

Компьютерное моделирование и искусственный интеллект в фундаментальной физиологии и медицине

*Соловьёва Ольга Эдуардовна, д.ф.-м.н.,
Институт иммунологии и физиологии УрО РАН*

Задача перехода к персонифицированной медицине является одним из приоритетных направлений научно-технологического развития РФ. Переход к персонифицированной медицине предполагает широкую цифровизацию медицины не только в области медицинских услуг, а также хранения и обработки клинических данных пациента, но и применение цифровых инструментов диагностики, оценки состояния пациента и прогноза развития и течения болезни, выбора стратегии лечения. Решение этих задач предполагает качественный переход от медицины, основанной на симптомах, к медицине, опирающейся на понимание механизмов патологии и механизмов действия лечебных процедур, включая лекарственную терапию и другие методы воздействия на организм.

В докладе будут представлены примеры фундаментальных и клинико-ориентированных исследований, демонстрирующих потенциал применения математических моделей и инструментов искусственного интеллекта для решения фундаментальных задач физиологии миокарда и клинической кардиологии. В течение многих лет в лаборатории математической физиологии ИИФ УрО РАН разрабатывается и применяется математическая модель сопряжения возбуждения и сокращения в клетках сердечной мышцы. На основе этой модели получены пионерские результаты о роли механо-электрической обратной связи в регуляции нормальной функции сердечной мышцы и возникновении ее нарушений. В русле современных клеточных технологий построены популяции клеточных моделей миокарда человека, которые можно применять в доклинических *in-silico* исследованиях для поиска механизмов действия биологически активных веществ и последствий их применения для сердца человека.

Разрабатываются и исследуются модели миокарда тканевого и органного уровня. Эти модели позволяют проанализировать макроскопические эффекты нарушений клеточной функции, а также патологической неоднородности миокардиальной ткани, в том числе исследовать динамику аритмий. Новым направлением исследований является изучение в рамках моделей межклеточных взаимодействий, как между кардиомиоцитами, так и между кардиомиоцитами и внешним микроокружением, изменяющимся при патологии сердца. В частности, известно, что миокардиальный фиброз является одним из существенных факторов развития аритмий и сердечной недостаточности, а также неблагоприятного исхода сердечных заболеваний. Модельные исследования позволяют изучить последствия фиброза для функции сердца и разобраться в механизмах нарушения активности миокарда. Результаты этих исследований открывают новые мишени для терапевтических воздействий при сердечных заболеваниях.

Новым направлением персонифицированной медицины является разработка цифровых двойников органов и всего организма, т.е. цифровых моделей, отражающих индивидуальные особенности пациента. Нами разработана технология построения и расчета персонифицированных компьютерных моделей электриче-

ской активности желудочков сердца человека на основе клинических данных пациентов, в том числе изображений сердца, полученных методами компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии. Модели позволяют адекватно имитировать процессы активации миокарда желудочков сердца с учетом аномалий проведения возбуждения, вызванных наличием структурно-функциональных поражений. На основе персонифицированных моделей разработана новая методология для индивидуальной оценки эффективности и оптимизации электрокардиотерапии при сердечной недостаточности на основе гибридных клинических данных, результатов моделирования сердца и машинного обучения.

Современные методы анализа данных и нейронные сети используются для усовершенствования цифровых технологий диагностики сердечных аритмий, в частности, фибрилляции предсердий.

Работы коллектива ведутся в сотрудничестве с ведущими медицинскими центрами РФ.