

## ХРОНИКА

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКА С БИОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДОЙ

16–18 ноября 1977 г. в г. Батуми состоялась выездная сессия секции «Физические и технические основы применения ультразвука в медицине и физиологии» Научного совета АН СССР по проблеме «Ультразвук». Сессия, посвященная проблемам взаимодействия ультразвука с биологической средой, была организована секцией совместно с Акустическим институтом АН СССР, Отделением медицинских проблем АН СССР и Научно-исследовательским институтом курортологии и физиотерапии им. И. Г. Кониашвили Министерства здравоохранения СССР.

Как и на предыдущей сессии, проходившей летом 1976 г. в г. Пущино (см. Акустический журнал, 1977, 23, 1, 178–179), основное внимание на данном научном совещании было уделено механизмам взаимодействия ультразвука с биологической средой.

На открытии сессии председатель оргкомитета академик АН СССР В. М. Окуджава, председатель Научного совета АН СССР по проблеме «Ультразвук» проф. И. Г. Михайлов, директор Акустического института АН СССР Н. А. Грубник отметили необходимость дальнейшего развития исследований механизмов действия ультразвука на биологические системы с различными уровнями организации, а также активизации поисков новых, полезных с практической точки зрения эффектов, возникающих при действии ультразвука на биологические среды и объекты. Выступавшие подчеркнули необходимость проведения комплексных, совместных исследований в рассматриваемой области.

Первые два заслушанных на сессии доклада были связаны с возможностью использования ультразвуковых методов для раздражения нервных структур слухового анализатора. В докладе Л. Р. Гаврилова и Е. М. Цирульникова «О механизме возбуждения нервных структур под действием фокусированного ультразвука» была рассмотрена принципиальная возможность применения фокусированного ультразвука для введения информации по различным сенсорным каналам. Особое внимание было уделено использованию амплитудно-модулированных ультразвуковых колебаний для введения в ушной лабиринт слуховой информации, а также физическому механизму демодуляции таких колебаний. Обсуждались возможности практического использования амплитудно-модулированного ультразвука для целей слухопротезирования и диагностики нарушений органа слуха. Эти же практические вопросы, но совсем в ином аспекте были затронуты в докладе Б. М. Сагаловича «Механизм действия ультразвука как раздражителя слухового анализатора». Были представлены многочисленные экспериментальные результаты, показывающие возможность использования ультразвука с частотой порядка 100–200 кГц для диагностики состояния слухового анализатора. На основании результатов электрофизиологических, биофизических и психофизических исследований механизмов слухового восприятия ультразвука автором было сделано заключение о принципиальной общности восприятия акустических колебаний ультразвукового и звукового диапазонов частот.

В докладе О. С. Адрианова и Н. И. Выходцевой «О физических механизмах разрушающего действия ультразвука на мозг» обсуждались накопленные данные о механизмах разрушения глубоких структур мозга животных под действием фокусированного ультразвука. Пользуясь обширным гистологическим материалом, авторы показали существенную зависимость характеристик очагов разрушения от режимов ультразвукового воздействия. Доклад К. П. Балицкого, И. Г. Векслера, О. Е. Придатко, М. И. Смелковой, Е. Б. Сопоцинской, В. Ф. Цапенко, Е. П. Шубы «Использование ультразвука различной интенсивности в терапии злокачественных новообразований» был посвящен возможностям практического использования ультразвука в экспериментальной и клинической онкологии. В опытах на животных с подкожно привитыми опухолями было показано, что действие ультразвука высокой интенсивности, ультразвука в комбинации с лучевой терапией, а также с противоопухолевыми препаратами (фонофорез) наблюдается существенное торможение роста опухолей и в ряде случаев их рассасывание. В докладе «Некоторые предпосылки криоультразвуковой терапии опухолей» А. Б. Рикберг и Э. А. Бакай показали

возможность усиления противоопухолевого эффекта при комбинированном использовании криовоздействия и ультразвука. Были представлены обнадеживающие клинические результаты и обсуждены предполагаемые механизмы усиления криоповреждений.

В докладе В. А. Акуличева «Механизм кавитационного воздействия ультразвука на вещества и биологические структуры» была сделана попытка объяснить с позиций физика-теоретика многообразные, зачастую крайне сложные явления, возникающие при действии ультразвука на биологические объекты. Доклад вызвал оживленную полемику, ибо с некоторыми допущениями, принятыми автором в своих теоретических построениях, ряд присутствующих не мог согласиться. В целом подобные дискуссионные доклады представляются весьма полезными, потому что дают хорошую основу для плодотворных споров по обсуждаемым вопросам.

Доклад М. А. Маргулиса «О природе химического и физико-химического действия ультразвуковых волн» был посвящен главным образом химическим и физико-химическим проявлениям ультразвуковой кавитации. Обсуждалось также место и значение ультразвуковой энергии среди других видов воздействия на вещество. В докладе Е. П. Москаленко, В. М. Лубэ, А. П. Сарвазяна, Н. К. Литвиновой «Ультразвуковые методы дезинтеграции в микробиологии» было проведено сравнение ультразвукового и других методов дезинтеграции биологических структур. Обсуждался обнаруженный авторами «кумулятивный» эффект при действии ультразвука на микроорганизмы.

В докладе Ф. Е. Фридмана «Влияние особенностей клеточной структуры новообразований глаза и орбиты на затухание в них ультразвука» было обращено внимание на зависимость затухания ультразвука от структуры внутриглазных опухолей и показана возможность практического использования этой зависимости в офтальмоонкологии. Три последующих доклада были связаны с тематикой, которая за последние годы привлекает все большее внимание специалистов в области биофизики ультразвука. Речь идет о действии на биологическую систему модулированного ультразвука и о реакциях системы на подобное воздействие. В докладе З. В. Кобахидзе «Некоторые аспекты применения ультразвуковых колебаний в биологии и медицине» были рассмотрены реакции биологических систем на ультразвуковые, в том числе и модулированные, колебания и обсуждены возможности практического использования подобных колебаний. А. П. Сарвазян в докладе «Специфика биологического действия импульсного ультразвука» рассмотрел общие закономерности реакции биологических систем различных уровней организации на импульсное ультразвуковое воздействие. Были также представлены некоторые математические модели и экспериментальные данные по действию модулированного ультразвука на биологические объекты. В докладе А. А. Чиркина «Первичные биохимические и физиологические реакции живых систем на ультразвуковое воздействие» были обобщены накопленные данные о биохимических и физиологических реакциях, возникающих в процессе и непосредственно после воздействия на различные живые системы непрерывным и импульсным ультразвуком. Показана существенная роль регуляторных систем организма в его реакции на ультразвуковое воздействие.

Из целого ряда представленных на сессии стендовых сообщений отметим лишь те из них, которые, по нашему мнению, вызвали наиболее оживленное обсуждение. В сообщении Л. А. Феркельмана, М. Е. Виницкого, В. М. Лубэ, В. Б. Акоюна «Акустическая дезинтеграция в хирургии» был описан эффект избирательного разрушения патологически измененных биологических тканей под воздействием мощного низкочастотного ультразвука и предложен возможный механизм этого явления. В сообщении В. Б. Акоюна «Действие ультразвука на клеточные мембраны» было показано увеличение проницаемости клеточных мембран и их поляризация под действием ультразвука, а также изложены предполагаемые механизмы этих явлений. В. М. Авиром, Н. И. Выходцева, Л. Р. Гаврилов, В. Ф. Фокин и А. В. Чепкунов в сообщении «Применение фокусированного ультразвука для блокирования проведения информации по зрительному тракту» продемонстрировали возможность обратимого подавления биопотенциалов, вызванных световой стимуляцией, при действии заведомо неразрушающими ультразвуковыми дозами на зрительный тракт кошки. В сообщении Д. П. Харакоза «Подходы к исследованию механизма действия ультразвука низкой интенсивности на электрические свойства изолированной нервной клетки» было рассмотрено влияние ультразвука на потенциал покоя, порог возбуждения, мембранные и трансмембранные токи изолированной нервной клетки и показана зависимость реакции клетки на ультразвуковое воздействие от ее состояния. В сообщении М. В. Платохина и В. А. Лукьяновского «Ультразвук в ветеринарии» обсуждены результаты использования ультразвука при сварке и наплавке костной ткани животных. В докладе А. П. Закарая «Влияние ультразвука на некоторые показатели метаболизма живой ткани» показано изменение ряда показателей, характеризующих функциональное состояние гладких мышц желудка, после многократного ультразвукового воздействия.

Сессия закончилась общей дискуссией на тему «Состояние исследований механизмов действия ультразвука на биологические среды и объекты, нерешенные задачи и проблемы». В ходе дискуссии были подведены некоторые итоги состоявшихся обсуждений и намечены пути развития исследований в рассматривавшейся области.

*Л. Р. Гаврилов*