

Обмен энергии в мышце и нерве.

Миотермические и нервотермические опыты.

Проф. А. В. Гилл.

(Речь на открытии XIV Международного физиологического конгресса в Риме в 1932 г.)

Только раз в своей жизни физиолог может надеяться быть удостоенным чести приглашения произнести научную речь перед всеми его коллегами, собравшимися в одном месте. Сегодня это является моим счастьем. Я глубоко благодарен проф. Боттацци и итальянскому комитету за честь и за этот случай. Не будь этого, мое выступление перед вами само по себе должно было бы вызвать во мне скорее стыд, чем гордость. Мне особенно повезло с тех пор, как Вейцсекер прибыл в Кембридж в 1914 г. и в продолжении моего длительного общения с Гартри и Мейергофом, в сотрудничестве с которыми я работал. Наши проблемы еще не разрешены, хотя некоторые вещи стали яснее, чем они были до этого; и такой успех, которого мы достигли, обусловлен, главным образом, их усилиями, их советом или тем стимулом, который давало их присутствие. Когда вы просите меня рассказать о моей работе, то этим самым разрешаете мне говорить и об их работе.

Это любопытный обычай этих конгрессов,—приглашать одного из его членов прочесть научную лекцию при церемониале открытия конгресса.

Есть много оснований для созыва таких конгрессов, как этот. Мы приходим сюда возобновить старую дружбу—потолковать в кулуарах, когда мы должны были бы слушать доклады, где-либо в другом месте; мы приходим установить новые дружественные отношения, которые станут старыми довольно скоро и будут нам на будущих конгрессах еще большим извинением за наше пребывание в кулуарах; мы приходим сюда пожаловаться вместе на невыносимое бремя, которым литература ложится на наши библиотеки и на нас самих, будучи совершенно уверены в том, что через двадцать лет, если не будет сделано что-либо решительное, это бремя будет во много раз хуже; мы приходим сюда увидеть и приветствовать Павлова и других знаменитых людей; мы приходим сюда решить, где должен состояться следующий конгресс; мы приходим сюда сделать доклады или произвести демонстрации, может быть даже только послушать доклады и посмотреть демонстрации.

Я упомянул о невыносимом бремени литературы. Я являюсь одним из редакторов журнала—неблагодарная, а для себя, по меньшей мере, бесполезная задача. Я знаю, насколько трудно и неприятно бывает отказать в опубликовании. Иногда, однако, это должно быть сделано—или наука погибнет под своим собственным бременем. Дни оказываются уже слишком короткими, чтобы прочесть все то, что появляется в печати, как бы он ни был прилежен читатель; а финансовое напряжение становится так велико, что даже королевское общество в Лондоне теперь не получает ряд важных периодических изданий.

Веда заканчивается в том, что наука и печатание стали коммерческим делом; практика рекламы вкралась сюда: профессиональный успех зависит, как я сказал в Бостоне три года тому назад, от количества килограммов опубликованных работ. Применяются различные средства для этой цели:

1. Одно и то же исследование описывается, обычно, в слегка измененной форме, в различных журналах.

2. Статья разбивается на несколько отдельных частей: п-статей является лучшей рекламой, чем одна, хотя общее сообщение выразило бы то же самое.

3. Имена авторов располагаются в самом разнообразном порядке, к великому смущению сводок и каталогов; если было г авторов, то статья должна быть указана г раз, чтобы дать возможность имени каждого из авторов стоять первым.

4. Статьи пишутся излишне длинными, с излишним умножением данных в таблицах и фигурах; исторические ссылки, многие из которых никогда не проверялись, даются ad nauseam, сообщаются страницы, а иногда листы необработанных результатов там, где было бы достаточно среднего и стандартного отклонения.

5. Личная враждебность и жалобы выносятся на общественный суд, что придает научной дискуссии интерес и достоинство собачьей грызни.

Однако, авторы не являются единственными грешниками: редакторы и издатели, за некоторыми почтенными исключениями, заслуживают порицания. Главное условие надлежащего контроля заключается в том, чтобы научные журналы принадлежали научным обществам, а не коммерческим фирмам, так что никто бы не был заинтересован печатать так много. Второе условие—чтобы редакторы крепко поддерживались обществами, для которых они работают.

Я думаю, поэтому, что этот конгресс поступил бы благоразумно, назначив международный комитет, чтобы обсудить способы публикации и каталогизации физиологических и биохимических работ. Наряду с научными дискуссиями и установлением и возобновлением персональных дружественных связей, это является чрезвычайно важным путем, который может содействовать успеху нашей науки.

Однако, не только в наших журналах, но и на наших собраниях, не только в написанных, но и в сказанных словах многие из нас упускают свои возможности. Способ, каким надо делать сообщение перед научным собранием, очень мало кто знает. Очень часто доска или ряд диапозитивов наполняются неперевааренными данными, предмет излагается в таких деталях и со все возрастающей скоростью до тех пор, пока не раздастся звонок председателя. Не может быть никакого извинения за рассказывание занятым людям в течение 15 минут того, что они могли бы прекрасно прочитать в 5 минут.

Преимущество сказанного слова перед написанным заключается в том, что подчеркиванием важных идей и трудностей, оттеняя драматический элемент в открытии, можно придать приятный гурманский привкус научной дискуссии. Наши коллеги оказывают нам большую честь, приходя посидеть за нашим столом—постараемся же обеспечить, чтобы, по крайней мере, те кушанья, которые мы им предлагаем, не были бы холодными.

Обдумывание содержания этого доклада—„Миотермические и нервотермические опыты“—привело меня к этим идеям. Как скучно он мог бы, и он может еще быть сделан.

Я был приведен к этому предмету, Ланглею, который по счастливому случаю увидел и купил термогальванометр Бликса на одном из прежних конгрессов. Он написал мне в 1909 г., побуждая меня исследовать миотермическим методом с бликсовским инструментом эффективность мышцы, работающей с кислородом и без него. Как он сказал: „Флетчер и Гопкинс произвели значительное количество работы, тесно связанной с этим, так что вы имели бы лиц, заинтересованных в этом предмете, с которыми вы могли бы обсуждать его“. Я обсуждал его—они были очень терпеливы—в течение 23 лет! он прибавил: „Раз начавши, здесь—окажется масса дальнейших опытов, которые надо будет сделать“. Они еще не закончены и не похоже на то, чтобы быть законченными. Это замечательно, что Ланглей, личные интересы которого лежали так далеко от этого предмета, дал такой мудрый совет.

Предложение Ланглея, поэтому (и, конечно, исследования Флетчера и Гопкинса предшествовали ему) было главной причиной того, что затем последовало. Мотивом большей части работы, сделанной с 1910 г. относительно обмена энергии в мышце, как мною, так и другими, было стремление понять процесс восстановления. Действительно, если мой друг А. Д. Ратчи прав, все химические изменения, которые мы знаем в мышце и нерве, являются стадиями восстановления. В 1926 г., как следствие опыта с мышцей, стало возможным также измерить теплопродукцию нерва. Здесь также процесс восстановления оказался обладающим некоторыми неожиданными характерными чертами; как и в мышце, этот процесс восстановления был главным предметом исследования.

Техника таких опытов была не легкой и многие приложили свою руку к ее развитию. Бликсовский аппарат был слишком ограничен в своих пределах и были необходимы новые методы. Я никогда не забуду любезности Карла Бюркера и Пашена, которые помогли мне в Тюбингене в 1911 г. Вейцеккер, Гартри, Жерар, Бозлер и в особенности Даувнинг сделали важные вклады. Измерение мышечной теплоты теперь является совершенно простым делом.

и, по справедливости, „шуточной пробой“, если вы имеете аппаратуру. Измерение же нервной теплоты, однако, является еще трудным делом.

Потребная чувствительность была значительно увеличена. В одиночном мышечном сокращении легко отсчитать повышение температуры на $0,003^{\circ}\text{C}$. до одной части на 1000. У нервов 1°C отсчитывается, в соответствии с потребностями опыта, отклонением от 300 метров до 3 километр. протяжением. Для мышц в сущности не требуется большой чувствительности; поскольку, однако, скорость и чувствительность изменяются в обратном друг к другу отношении, то усовершенствование может быть направлено в сторону увеличения скорости инструмента: скорость теплоты во время и после одиночного сокращения могут теперь быть прослежены с большой, если не вполне еще достаточной точностью.

Для нерва, с другой стороны, имеется малый запас чувствительности. Начальная теплота в отдельном изолированном импульсе 20°C оказывается около $7 \cdot 10^{-8}$ калорий на грамм. Это является только $1/40000$ частью начальной теплоты в одиночном мышечном сокращении. При минимальном раздражении в течение 1 секунды, при котором только и могут быть сделаны хорошие нейротермические записи, начальная теплота составляет только $7 \cdot 10^{-6}$ калорий на грамм, около $1/4000$ части таковой в мышечном сокращении такой же продолжительности. Для должного анализа этой теплоты необходима быстрая запись: мы должны поэтому примириться между чувствительностью и скоростью.

Применяемые методы являются, конечно, электрическими и тот, в котором применяется термопиль, оказывается единственно практичным. Требуется чувствительный гальванометр и в этих опытах был достигнут предел полезной чувствительности гальванометра. Даже в опытах Гартри на мышце случайные колебания его гальванометра, обусловленные молекулярными причинами—их можно назвать брауновскими движениями, являются едва ли меньше, чем $0,1$ мм.,—точность, с которой он измеряет свои записи. В опытах на нерве записывающая система может путем усиления быть сделана настолько чувствительной, что молекулярные пертурбации вызывают на записях среднее отклонение порядка 1 мм.: эти записи можно читать с точностью до $0,1$ мм., так что дополнительная чувствительность оказывается бесполезной. Гальванометры в такой же мере явно ограничены средней энергией молекулы, как микроскопы—длиной волны света. Средняя энергия, конечно, может быть уменьшена охлаждением: однако, бесполезно охлаждать лишь одну часть этой цепи, а всю охладить невозможно, т. к. здесь имеется нерв на термонале. Физики часто опрашивали, почему не поместить вашу цепь в жидкий водород. Ответ заключается в том, что под горой аппаратуры лежит где-либо далеко запрятанный живой нерв. В этом разница между физикой и физиологией.

Эти брауновские движения не препятствуют серьезно. В действительности даже удобно знать, что в одном направлении, по крайней мере, дальнейшее движение вперед невозможно. Другие нарушения оказываются хуже: при раздражении 200 мгр. нерва с максимальной частотой, общая „начальная“ энергия за 4 дня была бы меньше, чем теплота, полученная от конденсации 1 мгр. паров воды. Если бы воздух в термопильной камере был сжат адиабатически на одну часть из $1.000.000$, то вызванное этим изменение температуры могло бы сместить пучок света с камеры. Однако, опытность накапливается и мы научаемся, как избежать этих затруднений. Нейротермические записи теперь являются настолько же хорошими, как миотермические были 12 лет тому назад.

Сравнение термических и химических методов оказывается поучительным. При одиночном сокращении мышцы в 100 мм. повышение температуры на 0.003°C . связано с продукцией $1/1000$ мг. молочной кислоты. Изменение температуры может быть отсчитано до 1 части из 1000 и выявлено по отношению ко времени: это же химическое изменение вовсе не может быть обнаружено. В процессе восстановления, который следует за этим, освобождается, примерно, такое же количество тепла; можно проследить ход его во времени; он протекает в 2 фазы, одна требует кислорода, а другая нет. Поглощаемый кислород составляет, примерно, $0,1$ куб. мм., который вообще трудно измерить, а ввиду диффузии, невозможно правильно размесить его во времени. Даже при 1 секундном тетанусе, где количества бывают в 10 раз большие, химические изменения бывают слишком малы для точного определения; должны быть даны более длительные раздражения, или больше их. Теплота, однако, может быть измерена с одиночной термопарой.

В течение нескольких последних лет сравнение термических изменений с химическими оказалось очень плодотворным. Начальная теплота, задержанная, анаэроб

ная теплота, теплота восстановления—все были связаны в химическую картину. Кажется, что энергия начального процесса, который протекает во время сокращения и расслабления, снабжается распадом креатино-фосфорной кислоты (хотя возможно, согласно Ратчи, что действительный начальный процесс является скорее физической природы и что распад фосфо-креатина является первой фазой в восстановлении, при помощи которой быстро восстанавливается способность к дальнейшему ответу); что задержанная анаэробная теплота является выражением некоторого процесса, длящегося полминуты, или около этого, при котором фосфо-креатин восстанавливается (эндотермическая реакция) за счет энергии, освобождаемой образованием молочной кислоты; что при восстановлении происходит окисление, а освобождающаяся энергия, которая частью истрачивается, как теплота, частью используется, чтобы произвести удаление молочной кислоты и того, что остается от креатина и фосфора. В нормальной деятельности все три процесса следуют быстро друг за другом. В последних анализах Гартри этой теплоты, теперь, когда интерпретация стала яснее, можно видеть эти хорошо известные изменения, которые в последнее время причинили так много забот и вызвали споры, изменения, продолжающиеся в одиночном сокращении.

Одним из руководящих лучей в моей прежней миотермической работе была статья Отто Франка в *Ergebnisse* за 1904 г. Эта статья о предмете, над которым, я уверен, Франк никогда не работал, оказалась замечательную услугу науке. В течение многих лет я твердо помнил то предупреждение, которое он сделал, именно, что *negative Wärme—schwankungen*, которые от времени до времени появлялись в литературе, обязаны ошибке, разнице температур в мышце или аппарате. Неоднократно Гартри и я прослеживали такие отрицательные колебания, когда они встречались, вплоть до технических недочетов; действительно мы имели поговорку: „тот, кто верит в отрицательную теплоту, плохо кончит“. Теперь этот плохой конец пришел: мы были принуждены допустить небольшое количество отрицательной тепло-продукции, длящейся в течение 30 сек. или около этого, после сокращения в азоте при 0°С. При более высоких температурах она, повидимому, закачивается очень скоро, чтобы ее можно было обнаружить, или же она маскируется другими эффектами. Ее величина мала—только 5%, или около этого, начальной теплоты—и требует величайшей заботы при измерении. Она интересна потому, что она протекает преимущественно во время ранних стадий известной эндотермической реакции—восстановления фосфогена. Отрицательная теплота этой реакции обычно маскируется довольно значительной положительной теплотой образования молочной кислоты, которая ее сопровождает. В отрицательной теплоте Гартри, однако, мы видим фазу или случай, в котором эндотермический процесс опережает экзотермический.

Нет термодинамического основания, почему этого не могло бы быть. Если положительная свободная энергия образования молочной кислоты больше, чем отрицательная свободная энергия ресинтеза фосфогена, то первая может в принципе управлять последней, даже если общая энергия сочтенной реакции была бы отрицательной. Интересно, однако, найти такое явление, действительно протекающее. Я надеюсь, в конце концов, что это не предвещает ничего худого для того, кто верит в него: мы предпочитали не верить! Во всяком случае это заставляет более настоятельно производить тщательное измерение сводных энергий тех реакций, которые, как нам известно, там протекают.

В последнее время обнаружен другой замечательный феномен. Давно было известно, что механические условия мышцы имеют значительное влияние на энергию, которую она освобождает при сокращении. Длина или начальное напряжение влияют на теплоту в изометрическом одиночном сокращении: работа, величина сокращения и момент освобождения мышцы влияют на теплоту, когда мышце позволяют укорачиваться. Эти эффекты не так уже малы: они являются главными факторами, требующими объяснения, когда предлагается теория мышечной деятельности. В последнее время Фенг установил другой любопытный факт: изолированная покоящаяся мышца или, по крайней мере, некоторые покоящиеся мышцы ведут себя подобным образом. Обмен веществ при покое увеличивается, иногда значительно увеличивается при нагрузке или растяжении. Это увеличение продолжается до тех пор, пока продолжается нагрузка. Легко придумать объяснение этому, но трудно поверить которому либо из них.

Люди начинают думать о молекулярной структуре живых тканей: анализ при помощи х-лучей начинает применяться и находит правильные кристаллические формы. Давно было очевидно, например, в их двойной рефракции и в изменении их „вязкости“, что в мышцах также существует такая молекулярная организация. Ф о н - М у р а л т у в последнее время удалось сфотографировать изменения двойного преломления во время мышечного сокращения: его фигуры, обнаруживающие характерные изменения во время сокращения и расслабления, удивительно сходны с анализами Г а р т р и начальной теплоты. Ф е н г, кроме того, нашел поразительную разницу между живыми и мертвыми мышцами в отношении их термоэластических свойств. В то время, как живая мышца (или не возбудимая мышца прежде, чем наступило помутнение) имеет отрицательный коэффициент термического расширения, как это В ё л и ш нашел прямыми методами, мертвая имеет обычный положительный коэффициент. Повидимому изменилась молекулярная организация. Эти исследования правильно организованной структуры в мышце еще новы, но новые инструменты и методы являются полезными и мы можем глядеть в будущее с надеждой на их дальнейшее развитие.

В течение последних лет появились очень интересные пререкания в Journal of Physiology между Р э ш т а н о м и Л а п и к о м относительно значения времени в электрическом раздражении. Все жизненные функции, однако, представлены на своеобразной шкале времени и разницы шкал времени так велики, что трудно найти какое-либо физическое объяснение тому, что их определяет. Теплопродукция нерва, например, во время длительного раздражения является функцией частоты возбуждения: при разной температуре эта функция различна, но с изменением шкалы времени она становится той же самой. Теплопродукция мышцы при тетанусе изменяется характерным образом с продолжительностью раздражения: при другой температуре это отношение является другим, но изменит шкалу времени и оно становится тем же самым. Изменение температуры просто удлиняет шкалу времени. В различных мышцах или различных нервах появляются различные свойства: но согласуйте шкалу времени для каждого из них и многие из их свойств становятся поразительно сходными. Не только для одного возбуждения, но и для многих других функций существует „хронаксия“, „шкала времени“.

В общей физиологии в этом отношении имеется проблема, проблема колоссального интереса, которой уделялось мало внимания, за исключением простого случая электрического раздражения. „Шкала времени“ ткани не может зависеть от видимой структуры. Нет гистологической разницы между мышечными волокнами летней и зимней черепахи, малая разница между мышцей крыла мухи и артериусом жабы: их же шкалы времени, однако, совершенно разные. Это может зависеть от различий молекулярных структур или молекулярной организации—мы обращаемся к физической и органической химии за указанием относительно их природы.

Прогресс в науке идет скачками. В мышечной физиологии мы имели в последнее время такой скачек: мы должны теперь укрепить новое положение; как сказал Л а н г л е й—имеется масса новых опытов, которые надо сделать. Этот прогресс, неожиданно приостановившийся в последние два года, обязан многолетней спокойной работе многих лиц в отношении, в частности, термических и химических изменений. Я сомневаюсь, чтобы следующий большой шаг был бы сделан на этом пути. Он, повидимому, будет сделан в области молекулярной структуры, в изучении кристаллических, оптических или других физических свойств и их изменений во время деятельности, в исследовании самого сократительного процесса.

Позвольте обратиться теперь к нерву, где не так много известно, потому что те количества, которые здесь имеют место, слишком малы. В нерве, как и в мышце, происходит процесс восстановления; у обоих возможно устойчивое состояние деятельности, во время которого происходит процесс восстановления с расщеплением. Нерв при 20°C, раздражаемый 100 раз в секунду, обнаруживает возрастающую скорость теплопродукции: примерно, через 45 мин. она достигает постоянного уровня, приблизительно в 2 раза большего, чем при покое. Во время этого устойчивого состояния может быть сделан очень интересный опыт, вроде следующего.

Приложим на 10 сек. отрицательное раздражение простым приемом прекращения действующего раздражения на этот период и зарегистрируем термический эффект. Происходит отрицательная теплопродукция, которая (за исключением ее знака) является приблизительно такой же, как и положительный эффект от применения обычного 10 сек. раздражения к предварительно покоящемуся нерву. Эта запись может быть проанализирована обычным способом:

мы находим отрицательную начальную теплоту, за которой следует отрицательная теплота восстановления, в других отношениях обычного типа.

Это только пример общего феномена. До известной границы частоты раздражения нерв не обнаруживает утомления: он достигает устойчивого состояния, при котором восстановление уравнивает разряд. Если частота изменяется, то медленно достигается новый уровень. Если во времени устойчивого состояния частота увеличивается лишь на несколько секунд, то появляется положительный ответ, подобно тому, что и на обычное раздражение покоящегося нерва; если частота сходным образом уменьшается, выступает отрицательный ответ. Покоящийся нерв является лишь частным случаем: общий случай—это нерв с данной частотой раздражения. Увеличение частоты дает положительный ответ; понижение частоты—отрицательный.

Я не предьявляю никаких особенных претензий по поводу этого феномена: нужно хорошенько помнить, что нервные волокна и, повидимому, другие нервные аппараты могут достигать устойчивого состояния деятельности в широких пределах частоты и что в организме изменения частоты являются более общим явлением, чем раздражение совершенно покоящихся органов. Поведение нервного аппарата зависит от этой способности к постепенному переходу; а устойчивое состояние определяется балансом между расщеплением и восстановлением.

Нерв хорошо защищен против недостатка кислорода. Если мышца раздражается в отсутствие кислорода, то не происходит никакого процесса восстановления; накопится молочная кислота, быстро наступает утомление. В нерве же процесс восстановления продолжается, повидимому, неизменным, при полном отсутствии молекулярного кислорода. Поскольку его ответ уменьшается (а он, наконец, совершенно исчезает при недостатке кислорода), постольку теплота восстановления пропорционально уменьшается, но ее характер остается прежним. Кажется, что нерв содержит некоторый потенциальный запас кислорода, может быть, некоторый водородный акцептор, как гарант против асфиксии. При 0°С., после 15 часов кислородного голодания, нерв лягушки может дать половину его нормального ответа на раздражение и не обнаруживает никакого изменения в отношении между начальной теплотой и теплотой восстановления. Здесь мы имеем явление, которое биохимики, интересующиеся окислением, могут исследовать; без их помощи это остается тайной.

Существует курьезная разница между мышцей и нервом в отношении действия кислорода на возбудимость. Нерв без кислорода при 20° теряет свою возбудимость через 2 часа. Мышца же может оставаться в рингеровском растворе без кислорода целый день и еще хорошо отвечать на раздражение. В нерве как только запас кислорода (каков бы он ни был) истощается, возбудимость исчезает. В мышце анаэробный механизм образования молочной кислоты, который может в течение долгого времени служить источником энергии для сокращения, если только молочная кислота будет удаляться, может также, повидимому, использоваться для поддержания нормального состояния возбудимости.

Экономия мякотного нерва замечательна. Максимальная деятельность лишь удваивает его метаболизм, и, исключая очень высокие частоты, может продолжаться бесконечно. Одиночный изолированный импульс при 20°С дает начальное повышение температуры на 7.10^{-8} С, а при 0° С довольно странным образом в три—четыре раза больше, повидимому, благодаря его большей продолжительности в каждой точке. При очень частом раздражении при высокой температуре начальная теплота на отдельный импульс может уменьшаться до 10^{-8} кал. на грамм. Выражая теплоту в эргах вместо калорий, начальная теплота отдельного эффективного импульса может колебаться от 0,5 до 10 эргов на грамм. Если мы будем рассматривать, что реакции, продуцирующие теплоту, протекают на поверхности волокон, и примем некоторую вероятную величину для их размера, то теплота на кв. сант. поверхности волокна оказывается от 5×10^{-3} до $2,5 \times 10^{-3}$ эрга на кв. сант. Чрезвычайно малую величину этого количества можно представить себе на основании того, что она является от 1/4000 до 1/80000 поверхностной энергии на границе между водой и оливковым маслом.

Что является источником начальной теплоты в нерве? Ее количество так мало, что химические методы в настоящее время не могут дать никакого ответа на этот вопрос, но она подчинена некоторым правильным закономерностям. Не может ли он быть электрическим? Это курьезно, что начальная теплота оказывается как раз величиной такого именно порядка, чтобы ее объяснить следующим образом...

Представьте конденсатор с цилиндрическим слоем диэлектрика в несколько молекул толщины, лежащий на поверхности волокон, заряженный до потенциала тока покоя нерва. Это может быть случайным, и, повидимому, является случайным, но энергия, освобождаемая таким разрядом такого конденсатора, почти равна начальной теплоте. Нет данных за или против какого либо другого объяснения и будет интересным исследовать эту электрическую возможность дальше. Эта идея о нервном импульсе, как распространяющемся разряде электрического конденсатора, очень похожа на теорию об его природе, которая витает в головах многих людей.

Что же тогда сказать о теплоте восстановления? Имеются ясные данные, что она протекает в две фазы—одна быстро падающая и заканчивающаяся в несколько секунд, другая—продолжающаяся (при 20° С.) до получаса или более. В нерве имеется креатинино-фосфорная кислота и может быть образована молочная кислота; однако, имеется очень мало прямых данных, что каждая из них участвует или не участвует в механизме передачи импульса, хотя Фенг нашел, что нервы, обработанные иодо-уксусной солью, перестают работать раньше, чем нормальные, но их деятельность продолжается дольше, если им дан лактат, который они, повидимому, способны окислять. Химики должны острее отточить свои инструменты, прежде чем они смогут решить те проблемы, которые выдвигает нерв. Также не ясно, что за процесс представляет собой восстановление. В мышце удаляется молочная кислота, восстанавливается фосфаген. В нерве лягушки восстановительная теплота оказывается в 10—20 раз больше начальной, а в нерве краба она оказывается в 50 или более раз больше начальной. Повидимому, это связано с чем-то важным, но с чем? Единственный ключ к этому, который мы имеем, дан работой Фурузава и Левина. Нерв краба при раздражении обнаруживает уменьшенный ток покоя, который восстанавливается, когда нерв оставляется в кислороде. Ток покоя, таким образом, возрастает во время процесса восстановления.

В настоящее время трудно представить, чтобы в такой системе, как живая ткань, разные потенциалы могли бы обуславливаться непосредственно какой-либо другой причиной, кроме как разницей ионных концентраций. Более того, недавно Кауэн нашел, что, когда нерв краба утомляется в морской воде, калий исчезает. Представляется весьма вероятным, что фаза медленного восстановления в нерве связана с восстановлением разниц ионных концентраций, которыми поддерживаются разницы электрических потенциалов. Теплота восстановления является побочной теплотой тех недостаточно нам известных секреторных процессов, которые передвигают назад на их места те ионы, которые удалились во время деятельности, ионы, диффузия которых вызвала те электрические токи, которые мы наблюдаем.

Но довольно о деталях. Позвольте, однако, мне, прежде чем я кончу, поставить и попытаться ответить на общий вопрос: почему мы затрачиваем так много времени и энергии на изучение этих элементарных процессов в мышце и нерве? История химии и физики является подходящим для этого ответа. Почему затратили так много времени на изучение проведения электричества через газы? Никто не мог бы предсказать, что это приведет к открытию х-лучей и усилительным лампам с одной стороны, к большей части современной теоретической физики—с другой. Разве не смеялся английский Карл II над философами королевского общества, которые тратили свое время на взвешивание воздуха? Почему позже затрачивалось так много энергии на небольшие отклонения от идеальных газов? Никто не мог бы предвидеть, что путем этого будет возможно достигнуть низких температур. Почему беспокоились по поводу тех не гладких отношений, которые были найдены относительно пропорций соединяющихся элементов. Потому что эти отношения привели бы к молекулярным и атомным теориям, а также почти ко всему тому, что мы знаем относительно природы вещей—но кто мог бы предсказать? Большая часть великих достижений вышла из изучения неожиданных, часто количественных закономерностей, которые встречаются в нашей работе, закономерностей, которые бы являлись совершенно невероятными до тех пор, пока они не получат некоторой общей причины.

Так же дело обстоит с мышцей и нервом. Мы еще не имеем стройной теории их механизма. Однако, здесь имеются закономерности той же самой совершенно невероятной разнородности. Факты, на которые я кратко ссылаюсь,—молекулярная организация, химические и тепловые изменения, шкала времени, восстановление от деятельности, отношение теплоты к механическим условиям, электрические свойства—они не являются совершенно распыленными явлениями. Правда, они

еще не связаны вместе однородной теорией, но они указывают также, как периодическая таблица элементов, что за ними скрывается некоторый основной порядок. Эти явления оказываются более разнообразными, предметы исследования более изменчивыми, чем таковые — физики и требуются большое экспериментальное искусство. Может быть понадобится много времени прежде, чем достигнем цели. Однако, мы можем с уверенностью ожидать окончательного успеха.

Перевел проф. Д. Воронцов.

Рецензии.

1) *Психофизиологический эксперимент в клинике нервных и душевных болезней*. Сборник работ сектора патологической психо-неврологии под редакцией проф. В. Н. Мясищев а. 127 стр. Ленинград. Издание института мозга. 1933, цена 4 р. 50 коп.

Сборник профессора В. Н. Мясищев а представляет огромный интерес, как выдержанный в духе марксистской психоневрологии, богатый по своему содержанию и во всех отношениях оригинальный труд. Я говорю об *одном* труде, хотя в сборнике много работ, ибо не трудно убедиться, что в многообразии работ отражается единая сила вооруженного марксистским методом ума.

О задачах психофизиологического эксперимента в клинике нервных и душевных болезней говорит проф. Мясищев. Он предостерегает от „методического фетишизма“, от превращения эксперимента в самоцель. Эксперимент есть лишь средство для достижения цели, а целью экспериментатора должно быть разрешение особыми приемами того, что клиническим путем разрешить не удастся. Эксперимент должен быть приемом экспериментальной диагностики, он должен быть средством углубленного изучения болезненного состояния, а также выяснения причин и происхождения его, он должен служить средством доказательного учета динамики заболевания, в частности учета результатов терапевтического вмешательства. Экспериментатор должен выйти из роли тех философов, про которых Маркс говорил, что они так или иначе истолковывают мир вместо того, чтобы переделывать его. Дело экспериментатора не только изучать личность, но и способствовать ее переделке.

Каковы же особенности марксистки обставленного эксперимента? — Он близок к жизни, обслуживает ее задачи; он оплодотворяет нашу практику. Он решает поставленные вопросы ни в статическом и атомистическом плане, а формирует диалектику исследовательского процесса на основе связи с диалектикой жизни. Он ставит и разрешает не только вопросы количества („экспериментальная бухгалтерия“, как удачно выражается Мясищев, о немарксистской экспериментатике), но связывает количественные показатели с соответствующими им качествами, ставит и решает вопросы скачкообразного перехода и, специально в психоневрологии, психофизиологическую проблему, соотношения социального и физиологического, функций, отношений и содержаний, общих проблем нервно-психической диагностики и механизмов нервно-психической деятельности.

Работы сборника служат прекрасной иллюстрацией того, чего можно достигнуть при помощи марксистки обставленного эксперимента. Всего работ в сборнике, не считая методологической работы Мясищев а, основных положения которой мы, насколько это возможно в кратком реферате, привели выше, шесть: 1) Экспериментальный анализ расстройств слуха при различных заболеваниях нервной системы (А. Г. Панов); 2) О роли подкорковых узлов в нервнопсихической деятельности человека (В. Н. Мясищев и Е. К. Яковлева); 3) К вопросу об экспериментальном исследовании внушаемости у здоровых и невротиков (Я. Л. Шрайбер и Е. К. Яковлева); 4) Экспериментальные данные к вопросу о механизме и патогенезе obsessions (Р. И. Меерович и В. Н. Мясищев); 5) К вопросу о сосредоточении при неврозах (А. Г. Панов); 6) Данные экспериментального исследования пизофрении в связи с особенностями клинической картины (Р. И. Меерович).

Все работы представляют огромный интерес и имеют большую научную ценность. Все они заслуживают того, чтобы каждый психоневролог, психиатр, невропатолог изучал их в подлиннике и применял их выводы на практике.

Ив. Габлант (Ленинград).