

**ИССЛЕДОВАНИЕ БИОМЕХАНИКИ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ
МЕТОДОМ ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ.
ПРОЕКТ № 90**

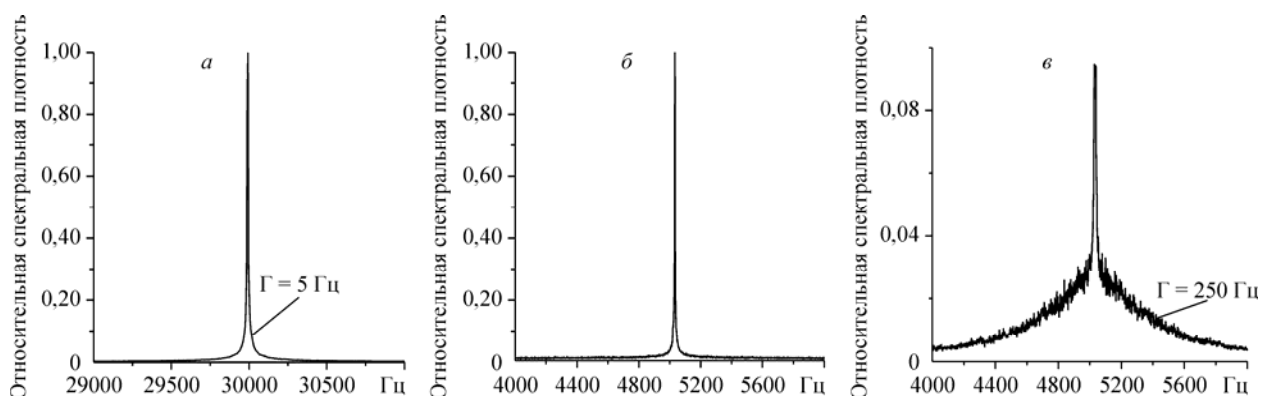
Координатор: акад. Багаев С. Н.
Исполнители: ИЛФ, ИТПМ, ИЦиГ СО РАН

Ранее было установлено, что для сердца и магистрального кровеносного русла основополагающее значение имеет явление образования винтового потока крови в сердечно-сосудистой системе человека и животных, а для звена микрогемодиализации — явление образования акустического поля в просвете микрососудов.

Обосновано, что доставка крови в микрососудистое русло, где в капиллярах осуществляются газообмен и обмен веществ, обеспечивается исключительно за счет организации винтового потока крови. Обнаружение в экспериментах на живых объектах поперечных перемещений стенок микрососудов с помощью уникальной неинвазивной лазерной методики явилось доказательством активной роли гладкомышечных элементов артериол и венул в транскапиллярном обмене. Колебательные перемещения стенок проявляются в виде пьедестала

в спектре сигнала рассеяния от микрососуда (см. рисунок). Это привело к новому пониманию механизма транскапиллярного обмена, который традиционно рассматривался как пассивный молекулярный диффузионный процесс.

При изучении обнаруженного явления установлена важная связь частоты сокращения гладкомышечных клеток микрососудов со скоростью кровотока в них. Найденная линейная зависимость частоты колебаний стенок микрососудов от скорости кровотока указывает на существование прямого и обратного электрического взаимодействия эритроцитов с гладкомышечными клетками микрососудов. На основе результатов исследований перемещений стенок микрососудов (артериол, капилляров и венул) системы кровообращения в акустическом диапазоне частот с помощью



Спектры сигналов рассеяния на живом объекте: *a* — межсосудистая зона, *б* — артериола при сильном угнетении сердечно-сосудистой деятельности (скорость кровотока резко снижена), *в* — артериола при полном восстановлении сердечно-сосудистой деятельности (скорость кровотока соответствует норме).

Scattering spectra from a living object: *a* — section without blood vessels, *б* — arteriole at strong suppression of cardiovascular activity (velocity of blood flow is sharply lowered), *в* — arteriole at the complete recovery of cardiovascular activity (velocity of blood flow corresponds to normal state).

фазочувствительного лазерного метода выдвинута новая концепция обмена веществ. Она заключается в том, что главнейшая его составляющая — газообмен, в отличие от традиционных представлений, начинается в просвете артериол. Сокращения гладкомышечных элементов любой артериолы активно поставляют ионы водорода в плазму движущейся крови, обеспечивая, в соответствии с эффектом Бора, выход из эритроцитов кислорода, который в артериальном участке капилляра, согласно феномену Старлинга, выходит за пределы его стенки в межклеточное пространство. Предложенный механизм освобождения эритроцитов от кислорода обусловлен электрическим взаимодействием движущихся эритроцитов с гладкомышечными клетками микрососуда, темп

сокращения которых определяется скоростью кровотока. Удаление углекислого газа из межклеточного пространства через венозный участок капилляра и венулу является обратным по отношению к транспорту кислорода. Выдвинутая концепция объясняет автоматическую саморегуляцию интенсивности обмена веществ на уровне функционирования сердечно-сосудистой системы в целом при изменениях физиологического состояния организма. Дальнейшие исследования сердечно-сосудистой системы с применением лазерного и электрофизиологического методов позволят раскрыть физические механизмы транкапиллярного обмена, знание которых необходимо для применения в различных областях практической медицины.

Основные публикации

1. Багаев С. Н., Захаров В. Н., Маркель А. Л., Медведев А. Е., Орлов В. А., Самсонов В. И., Фомин В. М. Об оптимальном строении стенки артериальных сосудов// Докл. РАН. 2004. Т. 49, № 9. С. 530—533.
2. Bagayev S. N., Fomin Yu. N., Orlov V. A., Panov S. V., Zakharov V. N., Metyolkin M. G. Investigation of transcapillary exchange by the laser method// Laser Physics. 2005. V. 15, N 9. P. 1292—1298.