

УДК 616+534.292

Д.А. Борисов (6 курс, каф. ПФОТТ), А.Б. Степанов, инженер

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДОПЛЕРОВСКАЯ ДИАГНОСТИКА ПОСТДЕКОМПРЕССИОННОГО ВНУТРИСОСУДИСТОГО ГАЗООБРАЗОВАНИЯ

Декомпрессионное газообразование в тканях организма является первопричиной возникновения декомпрессионной болезни у людей, подвергающихся по роду деятельности декомпрессионным перепадам давления окружающей среды. Такие воздействия испытывают водолазы и кессонные рабочие. Хозяйственная потребность освоения континентального шельфа повлекла за собой во многих странах резкое увеличение объемов водолазных работ, в том числе и в нашей стране, а это в свою очередь ставит новые задачи перед водолазной физиологией и медициной по профессиональному отбору, прогнозированию декомпрессионной болезни, обеспечению безопасности разрабатываемых режимов и др., решение которых невозможно без создания надежных технических средств оценки декомпрессионного газообразования в организме человека.

Наиболее эффективным методом регистрации газовых пузырьков считается ультразвуковая доплеровская диагностика. Газовые пузырьки являются лучшими отражателями ультразвука, чем форменные элементы крови, поэтому в момент прохождения пузырька через контрольный объем доплеровского анализатора кровотока возрастает или амплитуда принимаемого сигнала, или амплитуда его гармоник соответствующих скорости движения пузырька. Медицинскими методиками предусматривается оценка количества газовых пузырьков в легочной артерии человека. В настоящее время эта оценка производится на слух в бальной шкале Спенсера [1] и не является объективной.

Целью нашей работы является отработка методов регистрации и идентификации сигналов газовых пузырьков для создания системы автоматического контроля постдекомпрессионного внутрисосудистого газообразования.

Для регистрации сигналов нами был использован доплеровский анализатор скоростей кровотока "СПЕКТРА". По результатам работ, проведенных совместно с ВВМУ им. Ф. Дзержинского и 40 НИИ выяснилось, что в серийный прибор необходимо внести конструктивные изменения. Необходимой изменений диктовалась большими помехами, создаваемыми движущимися сердечными структурами и перекрытием доступа тканями легких человека. Оптимальный доступ был отработан совместно с отделением функциональной диагностики 122 МСЧ на дуплексном сканере с механическим сканированием производства фирмы "Simens". Данные, полученные с помощью этого прибора, позволили грубо оценить спектральный состав основных помех.

Доработки, внесенные в прибор, позволили, впервые в нашей стране, устойчиво получать сигналы кровотока в легочном стволе человека с использованием "слепого доплера", работающего в импульсном режиме.

Нами была проведена серия предварительных исследований кровотока у водолазов. В ходе выполнения работы при помощи барокамеры имитировались условия погружения на глубину 25 метров с последующей декомпрессией. Доплеровские сигналы кровотока измерялись как непосредственно перед входом в барокамеру, так и после декомпрессии. В результате исследований удалось зарегистрировать сигналы от единичных газовых пузырьков. Вывод о прохождении газового пузырька делали на основе появления в доплеровском сигнале специфического звука, напоминающего "птичье чирикание", в спектрограмме сигнала в этот момент появлялись характерные изменения.

Анализ записанных сигналов позволил выделить сигналы от отдельных крупных газовых пузырьков (эмбол). Вопрос о минимальных размерах регистрируемых пузырьков,

к сожалению, остается открытым. Известно, что в крови человека могут находиться пузырьки размерами от 20 до 300 мкм и более. В нашем приборе использовалась частота зондирования 2 МГц. При теоретическом рассмотрении проблемы рассеяния ультразвука возникают значительные трудности, так как длина волны ультразвука или значительно меньше, или соизмерима с размером газового пузырька, т.е. на практике мы можем работать в областях рассеяния Релея и Ми. Поэтому данный вопрос может быть решен только экспериментально в работах с лабораторными животными или на физических тест-объектах.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Медицинские проблемы подводных погружений / Под ред. П.Б.Беннета, Д.Г.Эллиота, М.,1988.