

Особенности течения, обусловленные строением дочерних сосудов подмышечной и плечевой артерий

¹Кишинёвский государственный медицинский университет им.

Н.Тестемицану, Кишинёв, Молдова

²УО «Белорусский государственный медицинский университет»,

Минск, Беларусь

Гемодинамические факторы, обусловленные индивидуальными особенностями строения, играют роль в формировании гидравлического сопротивления и напряжения сдвига на стенке сосуда. Эти факторы могут быть причиной некоторых патологий, развитие которых можно прогнозировать. Такой прогноз является актуальным, поскольку сердечно-сосудистые заболевания по-прежнему являются лидирующим фактором смертности во всем мире. Численное моделирование взаимосвязи гемодинамических и морфометрических особенностей может быть объективной основой такого прогноза.

Цель: посредством численного математического моделирования выяснить, как изменяется напряжение сдвига и градиент скорости течения на стенке сосуда в связи анатомическим строением отрезках плечевой, локтевой и подмышечной артерий.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили созданные 3D геометрические модели подмышечной, плечевой, локтевой и лучевой артерии плеча. Морфометрические параметры сосудов: диаметр, угол бифуркации между ними - были изучены в результате антропометрии. Для упрощения расчетов и сравнительного анализа результатов использовались отрезки артерий одинаковой длины. В качестве параметра сравнения использовался перепад давления, определяемый объемной скоростью и гидравлическим сопротивлением. Посредством численного метода конечных разностей изучается трехмерное установившееся течение несжимаемой ньютоновской жидкости и градиент скорости течения крови на стенке, текущей из среды неограниченного объема в искривленный сосуд при наличии бифуркации. На стенках артерии и бифуркаций предполагается условие прилипания, при выполнении условий неразрывности. В качестве начальных условий было принято, что объемная скорость течения на входе в данный сосудистый сегмент постоянная величина, находящаяся в диапазоне 10 – 30 мл/с, вязкость жидкости – 5мПа·с. Давление на выходе артерии полагалась равным нулю.

Результаты. Напряжение сдвига на стенке сосуда связано с градиентом скорости $\frac{\Delta u}{\Delta r}$ следующим соотношением.

$$\tau_w = \eta \cdot \frac{\Delta u}{\Delta r}$$

Чем выше градиент скорости на стенке сосуда и чем выше вязкость, тем выше напряжение сдвига на стенке сосуда. Наиболее значительных значений градиент скорости сдвига достигает на изгибах или перегибах сосудов и в местах соединения сосудов в области бифуркации. В данном случае напряжение сдвига на стенке находится в диапазоне от 2 до 6 Па или 20 до 60 дин/см².

Выводы. Наиболее значительных значений градиент скорости сдвига достигает на изгибах или перегибах сосудов и в местах соединения сосудов, следовательно, в этих местах следует ожидать и наибольших значений напряжения сдвига. Напряжение сдвига участвует как в физиологической, так и в патофизиологической биологии сосудов. Изменение механического поведения сосудистой стенки в областях нарушенного кровотока в сочетании с воздействием системных сосудистых факторов способствует хронической фибровоспалительной реакции на результирующее повреждение артерии. Этот ответ связан с обезвреживанием атеропротекторных защит, поддерживаемых ламинарным кровотоком. Последствия этого динамического равновесия между изменениями, вызванными напряжением сдвига, и системными факторами риска не только способствуют развитию атеросклероза, но также влияют на эффективность тех терапевтических методов, которые используются для изменения прогрессирования заболевания и клинических исходов.