

Մ. Մ. ԱՎԱԿՅԱՆ

БИОФИЗИКА В АРМЕНИИ

Как все современные науки, так и биологическая физика, своим возникновением обязана развитию фундаментальных наук. Неоценимый вклад в это внесли современная химическая физика и физическая химия. Именно эти науки совместно с физикой способствовали быстрому росту биологической физики. Быстрый темп развития, абсолютно новый подход к жизненным процессам привели к тому, что от совершенно новой науки начали отпочковываться другие области. Это привело к большим дебатам относительно роли биофизики и ее границ. Хилл в своей замечательной статье «Почему биофизика?» впервые дал оценку биофизике. Он писал: «Биофизика является новичком в науке. Таковой была и биохимия 50—60 лет тому назад. Это не означает, что химия не помогла биологии и медицине много ранее. Фактически химия и биология развивались вместе, но это означает, что биохимия стала отдельным и независимым предметом с собственными идеями и методами в начале нашего столетия. Нет необходимости настаивать на том, что биохимия не есть только химия. Ставить биохимию вне биологической идеи означало бы лишить человека не то, что его одежды, но его кожи (шкуры) — тогда он мог бы продолжать оставаться интересным объектом исследования, но перестал бы быть человеком. Подобным же образом биофизика не есть только физика, но сильный и многообещающий крепыш от физики и биологии, который идет по тому же пути независимости, что и биохимия несколько лет тому назад».

Когда летом 1964 г. в Париже состоялся Международный симпозиум по биофизике, на одном из заседаний обсуждался вопрос о биофизике как науке и об отношении ее к смежным наукам. Международный Союз чистой и прикладной физики тогда выделил следующие основные разделы: *молекулярная биофизика*, в задачу которой входит исследование физических и физико-химических свойств макромолекул и молекулярных комплексов, характера сил взаимодействия и энергетику этих процессов; *биофизика клетки*, изучающая физико-химические основы функции клетки, связь молекулярной структуры мембран и клеточных органелл и их функций, закономерности координации клеточных процессов, механические и электрические свойства, энергетику и термодинамику клеточных процессов; *биофизика процессов управления и регуляции*, которая занимается исследованием моделирования принципов управления в биоси

стемах. Международный Союз, предложив вышеприведенные разделы, сгруппировал их в основном по принципу метода или научного подхода. Как известно, кроме систематизации, в науке существуют конкретные проблемы, требующие своего разрешения.

Мы являемся очевидцами бурного развития биофизики, находящей свое применение во многих областях биологии, в медицине и сельском хозяйстве. Исторически сложилось так, что в последние десятилетия физика и физические методы все шире применяются в биологии и медицине, новейшие методы электроники — в физиологических исследованиях. Клиническая медицина начинает использовать для диагностики электронно-вычислительные машины и т. д.

В результате закономерного проникновения физики в биологию и медицину развилась новая самостоятельная наука—биофизика. Эта часть науки не является механическим сложением физики и биологии. Каждый, кто хочет заниматься биофизикой, прежде всего обязан знать, что он должен изучать проблемы в биологической среде. Отсюда ясно, что жизненные процессы построены на химической основе, и всякие попытки объяснить механизмы биологических явлений только с точки зрения физических закономерностей оказываются несостоятельными. Хотя биолог пользуется физическими приборами и оперирует физическими, математическими методами для изучения биологических процессов, однако биофизика относится к группе не физических, а химических наук. Это вытекает еще из того, что главная задача биофизики—выявление физико-химических закономерностей биологических структур.

Биофизика имеет в настоящем свои собственные методы и проблемы большой актуальности, и среди родственных дисциплин она находит свои особые положения. Возьмем биохимию, изучающую вещества, из которых построены клетки и продукты их жизнедеятельности. Следуя принципам органической химии и стремясь получить эти вещества в чистом виде, биохимия разрушает живое вещество. Биофизика же пользуется приемами физической химии или химической физики и ставит своей целью получить сведения о физико-химических процессах от живой неповрежденной системы при нормальных и патологических состояниях. Здесь важно быть убежденным, что сам метод не вносит изменений в процесс жизнедеятельности.

Биофизические методы позволяют оценить нарушение молекулярной структуры субмикроскопических элементов клеток на очень ранних стадиях. Так, при действии токсических веществ на клетку, где еще не произошли морфологические изменения, а сильно изменились электрохимические свойства, посредством измерения электропроводности и поляризованной емкости сразу же можно оценить степень жизнеспособности этих клеток.

Появление физической химии в начале XX века ознаменовало формирование биофизики и положило начало применению химико-физических методов исследования как нормальных, так и патологических явлений. Основной методологией биофизики является умение получить от та-

ких систем информацию, которую можно интерпретировать физико-химически. В силу этого биофизик находится в более трудном положении, нежели физико-химик, так как он может варьировать условиями только в тех пределах, в которых возможно наличие биологической системы. Получая информацию о структурах живых биополимеров, ионных состояниях, радикалах и т. д. в клетках биофизик должен считаться с возможностью артефактов под влиянием применяемых методов, и уметь их избежать. Поэтому биофизик должен владеть различными физическими и математическими приемами. Прежде всего он должен себе представить биологическую проблему и вкладывать в нее физико-химическое понимание.

В настоящем имеются неправильные тенденции относить к биофизике все те работы, в которых применяются физические методы исследования, например, измерения биопотенциалов, проводимые физиологами (измерение биотоков мозга, глаза, сердца и т. д.), оптические исследования, которые ведутся биохимиками и морфологами и т. д. В этих случаях физические методы используются только для того, чтобы более четко зафиксировать внешнее проявление физиологических и морфологических закономерностей. Основная же задача биофизики заключается в изучении молекулярных физико-химических явлений и превращений, которые лежат в основе первичных механизмов биологических процессов.

Подлинное развитие биофизики началось в последние десятилетия в связи со стремительным ростом физики, и особенно физической химии, обогатившей ее своими идеями и содержанием. Особенно положительное влияние на развитие биофизики в нашей стране оказала химико-физическая школа академика Н. Н. Семенова, основные положения которой (о механизмах химической реакции и о цепных автокаталитических процессах) вооружили ее новыми методами и позволили проникнуть в сущность некоторых патологических процессов. Патологический процесс можно рассматривать как результат возникновения в клетках химических реакций, чуждых организму и не поддающихся авторегулированию; они вклиниваются в процессы нормального обмена, разрушают основные структуры.

Главная задача биофизики заключается в выявлении природы, условий возникновения этих реакций и в последующей разработке физико-химических воздействий, которые могут прекратить их развитие. Поэтому внимание биофизиков всего мира привлечено к выявлению активных химических радикалов при патологических процессах, по наличию и природе которых можно судить о первоначальных заболеваниях клеток. Для обнаружения активных радикалов при различных процессах во всем мире успешно используется метод электронного парамагнитного резонанса.

Благодаря применению современной высокочувствительной электронной аппаратуры для регистрации слабых световых потоков советским биофизикам удалось обнаружить, что ткани высших организмов испускают постоянное сверхслабое свечение в области видимой части

спектра. Совместные усилия биофизиков и химико-физиков, работающих над теоретическими вопросами хемилюминесценции при химических реакциях, позволили установить, что это излучение связано с возникновением окислительных радикалов и реакции жироподобных веществ клеток и дает ценную прижизненную информацию о нарушениях в этой системе при патологии.

В 1922 году в СССР открылся Институт биофизики, которым руководил академик П. П. Лазарев, где работали такие крупные ученые, как С. И. Вавилов, П. А. Ребиндер, С. В. Кравков, Н. Н. Кольцов. В конце 30-х годов физико-химическое направление в биологии развивалось в Институте им. А. Н. Баха АН СССР. Во Всесоюзном институте экспериментальной медицины существовал большой отдел биофизики, в котором работали П. П. Лазарев, Г. М. Франк, Д. Л. Рубинштейн. В начале 50-х годов был организован Институт биологической физики в АН СССР под руководством академика Г. М. Франка.

В связи с интенсивным развитием биофизики и проникновением в биологию целого ряда новых методов и теоретических подходов, особую важность приобретает вопрос о подготовке кадров для работы в области биофизики. Этим и объяснялось создание в 1953 г. кафедры биофизики при биолого-почвенном факультете Московского университета под руководством крупного биофизика Б. Н. Тарусова. В настоящее время биофизиков подготавливает физический факультет Московского университета; кафедра биофизики имеется также при Московском физико-техническом институте, при Ленинградском университете, в Тбилисском и Ереванском университетах также открыты кафедры биофизики.

В 40 странах мира за пределами нашей страны также ведутся работы по биофизике и подготовке кадров.

Первый международный биофизический конгресс состоялся в 1962 г. в Стокгольме. Далее конгрессы состоялись в 1965 г. в Вене, в 1969 г. в Бостоне. По решению Международного Союза чистой и прикладной биофизики в 1972 г. в Москве состоится IV Международный конгресс биофизиков, где примут участие около 2000 зарубежных специалистов и 1500—из нашей страны.

Существенный вклад в биофизическую науку внесли и вносят ученые Армении. При большой поддержке со стороны специалистов братских республик нашим ученым удалось за короткий срок открыть две кафедры биофизики в Ереванском гос. университете и несколько проблемных лабораторий. Немаловажное значение имела также организация в 1966 г. Научного совета при Президиуме АН АрмССР, который в настоящем занимается вопросами координации работ как по молекулярной биологии, так и биофизике. Советом были организованы два республиканских совещания с участием ученых из других республик и один Международный симпозиум по радиационной биофизике. Хотя в такого рода обзорной статье трудно дать обширный анализ работ, которые ведутся у нас, однако для читателя полезно было бы знать, что первая лаборатория в нашей республике была создана в 1952 г. в Институте фи-

зиологии АН АрмССР. Эта лаборатория совместно с клиницистами разрабатывала вопросы клинической ретинографии. В настоящее время эта лаборатория преобразовалась в Лабораторию зрительной рецепции при БАН АрмССР.

В 1959 г. в Институте земледелия Министерства сельского хозяйства был организован большой центр биофизических исследований с радиоизотопным отделом, который в основном занимался изучением начальных механизмов радиационных поражений растительных организмов.

С 1960 г. при Центральной физико-технической лаборатории работала группа биофизиков, которая после реорганизации этой лаборатории перешла в Вычислительный центр, затем в Институт экспериментальной биологии АН АрмССР, где была открыта лаборатория молекулярной биофизики.

В 1962 г. впервые в Советском Союзе была организована лаборатория биофизики и биохимии миокарда в Институте кардиологии Министерства здравоохранения АрмССР. В этой лаборатории разрабатываются вопросы молекулярной патологии и мышечного сокращения. В 1963 г. организовалась кафедра биофизики при биологическом факультете, а через год кафедра молекулярной биофизики на физическом факультете Ереванского государственного университета.

С 1964 г. в Институте защиты растений МСХ АрмССР функционирует биофизическая лаборатория. Здесь занимаются вопросами прикладной биофизики.

В конце 1968 г. образовался новый центр радиационной биофизики в Физическом институте Гос. комитета атомной энергии. Основная задача—исследование действия на организм частиц высоких энергий и биофизика мембран.

Таким образом, в настоящее время биофизические работы в Армении ведутся по трем основным направлениям—молекулярной, клеточной и радиационной.

Вызывают большой интерес работы, которые ведутся в лаборатории молекулярной биофизики Института экспериментальной биологии и на кафедре молекулярной физики и биофизики (руководитель В. М. Асланян). Здесь обнаружены в растворе определенные изменения в конформации молекулы ДНК в зависимости от внешних условий. Отработаны физические основы структуры ДНК и его комплексов.

Больших успехов достигла лаборатория биофизики и биохимии миокарда в Институте кардиологии (руководитель С. С. Оганесян). Были изучены интимные механизмы сердечной патологии на молекулярном уровне. Изучены также биофизические механизмы действия фармакологических веществ. Показано, что при сердечной недостаточности происходит структурное изменение белковых макромолекул в миокарде как у больных, так и у животных с экспериментальной недостаточностью. В исследованиях по мышечному сокращению следует отметить работы, которые доказали аллостерическую природу функций сократительных белков. Немаловажную роль играли также исследования биокатализаторов

и внедрение методов физических параметров, которые дали возможность достичь определенных результатов в изучении взаимодействия ацетилхолина и сократительных белков миокарда.

Больше десяти лет в лаборатории биофизики Института земледелия в Эчмиадзине (руководитель С. П. Семерджян) ведутся работы по изучению действия ионизирующих излучений на растения. Теоретические и практические работы этой лаборатории известны в литературе. Интересные данные были получены по стимуляции с/х культур. В частности, было экспериментально доказано наличие стимуляционного эффекта у клубней картофеля и выведение из стадии покоя свежесобранных клубней и, следовательно, возможность получения второго урожая картофеля в условиях Араратской равнины. Совместно с Институтом органической химии были испытаны низкомолекулярные вещества и найден радиозащитный эффект от этих веществ. Изучалось также состояние подвижного фосфора в землях Армении изотопным методом. Интересные работы ведутся также по «кислородному эффекту» и детектированию SH-групп при радиационном поражении растительных организмов.

В настоящее время необходимость организации при больших физических институтах отделов биофизики никем не ставится под сомнение, не говоря о том, что в США, Англии, Франции, ФРГ при атомных центрах созданы и очень активно действуют биологические отделы. Как известно, у нас в СССР также созданы подобные отделы в Москве, Ленинграде, Ташкенте, а имеющаяся в Армении такая уникальная установка, как электронный кольцевой ускоритель, должна еще более способствовать успеху биологических работ в физическом институте.

В лаборатории радиационной биофизики (руководитель Ц. М. Авакян) в настоящее время разрабатываются вопросы радиационной биофизики и биофизики мембран. Определенных успехов добились сотрудники этой лаборатории при разработке методов сверхслабой радиохемилюминесценции, в основе которой лежат окислительные реакции биоорганизмов при радиационном поражении. В настоящем из литературы известно, какое большое значение имела методика, предложенная этой лабораторией совместно с лабораторией биофизики в г. Эчмиадзине. В работах лаборатории радиационной биофизики показано также действие электронов высоких энергий на организм.

Ведутся интересные работы по кислородному эффекту. Доказано на растениях и микроорганизмах наличие окислительных реакций, носящих цепной характер.

Интересны также работы по изучению механизма активного транспорта ионов. Сейчас уже доказано, что при удалении натрия возникший в клетке электронный потенциал зависит от внутренней и внешней концентрации натрия. Работы этой группы (руководитель С. М. Мартirosов) позволили выдвинуть несколько положений, на основе которых была создана модель, где при электронном активном транспорте выведено общее уравнение потенциала покоя клетки.

На кафедре биофизики университета (руководитель Г. А. Паносян) изучаются биофизические и биохимические характеристики раковых клеток. Эти работы показали, что при ракообразовании физико-химические процессы имеют фазовый характер. Интересны также работы по спектральному поглощению; выделению гистонов из тканей, разных гистоновых фракций с ДНК. Показано также, что гистоны имеют большую биологическую активность, вызывают депрессию роста раковых клеток, образуя в организме иммунологические изменения.

Развитию биофизических исследований в нашей республике в последующие годы должно способствовать развертывание работ в научных центрах биологических исследований как АН АрмССР, так и некоторых министерств. В настоящее время совершенно очевидно, что биологические исследования, столь необходимые для нормального существования всего человечества, не могут развиваться без обеспечения большого фронта работ кадрами, хорошей технической базой. На современном этапе развития, когда биология подошла к изучению жизни на молекулярном и клеточном уровнях, биофизические методы и идеи наиболее адекватны для анализа внутренних интимных механизмов исследуемых явлений. Этим моментом и определяется сейчас интенсивное развитие современной биофизики.