Биофизические исследования в физике

Интерес физиков к биологии в XIX в. непрерывно возрастал. Одновременно и в биологических дисциплинах усиливалась тяга к физическим методам исследования. Последние все шире проникали в самые различные области биологии. С помощью физики расширяются информационные возможности микроскопа. В начале 30-х годов XX в. появляется электронный микроскоп. Эффективным орудием биологического исследования становятся радиоактивные изотопы, все более совершенствующаяся спектральная техника, рентгено-структурный анализ. Расширяется сфера применения рентгеновых и ультрафиолетовых лучей; электромагнитные колебания используются не только как средства исследования, но и как факторы воздействия на организм. Широко проникает в биологию и, особенно физиологию, электронная техника.

Наряду с внедрением новых физических методов развивается и так называемая молекулярная биофизика. Добившись огромных успехов в познании сущности неживой материи, физика начинает претендовать, пользуясь традиционными методами, на расшифровку природы живой материи. В молекулярной биофизике создаются весьма широкие теоретические обобщения с привлечением сложного математического аппарата. Следуя традиции, биофизик стремится в эксперименте уйти от очень сложного («грязного») биологического объекта и предпочитает изучать поведение выделенных из организмов веществ в возможно более чистом виде. Большое развитие получает разработка различных моделей биологических структур и процессов — электрических, электронных, математических и т. п. Создаются и изучаются модели клеточного движения (например, ртутная капля в растворе кислоты, совершающая ритмические движения, подобно амебе), проницаемости, нервного проведения. Большое внимание привлекает, в частности, модель нервного проведения, созданная Ф. Лилли. Это железное проволочное кольцо, помещенное в раствор соляной кислоты. При нанесении на него царапины, разрушающей поверхностный слой окисла, возникает волна электрического потенциала, которая очень похожа на волны, бегущие по нервам при возбуждении. Изучению этой модели посвящается много исследований (начиная с 30-х годов), использующих математические методы анализа. В дальнейшем создается более совершенная модель, базирующаяся на кабельной теории. Основой ее построения явилась некоторая физическая аналогия между распределением потенциалов в электрическом кабеле и нервном

Остальные области молекулярной биофизики пользуются меньшей популярностью. Среди них следует отметить математическую биофизику, лидером которой является Н. Рашевский. Математическая биофизика связана со многими областями биологии. Она не только описывает в математической форме количественные закономерности таких явлений, как рост, деление клеток, возбуждение, но и пытается анализировать сложные физиологические процессы высших организмов. В США школой Ра-шевского издается журнал «Математическая биофизика».

# Биофизические исследования в биологии

Сильным толчком для формирования биофизики послужило возникновение в конце XIX — начале XX в. физической химии, продиктованное необходимостью выявления механизмов, лежащих в основе химического взаимодействия. Эта новая дисциплина сразу же привлекла к себе внимание биологов тем, что она открывала возможность познания физико-химических процессов в тех «грязных», с точки зрения физика, живых системах, с которыми им трудно было работать. Ряд направлений, возникших в физической химии, породил такие же направления в биофизике.

Одним из крупнейших событий в истории физической химии была разработка С. Аррениусом (Нобелевская премия, 1903) теории электролитической диссоциации солей в водных растворах (1887), вскрывшая причины их активности. Эта теория вызвала интерес физиологов, которым была хорошо известна роль солей в явлениях возбуждения, проведения нервных импульсов, в кровообращении и т. д. Уже в 1890 г. молодой физиолог В. Ю. Чаговец выступает с исследованием «О применении теории диссоциации Аррениуса к электромоторным явлениям в живых тканях», в котором попытался связать возникновение биоэлектрических потенциалов с неравномерным распределением ионов. Несколько позже с аналогичными соображениями выступил американский биолог Ж. Лёб, признавший позже приоритет Чаговца.

В перенесении физико-химических представлений на биологические явления принимает участие целый ряд основоположников физической химии. Исходя из явления движения ионов солей, В. Нернст (1908) сформулировал свой известный количественный закон возбуждения: порог физиологического возбуждения определяется количеством перенесенных ионов. Физик и химик В. Оствальд разработал теорию возникновения биоэлектрических потенциалов, основанную на допущении наличия на поверхности клетки полупроницаемой для ионов мембраны, способной разделять ионы противоположных зарядов. Тем самым были заложены основы биофизического направления в толковании проницаемости и структуры биологических мембран в широком смысле.

# Физиология клетки

Возникновение новых направлений в физиологии животных и человека, коренное изменение многих сложившихся ранее представлении и концепций, связанные с переходом к исследованиям на клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях организации жизни, относятся к 40-м годам нашего столетия. Эти события, знаменующие настоящий перелом в развитии физиологических наук, явились следствием современной научно-технической революции. Грандиозные достижения физики и техники, в особенности электроники, автоматики и вычислительной техники, давшие в руки физиологов принципиально новые методы сбора и анализа информации, привели к технической революции в этой области знания. Подтвердилась справедливость высказывания И. П. Павлова, что наука движется толчками в зависимости от успехов, делаемых методикой.

Созданной в наше время новой инструментальной технике физиология обязана фундаментальными открытиями, возможностью проникновения в интимные процессы жизнедеятельности, в их внутреннюю организацию и механизм их регуляции.

физика биология химия термодинамика

# Техническое перевооружение физиологии

На протяжении десятка лет неузнаваемо изменился облик физиологической лаборатории. Старая аппаратура, служившая исследователям более столетия, отжила свой век и перекочевала в музеи истории науки.

Особенно ценными оказались следующие качества новой инструментальной техники: высокая чувствительность и точность измерительной аппаратуры, ее быстродействие, возможность преобразования одних процессов в другие (например, механических и тепловых в электрические), возможность хранения и воспроизведения информации, осуществимость синхронного исследования нескольких физиологических процессов, возможность проведения наблюдений на расстоянии, малые габариты и вес многих приборов. Стал достижим точный количественный и временной анализ микропроцессов (изменений температуры в 0,000001°, механических перемещений, составляющих микроны, электрического напряжения, равного микровольтам), происходящих в микрообъектах (одиночных клетках и их структурах) в микроинтервалы: времени (в течение долей миллисекунды). Применение современной инструментальной техники и разработка большого числа новых методов исследования оказали влияние решительно на все отделы физиологии.

Развитие общей физиологии тесно связано с успехами в изучении функций клеток и их структур. Еще в начале XX в. К. А. Тимирязев сетовал на то, что физиология клетки «пока и неосуществима, так как пе придумано еще ни весов, ни термометров, ни гальванометров для клеточки». В настоящее время такие приборы сконструированы, и это явилось одной из важнейших предпосылок создания подлинно экспериментальной физиологии клетки. Другой предпосылкой следует считать успехи морфологического и биохимического исследования клетки, также связанные с применением новой исследовательской техники.

Для понимания происходящих в клетке физиологических процессов чрезвычайно велико значение исследований, выполненных при помощи электронного микроскопа. Благодаря его применению доказано наличие поверхностной мембраны, толщиной 70—80. А, оспаривавшееся некоторыми исследователями, было обнаружено существование сложных систем внутриклеточных мембран и раскрыта их пространственная организация. Выяснилось, что мембраны представляют собой обязательный структурный элемент клетки. Особое внимание физиологов привлекли исследования саркоплазматической сети (ретикулума) мышечных волокон. Это образование, впервые обнаруженное при помощи светового микроскопа, было вновь открыто Ф. Шёстрандом и Б. Андерсоном в середине 50-х годов благодаря применению электронного микроскопа, позволившего изучить детали его строения. Изучена структура миофибрилл — сократительных элементов мышечных волокон. Посредством электронной микроскопии сверхтонких срезов мышц в сочетании с исследованием рассеяния рентгеновых лучей под малыми углами установлено, что миофибриллы состоят из двух систем нитей, которые различаются по толщине и химическому составу. Полагают, что более толстые нити образованы миозином, более тонкие — актином. Нити одной системы входят своими концами в промежутки между нитями другой системы, причем между теми и другими имеются связывающие их поперечные мостики. Э. Хаксли (Нобелевская премия, 1963), обнаруживший такую структуру миофибрилл (1955—1956), высказал предположение, что во время сокращения происходит скольжение одной системы нитей по другой.

Велики и достижения современной биохимии, получившей возможность изучать роль различных внутриклеточных образований в процессах обмена веществ. Этими возможностями биохимия обязана методикам ультрацентрифугирования, ультразвуковой дезинтеграции, электрофореза, хроматографии, пламенной фотометрии, масс-спектрометрии, изотопной индикации, адсорбционной спектроскопии, ауторадиографии, люминесцентного анализа, определения двойного лучепреломления в потоке и многим другим, основанным на новейших достижениях физики и техники.

Термодинамика систем вблизи равновесия (линейная термодинамика). Первый и второй законы термодинамики

Предметом термодинамики является рассмотрение общих закономерностей превращения энергии при ее переносе в форме теплоты и работы между телами.

В зависимости от характера обмена энергии и массы с окружающей средой через границы системы различают три группы систем. Изолированные системы не обмениваются с внешней средой ни энергией, ни массой, они полностью изолированы от влияния окружающей среды. Системы, которые через свои границы обмениваются энергией с окружающей средой, но не могут обмениваться массой (веществом), относятся к закрытым системам. Открытые системы обмениваются с окружающей средой и энергией, и массой.

Всякая система характеризуется определенными свойствами, или термодинамическими параметрами. Их совокупность определяет термодинамическое состояние системы, поэтому изменение хотя бы одного из параметров приводит к изменению термодинамического состояния системы в целом.

Процессы, протекающие в системе и изменяющие ее состояние, могут быть равновесными или неравновесными. Равновесные, или обратимые, процессы протекают в системе таким образом, что вызванные ими изменения в состоянии системы могут произойти в обратной последовательности без дополнительных изменений в окружающей среде. Наоборот, неравновесные, или необратимые, процессы, к которым относятся реальные превращения в природе, не обладают этими свойствами, и их протекание в обратном направлении сопровождается остаточными изменениями в окружающей среде. В классической термодинамике рассматриваются главным образом равновесные состояния системы, при которых ее параметры сохраняют свое значение во всех точках системы и не изменяются самопроизвольно во времени.

Первый закон термодинамики. Этот закон — обобщение многовекового опыта человечества, он является законом сохранения энергии в применении к процессам преобразования теплоты.

Обычная запись первого закона термодинамики имеет вид

**δQ=dU+δA**

и означает, что теплота δQ, поглощенная системой из внешней среды, идет на увеличение внутренней энергии dU системы и совершение работы δΑ против внешних сил. В общем случае δΑ включает работу против сил внешнего давления pdv и максимальную полезную работу, сопровождающую химические превращения:

**δA=δA'max+pdv**

***Список используемой литературы***

1. Г. Мякишев, В. Григорьев. Силы в природе. – М.: «Наука», 1987.
2. История биологии: с нач. 20 в. до наших дней. – М.: «Просвещение», 1983.
3. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: «Наука», 1988.