

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ ПО ПЕРВИЧНЫМ
МЕХАНИЗМАМ ДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕЙ
РАДИАЦИИ НА КЛЕТКУ

В конце 1968 года в Ереванском физическом институте по инициативе Научного Совета по проблемам радиобиологии АН СССР и Академии наук Армянской ССР состоялся второй Международный симпозиум по первичным механизмам действия ионизирующей радиации на клетку. В работе симпозиума приняли участие около 150 радиобиологов из Еревана, Москвы, Ленинграда, Гатчины, Киева, Минска, Новосибирска, Обнинска, Пушкино на Оке, Ташкента, а также из Болгарии, ГДР, Польши, Югославии, Индии, Италии, ФРГ и Швеции. Три дня работы симпозиума были посвящены докладам и их обсуждению, а последний, четвертый день—общей дискуссии по вопросам, предложенным Организационным Комитетом и согласованным с участниками симпозиума. Заслушано было всего 27 докладов по самым различным аспектам обсуждаемой общей проблемы.

На открытии симпозиума председатель Национального орг. Комитета А. М. Кузин в своем вступительном слове подчеркнул, что в наш век атомной энергии сложилась и интенсивно развивается новая наука—радиационная биология, которая не только раскрывает новые стороны явлений жизни, но и находит применение в целом ряде различных областей народного хозяйства. А. М. Кузин отметил также, что путь к пониманию комплексных радиобиологических реакций высокоорганизованных многоклеточных организмов лежит через всесторонний анализ тех начальных глубинных внутриклеточных процессов, которые протекают в результате взаимодействия ионизирующей радиации с биосубстратом. Он выразил надежду, что в результате работы симпозиума удастся обобщить тот большой материал по начальным механизмам радиобиологических реакций, который накоплен за восемь лет, прошедших после первого симпозиума 1960 г. в Москве.

Чтобы достичь компактности в описании работы симпозиума, мы не будем строго придерживаться хронологической последовательности обсуждавшихся докладов, а попытаемся сгруппировать их и кратко охарактеризовать родственные по проблематике доклады.

Формулировке понятий попадания и мишенн, как основных принципов, отражающих дискретную природу взаимодействия ионизирующих излучений с веществом и неоднородность строения клеток живых организмов, был посвящен доклад Н. В. Тимофеева-Ресовского. Докладчик дал строгое определение как самих принципов, так и связанных с ними основных понятий (эффективный объем, реагирующий объект, реагирующая единица, единица реакции, миграция энергии), продемонстрировал необходимость учитывать эти принципы при разработке общих представлений о первичных механизмах радиобиологических реакций и охарактеризовал методологические подходы к анализу конкретных радиобиологических данных с позиций принципов попадания и мишени.

В нескольких докладах (Н. Эмануэль, Л. Каюшин с соавт., Б. Н. Тарусов, А. М. Кузин с соавт., А. Данцевич) обсуждалась роль некоторых конкретных физико-химических и биохимических изменений, наблюдаемых после облучения, в общем лучевом поражении клетки. Н. Эмануэль и Л. Каюшин с соавторами рассматривают закономерности возникновения при облучении клеток свободных радикалов различной природы и их возможную роль как в начальных механизмах повреждения макромолекул, так

и в последующем развитии радиобиологических реакций. Радикальным понятиям биоллипидов, изучаемым с помощью сверхслабой хемилюминесценции, и изменениям течения этих реакций под воздействием облучения был посвящен доклад Б. Н. Тарусова. А. М. Кузин с соавторами представили на симпозиум краткое резюме развиваемых ими в последние годы представлений о роли в лучевом поражении клеток токсических биосубстратов и ненасыщенных жирных кислот. Авторы считают, что первично при облучении в результате радиационно-химических и ферментативных окислительных реакций образуются хиноидные и липидные токсины, последующее взаимодействие которых со структурами клетки обуславливает дальнейшее развитие лучевого поражения. Одним из действий липидных радиотоксинов авторы считают высвобождение ферментов в результате нарушения мембранных структур. Однако в докладе А. Данцевича (ПНР) были приведены данные, показывающие, что наблюдаемое после облучения увеличение активности некоторых ферментов не связано с их высвобождением.

Большая группа докладов была посвящена изменениям в результате облучения макромолекулярных компонентов клетки, различных клеточных структур и отдельных биохимических процессов. В докладах У. Хагена (ФРГ). Я. Л. Шехтмана с соавторами и П. Цейтлина с соавторами были представлены данные о нарушениях ДНП в результате облучения. У. Хаген привел данные о соотношении разрывов макромолекул и возникновения поперечных внутримолекулярных связей при облучении Т1 фага и ДНК в растворе. В докладе Я. Л. Шехтмана с соавторами была продемонстрирована корреляция повреждений ДНК с общим лучевым поражением клетки в различных условиях облучения в случае применения «мягких» методов выделения ДНК по сравнению с общепринятыми «жесткими» методами. Данные, приведенные в докладе П. Цейтлина с соавторами, продемонстрировали недостаточность изучения радиационных нарушений только нуклеиновой компоненты ДНП и необходимость рассматривать ДНП как целостный комплекс с учетом активной роли протенновой компоненты как в защите ДНП, так и в реализации повреждений ее первичной и вторичной структуры.

Обширный описательный материал (в традиционном для авторов функционально-морфологическом плане) о ранних структурных и ультраструктурных проявлениях лучевого поражения клеток, различающихся своей радиочувствительностью, был представлен в докладе М. Н. Мейселя с соавторами. Ранние ультраструктурные изменения в митохондриях были затронуты также в докладе Е. Романцева, посвященном, в основном, пострадиационным нарушениям окислительного фосфорилирования в этих органеллах.

Данные о ранних биохимических изменениях в клетках приводили и другие докладчики: В. Токарская (молекулярные механизмы матричного синтеза РНК), Л. Черкасов с соавторами (цикл трикарбоновых кислот), Р. Арутюнян с соавторами (обмен гликогена в лейкоцитах), Л. Камалян и Р. Тер-Погосян (синтез ДНК в клетках). Однако наиболее обстоятельно они даны М. Н. Мейселем с сотрудниками, которые показали результаты параллельного изучения как структурных и ультраструктурных изменений многих клеточных органелл, так и функциональных нарушений целого ряда биохимических систем.

Два доклада (Л. Ревеса из Швеции и Ц. М. Авакяна с сотрудниками) были посвящены кислородному эффекту, имеющему непосредственное отношение к формированию начальных этапов радиобиологических реакций. В обоих докладах, хотя и при различных подходах к теме, была показана двойственная (с одной стороны, усиливающая, а с другой—защитная) роль кислорода в развитии лучевого поражения клеток.

Оживленную дискуссию на симпозиуме вызвал доклад Ц. И. Корогодина с соавторами, в котором на основании морфологических данных о формах лучевого поражения различных клеток (бактерии, дрожжи, клетки млекопитающих) было показано, что лучевая инактивация и гибель клетки может обуславливаться различными механизмами, относительная роль которых определяется генетической спецификой объектов, их физиологическим состоянием и условиями культивирования до и после облучения. Этот доклад проиллюстрировал также неизбежную ограниченность информации о летальном действии излучений на клетки, если судить только по кривым выживания. В известном

смысле в сходном плане анализа различных форм лучевого поражения выступил и О. В. Малиновский, изложивший результаты исследования соотношения летальных и сублетальных повреждений клеток при облучении.

В трех докладах был затронут вопрос о пострадиационном восстановлении: доклад Л. Х. Эйдуса с соавторами—возможности объяснения явлениями восстановления некоторых конкретных данных радиобиологических объектов, С. П. Ярмоненко—о возможной роли восстановительных процессов в эффектах фракционирования при облучении клеток млекопитающих, а также при действии некоторых протекторов и Ц. П. Парибока, о данных радиочувствительности так называемой репарационной системы.

На симпозиуме была обсуждена и «вечная» проблема радиобиологии—проблема радиочувствительности. Э. Я. Граевским с соавторами были приведены разнообразные данные о тесной положительной корреляции различий в радиочувствительности (естественных или обусловленных применением протекторов) с различиями в уровне эндогенных тиолов. В докладе Х. Модига (Швеция) приводились доводы в пользу того, что при применении SH-протекторов конкретным эндогенным тиолом, накапливаемым в клетке, является глутатион. Данные о нарушении клеточных делений в кроветворных тканях при облучении различных по радиочувствительности линий лабораторных животных были изложены Папояном с соавторами.

И наконец, еще об одном интересном сообщении, сделанном Дж. Силини (Италия), в котором обсуждалась связь клеточных радиобиологических реакций с общим лучевым поражением млекопитающих. Предполагая обусловленность т. н. костномозговой гибели млекопитающих поражением «стволовых» кроветворных клеток, на основании ряда экспериментальных данных автор пришел к выводу, что очень ограниченное число выживших стволовых клеток определяет судьбу облученного животного.

Перегруженность заседаний докладами сделала практически невозможной развернутую дискуссию по каждому сообщению отдельно, поэтому широкое обсуждение было отложено до общей дискуссии, состоявшейся в последний день работы симпозиума.

Для обсуждения оргкомитетом было предложено четыре вопроса: 1. Эвристическое значение принципов попадания и мишени в радиобиологии. 2. Значение поврежденных хромосом в клеточных эффектах облучения. 3. Значение радиотоксинов в лучевом поражении. 4. Природа радиочувствительности.

В связи с тем, что вопросы были сформулированы очень широко, а в работе симпозиума участвовало большое число радиобиологов, придерживающихся различных точек зрения, то естественно, по этим вопросам были высказаны самые разнообразные суждения. Поэтому представляется очень трудным подвести краткий итог общей дискуссии. Можно все же отметить, что по вопросу о значении принципов попадания и мишени в дальнейшем развитии радиобиологии все участники дискуссии были единодушны в том, что, являясь отражением объективной природы взаимодействия излучений с веществом и комплексной организации клеток, эти принципы должны лежать в основе теоретических радиобиологических построений, и что имеется целый ряд конкретных радиобиологических задач, приложение к которым этих принципов и вытекающих из них следствий является весьма плодотворным. Общее заключение по второму вопросу можно сформулировать так: поскольку действие излучений на живые клетки многообразно, то постановка вопроса об оценке относительного значения лучевого повреждения тех или иных структур в конечном эффекте облучения правомочна только применительно к вполне определенным эффектам. По существу таким же является общее заключение о роли радиотоксинов в лучевом поражении: ответ на этот вопрос обязательно должен основываться на количественной оценке вклада этих веществ в выход конкретных радиобиологических реакций, однако такая оценка пока представляется весьма проблематичной. Наконец, слишком большим и сложным для обсуждения в качестве всего лишь одного из четырех вопросов является вопрос о природе радиочувствительности, т. к. ответы на него будут совершенно различными в зависимости от того, какие и оцениваемые по каким критериям различия в радиочувствительности имеются в виду: между крупными таксонометрическими единицами или внутри них, индивидуальные или онтогенетические различия, различия, определяемые фазами клеточных циклов, физиологическим состоянием объектов условиями опытов и т. д.

Резюмируя работу симпозиума, можно сказать, что он оправдал надежды: был подведен итог исследованиям по клеточной радиобиологии за несколько лет, состоялся полезный обмен мнениями и, что очень существенно, благодаря личным контактам, радиобиологи смогли лучше понять точки зрения друг друга.

Ц. Авакян, В. Иванов