

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНТРОЛЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ЗАВИСИМОСТЕЙ В МЕДИЦИНСКИХ БАРОКАМЕРАХ

Косицына М.И., Величко О.Н., Дацок О.М.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, г. Харьков

Для проведения лечебных процедур с помощью барокамеры формируются специальные лечебные таблицы, основанные на теориях декомпрессии. Существует несколько видов математических моделей, с помощью которых можно количественно оценить процессы компрессии/декомпрессии и произвести расчеты основных термодинамических параметров барокамеры.

Объемно-диффузионные модели позволяют моделировать весь профиль погружения одним уравнением и предсказывают, что газ будет накапливаться и удаляться по закону $t^{1/2}$. Многокомпонентные модели, являющиеся вариациями оригинальной модели Холдейна, предполагают, что газообмен растворенной фазы, определяемый протеканием крови по зонам тела с различными значениями концентрации, вызывается локальными градиентами, т.е. разностью между артериальным давлением крови и мгновенным давлением в ткани. Характер реагирования ткани описывается экспоненциальной функцией, ограниченной артериальным давлением; давлением в ткани и константой перфузии (пропитывания) в предположении, что значение полупериода не зависит от давления.

Термодинамический подход, предложенный Хиллом учитывает несколько механизмов одновременно: газообмен, разделение фаз, критический объем обособленного газа, приводящий к возникновению боли. Эта модель основана на равновесии растворенной и свободной фаз и предполагает, что накопление и высвобождение газа определяются перфузией и диффузией.

Так называемая, модель RGBM, разработанная Винке, рассматривает механизмы переноса как растворенной, так и свободной фаз. Она утверждает о существовании "газовых зародышей" (микроядер) с проницаемыми оболочками из поверхностно-активных молекул, достаточно малых для того, чтобы оставаться в растворе, и достаточно сильных для того, чтобы сопротивляться коллапсу (схлопыванию). Эта модель основана на лабораторных исследованиях роста пузырьков и образования ядер. Она основана на более простой модели переменной проницаемости, рассматривающей зародыши пузырьков как микроскопические газовые карманы, поддерживаемые за счет проницаемых для давления эластичных оболочек. В отличие от классической (Хелденоской) модели, в которой необходимо, чтобы экспозиция не превышала некоторых предельных величин, модель RGBM ограничивает градиент перенасыщения, устанавливая ограничение на объем свободной фазы.

Численные эксперименты на основе рассмотренных моделей декомпрессии позволят определить их адекватность, что даст возможность в дальнейшем уточнять программы изменения основных термодинамических параметров декомпрессии в медицинской барокамере.