

КОМБИНИРОВАННАЯ ОПТО-АКУСТИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОКСИГЕНАЦИИ БИОТКАНИ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ

Асимов М.М., Асимов Р.М.¹, Владимирова Д.Б., Минченя В.Т.²

Институт физики имени Б.И. Степанова НАН Республики Беларусь

¹Белорусский парк высоких технологий, Минск, Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

В работе представлены результаты экспериментального исследования эффективности оксигенации биоткани при комбинированном действии оптического излучения и акустических волн. Обсуждаются практическое применение новой оптической и акустической технологии в спортивной медицине, дерматологии и онкологии. Особый интерес представляет применение предложенной технологии в повышении эффективности терапии твердых раковых опухолей, с помощью фотодинамической, радиотерапии и химиотерапии.

Разработанная технология позволяет значительно снизить неизбежное негативное влияние терапевтических методов на нормальные клетки, окружающие раковую опухоль.

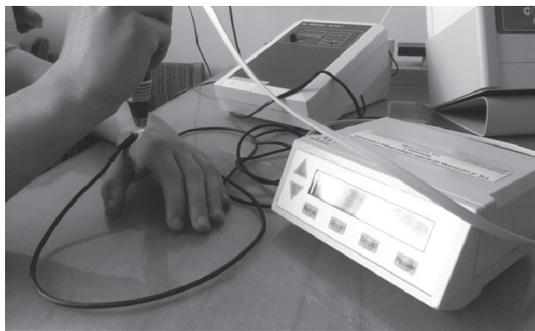
В медицинской практике особое место занимает контроль процесса газообмена между организмом и окружающей средой. Транспорт кислорода осуществляется гемоглобином путем присоединения кислорода и доставки его к клеткам путем микроциркуляции крови по кровеносным сосудам и капиллярам. Кислород является ключевым элементом в метаболизме клеток и его транспорт осуществляется гемоглобином (Hb) от легких ко всем тканям.

Аэробный метаболизм клеток является первичным в механизме обеспечения тканей энергией. Дефицит кислорода в ткани влияет на эффективность метаболизма клеток и затрудняет медикаментозное лечение язв, ран и ожогов. Восстановление концентрации кислорода до уровня, адекватного нормальному метаболизму клеток становится критичным и требует дополнительной оксигенации биоткани кислородом.

В клинической практике, для устранения нехватки кислорода в тканях используются различные методы, в частности, принудительная вентиляция легких чистым кислородом. Этот метод имеет низкую эффективность и, несмотря на это, широко используется в клинической практике.

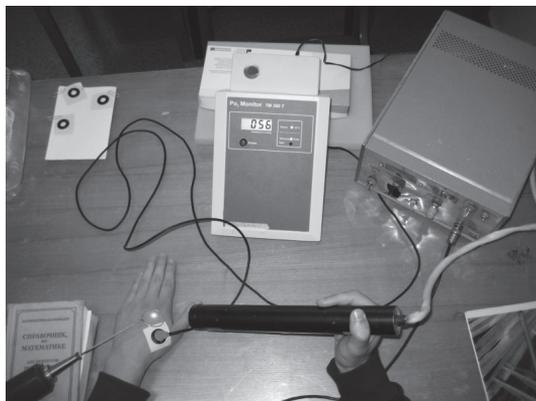
Другая технология основана на методе гипербарической оксигенации биоткани [1,2]. Весте с тем, вследствие технической сложности и неизбежной интоксикации организма чистым кислородом эта технология не получила широкого распространения. Не нашли применения также носители кислорода на основе перфторорганических соединений [2].

В данной работе показано, что фотодиссоциация оксигемоглобина крови *in vivo* позволяет устранить тканевую гипоксию и стимулировать аэробный метаболизм клеток. Предложен и разработан лазерно-оптический метод повышения степени локальной оксигенации биоткани путем дополнительной экстракции O_2 из HbO_2 крови в зоне воздействия лазерным излучением. Рассмотрены различные аспекты применения новой лазерно-оптической технологии в клинической практике, где устранение гипоксии является критичным. Для повышения эффективности этого метода предложено и исследовано также и воздействие акустических волн на кровеносные сосуды. Измерения степени оксигенации [4] проводились с использованием стандартного прибора « Po_2 Monitor TM 300T» производства компании «Humares GmbH» (Германия).



Принудительно высвобожденный кислород из HbO_2 крови в результате диффузии проникает в ткани и обеспечивает нормальный метаболизм клеток. Мониторинг изменения парциального давления кислорода в кожной ткани во время воздействия ультразвуковыми колебаниями и лазерным излучением.

Экспериментальные исследования новой технологии оксигенации биоткани проводились с помощью разработанной опто- акустической система для комбинированного воздействия на кровеносные сосуды и капилляры.



Результаты проведенных измерений показывают, что при одновременном воздействии лазерного излучения и акустических волн можно до 30% повысить локальную концентрацию кислорода в биоткани.

Механизм оптического метода оксигенации основан на использовании явления фотодиссоциации оксигемоглобина (HbO_2) крови, что позволяет экстрагировать дополнительное количество молекулярного кислорода (O_2) непосредственно в зоне воздействия. Воздействие же ультразвука на ткань позволяет существенно повысить микроциркуляцию крови в сосудах и повысить эффективность оксигенации биоткани.

Таким образом, разработанная технология оксигенации биоткани позволяет повысить эффективность фототерапии при комбинации лазерного излучения с ультразвуком.

Опто-акустический метод повышения концентрации кислорода в биоткани может быть полезен в таких областях, как спортивная медицина, дерматология и онкология.

Литература

1. Grim P.S., Hyperbaric Oxygen Therapy. / P.S. Grim //JAMA. - 1990 - V.263. - P. 2216-2220.
2. Ефуни С.Н. Руководство по гипербарической оксигенации. М. Медицина, 1986 - 330 с.
3. Иваницкий Г.Р. //Префторорганические соединения в биологии и медицине. Пушино. 2001. С.4.
4. М.М. Asimov, R.M. Asimov, A.N. Rubinov, A.I. Gisbrecht, The Physics of Biomedical Effect of Blood Oxyhemoglobin Photodissociation, Journal of Basic and Applied Physics, USA. 2012. №1, pp. 37-42.