громаднымъ трудомъ можно вполне окислить, сжечь бѣлки.

Кромѣ того, имѣется много примѣровъ, что два вещества, одинаковыя по своему химическому составу, но различныя по своему молекулярному сложенію, развиваютъ неодинаковыя количества тепла при своемъ окисленіи. Напримѣръ, желтый фосфоръ и призматическая сѣра при полномъ окисленіи выдѣляютъ гораздо больше тепла, чѣмъ красный фосфоръ и октоэдрическая сѣра (*Favre* и *Silbermann*). *J. Liebig*, между прочимъ, приводитъ такой примѣръ; 1 grm. углерода въ планѣ даетъ при сгораніи на 43% больше теплоты, чѣмъ 1 grm. свободнаго углерода. Значитъ, при образованіи плана была поглощена теплота; и дѣйствительно, при превращеніи планистаго серебра въ парацианистое выдѣляется большое количество свободной теплоты. Всѣ эти факты показываютъ, что достаточно уже только одного измѣненія въ молекулярномъ сложеніи вещества, чтобы теплота прямого сгоранія болѣе или менѣе значительно измѣнилась.

На этомъ основаніи нельзя полагать, чтобы бѣлокъ въ живой ткани, обладая, безъ сомнѣнія, инымъ молекулярнымъ строеніемъ, чѣмъ въ своемъ свернутомъ состояніи, заключалъ въ себѣ столько же живыхъ силъ, сколько ихъ обнаруживается въ формѣ теплоты при сгораніи въ калориметрѣ, гдѣ часть живыхъ силъ тратится еще на такъ называемую „работу горѣнія“, количество которой зависитъ отъ состоянія окисляемаго вещества.

По *J. Liebig*'у для обнаруженія механической энергій вовсе даже не требуется непосредно образованія теплоты черезъ обыкновенное окисленіе: есть случаи, гдѣ двигательные эффекты вызываются черезъ ву-

треннее молекулярное движеніе, такъ наприм. „стеклянная слѣпки“, если только чуть разрушить часть ихъ поверхности, съ громадной силой разлетаются на мельчайшія стеклянныя частички; точно также простое разложеніе веществъ можетъ обнаружить громадную двигательную энергію. Прекрасный примѣръ подобнаго явленія можетъ представить взрывъ гремячаго серебра и нитроглицерина.

Въ организмѣ живая матерія, нужно предположить, обладаетъ большимъ запасомъ скрытыхъ напряженныхъ силъ, которыя могутъ обнаруживаться въ большемъ или меньшемъ количествѣ въ различныхъ формахъ только лишь вслѣдствіе измѣненія молекулярнаго сложенія самого живого вещества, безъ измѣненія его химическаго состава и безъ участія кислорода въ качествѣ прямого окислителя.

Притомъ, въ настоящее время всѣ изслѣдователи признаютъ, что въ организмѣ не существуетъ прямого окисленія кислородомъ тѣхъ или другихъ веществъ тканей, но послѣднія расщепляются, разрушаются при явленіяхъ присоединенія или отнятія воды (НО).

Сколько живыхъ силъ обнаруживается при указанныхъ процессахъ, въ какія формы энергій превращаются эти силы при тѣхъ или другихъ условіяхъ, мы пока не знаемъ, но во всякомъ случаѣ можемъ съ полнымъ правомъ сказать, что „теплота, развиваемая веществомъ (бѣлковымъ) при искусственномъ сгораніи его внѣ организма, не можетъ составлять точнаго мѣрила напряженныхъ силъ, той потенциальной энергій, которая проявляется въ видѣ живой силы при полномъ метаморфозѣ этого вещества въ живой животной клѣткѣ“ (*В. Данилевскій*, стр. 115).

На основаніи всего вышеизложеннаго нельзя не согласиться съ *J. Liebig*'омъ, что мышечная сила можетъ образоваться не черезъ горѣніе, какъ это происходитъ въ паровыхъ машинахъ, но она есть только слѣдствіе превращенія движенія, имѣющагося внутри мускула, въ его подвижныхъ частяхъ: „Die Muskel-

kraft, wenn sie ihren Sitz im Muskel hat, nicht durch Verbrennung, ähnlich wie in einer Dampfmaschine, entstehen kann; sie kann nur die Folge eines Umsatzes, d. i. einer im Innern des Muskels, in seinen beweglichen Theilen vorhandenen Bewegung sein“ (l. c. s. 179).

Учаііе кислорода и кровообращенія при работѣ мышцы не составляет, какъ извѣстно, абсолютно необходимаго условия.

Вырѣзанная мышца можетъ работать довольно долгое время и безъ кровообращенія, если только постоянно промывать её растворомъ соли отъ накопившихся въ ней „утомляющих“ продуктовъ работы.

Между прочимъ, *J. Liebig* говоритъ, что сердце лягушки, освобожденное отъ крови промываемъ, можетъ работать въ теченіе 12 часовъ; *J. Liebig* сравниваетъ такое сердце съ натянутой пружиной, которая, постепенно восстанавливая прежнее расположеніе своихъ частичекъ, можетъ совершать ту или другую работу.

Было-бы слишкомъ просто и невѣроятно объяснить подобное громадное и продолжительное развитіе силы въ вышеприведенныхъ примѣрахъ только тѣмъ, что въ мышцѣ происходитъ окисленіе жировъ и углеводовъ, а освобождающаяся при этомъ сила переходитъ въ механическую работу!

Присутствіе жира и углеводовъ не имѣетъ существеннаго значенія для развитія мышечной работы; это явствуетъ уже изъ того факта, что мышцы лягушекъ, голодавшихъ болѣе 6 мѣсяцевъ, могутъ работать довольно хорошо и способны совершить значительную работу. Нужно замѣтить, что состояніе жировъ въ работающей мышцахъ до сихъ поръ почему-то не было предметомъ прямого изслѣдованія, кромѣ нѣсколькихъ опредѣленій *Ranke* (l. c. стр. 192), которыя, впрочемъ, совсѣмъ неправильны. *Ranke* опредѣляя жиръ изъ холодныхъ алкогольныхъ вытяжекъ изъ мышщъ и, понятнo, при такомъ способѣ не могъ получить всего количества жира, имѣвшагося въ мышцахъ.

Безъ прямыхъ опредѣленій жира въ дѣятельныхъ мышцахъ, никакія данныя общаго обмѣна веществъ работающаго организма не могутъ сколько нибудь убѣдительно выяснитъ намъ роль жировъ при мышечной работѣ.

Вполнѣ опредѣленные данныя имѣются въ литературѣ относительно состоянія гликогена и сахара въ работающихъ мышцахъ. Изслѣдованія многихъ авторовъ согласно показываютъ, что гликогенъ въ дѣятельныхъ мышцахъ потребляется; укажемъ на работы *O. Nasse*¹⁾, *S. Weiss*²⁾, *W. Marcuse*³⁾, *A. Monari*⁴⁾, *E. Manché*⁵⁾, *Morat et Dufourt*⁶⁾.

Потеря гликогена въ работавшихъ мышцахъ вообще весьма не велика: въ среднемъ изъ опытовъ *Nasse* и *Weiss*²⁾ она достигаетъ всего только 0,09% на влажную мышцу.

Потребленіе сахара въ мышцахъ, какъ при покоѣ, такъ и при работѣ послѣднихъ, опредѣлялась на основаніи того, что венозная кровь, вытекающая изъ мышщъ, содержала меньшее количество сахара, чѣмъ артеріальная; это обстоятельство явствуетъ изъ работъ: *Ch. E. Quinquaud*⁷⁾, *A. Chauveau* и *Kaufmann*⁸⁾, *Morat et Dufourt*⁹⁾, *J. Seegen*¹⁰⁾.

Всѣ указанная изслѣдованія несомнѣнно доказываютъ, что при работѣ мышщъ дѣйствительно происходитъ потребленіе углеводовъ. Но заключать на основаніи этого факта, что углеводы суть единственные источники мышечной работы, было-бы слишкомъ

¹⁾ *O. Nasse*, Pflüger's Arch. 1869. s. 97.

²⁾ *S. Weiss*, Sitzungsber. d. Wien. Acad. 1871. s. 284.

³⁾ *W. Marcuse*, Maly's Jahresber. 1886. Ref.

⁴⁾ *A. Monari*, ibid. 1889.

⁵⁾ *E. Manché*, ibid. 1889.

⁶⁾ *Morat et Dufourt*, ibid. 1894.

⁷⁾ *Ch. E. Quinquaud*, ibid. 1886.

⁸⁾ *A. Chauveau et Kaufmann*, Compt. rend. d. seanc. de l'Acad. d. scienc. 1886. pag. 974, 1057, 1153.

⁹⁾ *Morat et Dufourt*, Maly's Jahresber. 1892. Ref.

¹⁰⁾ *J. Seegen*, Jbid. 1895. Ref.

опрямительно и противорѣчило-бы другимъ не менѣе важнымъ фактамъ измѣненія химическаго состава дѣятельныхъ мышцъ.

И такъ, изъ всѣхъ приведенныхъ нами фактовъ и разсуждений ясно слѣдуетъ, что углеводы и жиры (вообще, безазотистыя тѣла) не могутъ быть единственными источниками мышечной силы.

Далѣе, съ полною достовѣрностью можно утверждать, что мышца, лишенная углеводовъ (*Бернаръ, Лухзингеръ*. Цитир. по *О. Гаммаритену*. Физиолог. хим. стр. 215. 1892.) и, вѣроятно, жировъ, способна совершить значительную работу. Значить, весь вопросъ сводится къ тому, существуетъ-ли только одинъ источникъ мышечной работы, или-же такихъ источниковъ—нѣсколько, т. е. что мышца и насчетъ бѣлковъ съ одной стороны и насчетъ углеводовъ и жировъ съ другой—можетъ вырабатывать механическую силу.

Понятно, что рѣшеніе этого вопроса, касающагося самыхъ интимныхъ свойствъ живого вещества,—дѣло, можетъ быть, еще далекаго будущаго, пока же возможны только болѣе или менѣе правдоподобныя предположенія, опирающіяся на извѣстные установленные факты и теоретическія соображенія.

Механическая сила, собственно говоря, развивается внутри живой организованной сократительной протоплазмы насчетъ физико-молекулярныхъ и химическихъ измѣненій ея собственного вещества, между тѣмъ какъ углеводы и жиры нужно считать „включеніями“ въ живую протоплазму, т. е. тѣлами, такъ сказать „мертвыми“ (*S. Pfüger*), не составляющими единого цѣлаго съ живой протоплазмой.

Въ самомъ дѣлѣ, *А. Данилевскій*¹⁾, устанавливая понятіе о живой протоплазмѣ, какъ о „химическомъ молекулярномъ комплексѣ“, въ составъ котораго всегда входятъ бѣлки, лецитинъ, холестеринъ и, можетъ быть, перебринъ и кислородъ (кромѣ, конечно, воды

и ничтожнаго количества минеральныхъ солей), не упоминаетъ о гликогенѣ и жирахъ, какъ постоянныхъ составныхъ частяхъ указаннаго „комплекса“. Да и было бы невѣроятно признать, чтобъ весь гликогенъ и жиры, какъ таковые, представляли изъ себя неотъемлимую составную часть химическаго молекулярнаго комплекса протоплазмы; это очевидно изъ того, что жиры и гликогенъ находятся въ клѣткахъ весьма часто въ видѣ капелекъ, зернышекъ—образованій или „включеній“, очевидно, инертныхъ, выдѣленныхъ изъ интимной сферы живого протоплазматическаго комплекса.

Растворы жирныхъ кислотъ и сахара и пр. точно также нужно обособить отъ самой живой матеріи, какъ и всякія другія вещества, растворенныя въ сокъ протоплазмы, пропитывающія и омывающія живую организованную протоплазму клѣтки.

Такимъ образомъ, нужно признать, что жиры и углеводы, какъ таковые, не имѣютъ абсолютнаго значенія для жизни живого вещества. Живая протоплазма сама въ себѣ заключаетъ всѣ главныя существенныя условія для проявленія своихъ жизненныхъ свойствъ.

Поэтому, жиры и углеводы въ ткани являются скорѣе всего, такъ сказать, запасомъ горючаго матеріала, который потребляется въ томъ или другомъ количествѣ, сообразно нуждамъ живого вещества.

Если же жиры и углеводы принимаютъ участіе въ пластическихъ процессахъ живого вещества, то не какъ таковые, а только въ формѣ химическихъ соединенийъ съ настоящимъ пластическимъ веществомъ, т. е. бѣлкомъ. Кромѣ того возможно, что нѣкоторыя разновидности живой протоплазмы заключаютъ въ своемъ „химическомъ молекулярномъ комплексѣ“ также жиры и углеводы, напр., въ формѣ жирной кислоты (см. у *А. Данилевскаго* въ Физиолог. сборн. т. II, стр. 259), или—алкогольныхъ радикаловъ (по *E. Pfüger* у. См. его архивъ, 50, стр. 338). Въ такомъ случаѣ, понятно, не можетъ быть и рѣчи о самостоя-

¹⁾ *А. Данилевскій*. Физиолог. сборникъ. т. II. стр. 250.

тельной функции жира или углевода, или их атомных групп, поглощенных въ составъ живой материи.

Такимъ образомъ, мы больше склонны присоединиться къ воззрѣнiямъ *J. Liebig*, *E. Pflüger'a* и др. относительно истинныхъ источниковъ мышечной силы и вполне согласны съ *E. Pflüger'омъ*, который утверждаетъ, что въ мускулахъ, очевидно, есть запасъ неизвѣстной материи, которая при своемъ распаденiи и производитъ работу; это—ни сахаръ, ни жиръ, ни обыкновенный бѣлокъ, но это—живая материя.

Изъ опытовъ *E. Pflüger'a*, разсмотрѣнныхъ уже нами въ своемъ мѣстѣ, мы видѣли, что жиры и углеводы дѣйствительно могутъ ограничить распадъ бѣлковъ въ организмѣ во время мышечной работы; но это обстоятельство, по мнѣнiю *E. Pflüger'a*, еще вовсе не говоритъ за то, что насчетъ окисленiя жировъ и углеводовъ вырабатывается механическая сила. Вполнѣ мыслимо предположенiе, что мышца въ громадной степени способна приспособляться къ условiямъ своего питанiя и къ составу своего состава при производствѣ механической работы. При отсутствii жировъ и углеводовъ, мышца для производства механической работы и теплоты принуждена потреблять исключительно свое жирное вещество; когда же мышца располагаетъ запасомъ жировъ и углеводовъ, то вполнѣ возможно предположенiе, что живыя силы этихъ безазотистыхъ веществъ, при окисленii ихъ, превращаются въ теплоту, а напряженныя силы живой материи превращаются по преимуществу въ механическую работу.

Наконецъ, если жиръ и углеводы такъ или иначе (см. выше) входятъ въ составъ протоплазматическаго комплекса живой мышечной материи и такимъ образомъ вмѣстѣ съ прочими веществами „комплекса“ участвуютъ въ образованii механической работы, то въ такомъ случаѣ роль жировъ и углеводовъ для производства механической работы становится весьма значительной и, можетъ быть, существенной. Итакъ, жиры и углеводы, не будучи исключительно непо-

средственными (какъ таковые) источниками механической работы, все таки могутъ служить большимъ подспорьемъ мышцѣ при ея работѣ или какъ образователи теплоты, или же они могутъ принять существенное участiе въ образованii то той, то другой формы энергии, вмѣстѣ съ другими веществами живой мышечной ткани, если только признать возможность участiя жировъ и углеводовъ въ той или другой формѣ въ составѣ живого протоплазматическаго комплекса мышечнаго волокна.

Само собой понятно, что выясненiе биологической роли того или другаго вещества въ организмѣ животнаго стоитъ въ тѣсной связи съ развитiемъ знанiй о „живомъ веществѣ“ вообще, его составѣ, его главныхъ и основныхъ отвлеченiяхъ. Между тѣмъ знанiя наши о живомъ веществѣ до сихъ поръ еще остаются крайне ограниченными, и до сихъ поръ еще понятiе о живомъ веществѣ, какъ о „химическомъ молекулярномъ комплексѣ“, не получило права гражданства въ наукѣ.

Представивши послѣдныя объясненiя относительно источниковъ мышечной работы, мы полагаемъ, что, съ указанныхъ точекъ зрѣнiя на роль азотистыхъ и безазотистыхъ веществъ при мышечной работѣ, всѣ факты эмпирическаго питанiя (рода пищи) различныхъ классовъ людей и народностей найдутъ себѣ вполнѣ вѣроятное объясненiе.

Мы не вдаемся въ разсмотрѣнiе этой обширной области фактическихъ данныхъ съ одной стороны потому, что эти данныя, по нашему мнѣнiю, нисколько не уяснятъ намъ ближе разбираемаго вопроса, съ другой же стороны — мы и такъ уже достаточно вышли изъ предѣловъ нашей спеціальнаго задачи — выяснитъ ходъ измѣненiя состоянiя бѣлковыхъ веществъ мышцъ при работѣ послѣднихъ.

Мы вполнѣ будемъ удовлетворены, если, на основанii нашихъ изслѣдованiй, для каждаго будетъ ясно, что сама живая ткань мышцы — ея бѣлковыя

вещства — неизбежно и неустранимо принимает существенное участие при образовании механической работы.

В заключение считаю своим долгом выразить искреннюю благодарность учителю моему, глубокоуважаемому профессору *Александру Яковлевичу Данилевскому*, по мысли которого и при постоянном непосредственном руководствѣ совершена была настоящая работа. Скажу прямо, что время, проведенное мной за этой работой подъ бдительнымъ руководствомъ такого учителя, будетъ для меня предметомъ самыхъ свѣтлыхъ и лучшихъ воспоминаній моей жизни.

Сердечно благодарю также и ассистента при кафедрѣ физиологій *В. И. Вартамова*, любезными советами которого я пользовался въ началѣ моей работы.

Отъ души спасибо моимъ товарищамъ: *Н. З. Умикову*, *М. Д. Ильину*, *А. А. Вальтеру*, *Г. М. Малкову*, *Б. И. Словоцову* и всѣмъ товарищамъ по лабораторіи за ихъ дружеское участие ко мнѣ словомъ и дѣломъ.



Положенія.

1. Ни одинъ изъ существующихъ въ настоящее время прямыхъ способовъ опредѣленія мюзина и вообще глобулиновъ мышцъ не можетъ считаться достаточно точнымъ.

2. Тѣсное генетическое родство между различными формами бѣлковъ вообще и мышечной ткани въ частности несомнѣнно.

3. Мышца сама въ себѣ заключаетъ всѣ главныя условія для своей дѣятельности.

4. Представленіе о мышцѣ, какъ особомъ приборѣ (машинѣ), только превращающемъ тепловую энергію въ механическую, не основательно.

5. Вопросъ, можетъ-ли мышца уже образовавшаяся тепловую энергію перевести въ механическую, представляетъ существенную важность для ученія объ истинныхъ источникахъ мышечной работы.

6. Измѣненія химическаго состава мышцъ, происшедшія вслѣдствіе болѣе или менѣе значительной работы настолько велики, что констатируются еще въ теченіи многихъ часовъ послѣ работы, если только животное (лягушка) не получаетъ пищи.

7) Крайне желательно и даже необходимо, чтобы земскій врачъ получилъ право и возможность не только заботиться о санитарно-гигиеническомъ состояніи народныхъ школъ и о здоровьѣ учащихся, но и—преподавать въ этихъ школахъ элементарныя свѣдѣнія изъ естественныхъ и медицинскихъ предметовъ.

Curriculum vitae.

Дмитрій Ивановичъ Кураевъ, сынъ чиновника, православнаго вѣроисповѣданія, родился въ 1869 году въ Саткинскомъ заводѣ, Уфимской губ.

Среднее образованіе получилъ въ гимназій въ г. Троицкѣ, Оренбургской губ. Окончивши гимназію въ 1888 году съ серебряной медалью, въ томъ же году поступилъ на первый курсъ Императорской Военно-медицинской Академіи.

Будучи студентомъ выпускнаго курса, въ апрѣлѣ 1893 года былъ командированъ Медицинскимъ Департаментомъ въ Тобольскую губернію на врачебно-питательные переселенческіе пункты для оказанія медицинской и продовольственной помощи переселенцамъ и мѣстнымъ жителямъ; въ командировкѣ пробылъ 4 мѣсяца.

Въ томъ же 1893 году окончилъ курсъ Академіи со званіемъ лекаря съ отличіемъ (*medicus cum eximia laude*) и по конкурсу оставленъ при Академіи на три года въ числѣ врачей для усовершенствованія.

Предметомъ своихъ занятій избралъ Физиологическую Химію, которой занимается и по сіе время подъ руководствомъ проф. А. Я. Данилевскаго.

Экзамены на степень доктора медицины сдалъ въ 1893—94 г.

Настоящую работу подъ заглавіемъ „О бѣлковомъ состояніи мышцъ покойныхъ и дѣятельныхъ (Матеріалы къ вопросу объ источникахъ мышечной работы)“ представляеть для соисканія степени доктора медицины. Предварительное сообщеніе о ней было напечатано въ газетѣ „Врачъ“, 1895 г., № 39.

БІБЛІОТЕКА
Харківського Медичн. Інституту

№