

Компьютерная программа «Антистеноз»

Научный руководитель:
доц. Зенин О.К.,
асс. Федоришин Р.П.

Чвала А.А.
(ДонНТУ, ф-т КИТА)

Существующие способы оперативного лечения артериальных стенозов (наиболее частой причины гемоциркуляторных расстройств) сводятся к реконструкции русла путем формирования новых обходных путей или механическому расширению суженных участков – баллонной ангиопластике (БА). Реализация процедуры БА состоит из следующих шагов. Упругий баллон вводится в поврежденный сосуд с помощью катетера. Когда этот баллон достигает законтрактированного места сосуда, в него накачивается жидкость. Расширяющийся баллон приводит к местному расширению стенок сосуда. С одной стороны, при недостаточно большом расширении стенки сосуда, операционный участок принимает начальный размер после того, как процедура закончена. С другой стороны, слишком большое расширение стенки сосуда, расширение, при котором напряжение станет пластическим, приводит к появляющимся трещинам, размер которых трудно предсказать заранее. Успех выполнения процедуры БА зависит от многих случайностей. Недостаток растяжения приводит к неэффективности выполнения процедуры. Чрезмерное растяжение приводит к возникновению поперечных и продольных трещин стенок сосуда. В настоящий момент успех процедуры БА во многом случаен, т.к. отсутствуют методы объективного контроля за поведением артерии при больших деформациях и разрушении. Имеет место недостаток сведений о ее биомеханических свойствах, в частности упругости. Выходом могло стать использование сигналов акустической эмиссии от формаций исходящих от места трещин, но недостаток надежной физической теории распределения акустических волн в живых средах, делает это предсказание в большей или меньшей степени субъективным.

Для решения проблемы контроля за процедурой баллонной ангиопластики была создана компьютерная программа «Антистеноз». Построение программы реализовано на основе математической модели баллонной ангиопластики, основанной на теориях большой деформации. Причина этого - то, что рассматриваемое напряжение стенок сосуда не неопределенно маленькое, а составляет 70-100 % начального размера. Упругие свойства материала стенки больших кровеносных сосудов человека характеризуются двумя свойствами: нелинейность и анизотропия, то есть физические величины, описывающие упругие свойства вещества, нелинейным путём зависят от величины напряжений, но в цилиндрической системе координат вдоль трех координатных кривых - константы. Первый параллелен оси кровеносного сосуда, второй направлен тангенциально к радиусу сосуда, третий направлен вдоль радиуса сосуда. С помощью математической модели определены значения критических параметров: давление жидкости в баллоне, при котором напряжение стены сосуда перестаёт быть упругим, величина напряжения и распределения напряжений по толщине и длине расширенного участка кровеносного сосуда, распределение энергии напряжения и других. На основе этих данных создана визуализированная модель процедуры баллонной ангиопластики.

Процедура визуализации представляет собой следующий процесс. На начальном этапе задаются следующие основные показатели БА: параметры сосуда (длина, толщина стенки, диаметр), начальное внутреннее давление, степени удлинения сосудов по трем координатным кривым, тензор натяжения и другие. Существует возможность выбора уже заданных параметров для разных возрастных групп (17-35 и 36-57 лет). Визуализация представляет собой трехмерную графическую модель сосуда с отображением в реальном времени изменения натяжения стенок сосуда в зависимости от изменяемого давления в введенном упругом баллоне. Изменение значения давления полностью интерактивно и может корректироваться в любую сторону. Наряду с изменением стенок сосуда есть возможность наблюдения

за изменением основных параметров процедуры БА на линейных графиках, которые отображают актуальную информацию также в реальном времени. Это обеспечивает контроль над деформацией стенок сосуда и позволяет определить оптимальные значения критических параметров. При визуализации изменения стенозированного сосуда может использоваться ряд дополнительных возможностей, позволяющих получить дополнительную информацию при осуществлении процедуры БА. В деформированном сосуде можно провести срезы в вертикальной и горизонтальной плоскостях для получения интересующего участка сосуда. Т.о. осуществляется компьютерное моделирование процедуры БА и определяются оптимальные значения давления жидкости в баллоне, при котором напряжение стенки сосуда перестаёт быть упругим, величина напряжения и распределения напряжений по толщине и длине расширенного участка кровеносного сосуда, распределение энергии напряжения и других.

Использование программного комплекса «Антистеноз» при проведении БА поможет снизить вероятность внутриоперационных и ранних послеоперационных осложнений.