

Инсульт является одной из основных причин смертности и инвалидизации населения в западных странах. Различают два типа инсульта: ишемический и геморрагический. Причиной последнего в 80% случаев является разрыв аневризмы сосудов головного мозга. Под аневризмой понимают патологическое расширение просвета сосуда. Аневризмы преимущественно образуются на сосудах виллизиевого круга человека. Порядка 2-5% населения планеты имеют аневризмы головного мозга. Несмотря на то, что только 0.1% всех аневризм ежегодно разрывается, уровень смертности при разрыве аневризмы достигает 50% и только треть пациентов, перенесших субарахноидальное кровоизлияние, возвращается к нормальной жизни.

Патогенез аневризм на сегодняшний день недостаточно изучен. Доподлинно неизвестно, что является основной причиной их возникновения. Тем не менее, исследования показывают, что возникновению аневризм способствуют генетические, гемодинамические и биомеханические факторы.

В последние годы стенты стали использовать в качестве разделителя для отделения аневризм от потока. Впервые эта техника была применена для аневризм, лечение которых было невозможно, и для аневризм, лечение которых не дало результатов. Сегодня использование стентов в качестве разделителей потока разрешено на территории многих стран, в том числе, на территории США и многих стран Европы. Клинические данные говорят о том, что практически полное исключение аневризмы из потока вследствие ее тромбоза из-за установки разделителя происходит через 6 месяцев после выполнения лечения. Тем не менее, остается множество открытых вопросов относительно данной достаточно новой технологии малоинвазивного лечения аневризм. Ответы на них можно получить как проводя клинические исследования, так и на основе численных экспериментов, выполненных с помощью методов вычислительной гидродинамики.

Опубликовано множество статей, посвященных численному моделированию стентирования аневризм. Изучаются такие вопросы, как влияние пористости стента на гемодинамику, сравниваются стенты различных производителей и конфигурации и т.п. Авторы применяют как идеализированные модели аневризм, так и пациент-ориентированные. Однако, многие задачи, связанные с моделированием аневризм и вариантов их лечения остаются нерешенными.

Более того, современные медицинские диагностические методы не в состоянии ответить на вопрос о том, как поведет себя та или иная аневризма в будущем и на сколько вероятен ее разрыв. Сегодня на вопрос лечить или не лечить неразорвавшуюся аневризму врачи отвечают на основе истории болезни пациента, ее локализации и размера. Последний фактор постоянно обсуждается, а у медицинских работников нет определенных критериев относительно того, какой размер является критическим.

Вычислительная гидродинамика и, в частности, решение связанных упруго-гидродинамических задач остается единственным методом прогнозирования операций, поведения аневризм и сосудов головного мозга. Однако, при моделировании важно учитывать не только индивидуальную геометрию сосудов, а также их механические характеристики, но и индивидуализированные граничные условия для потока крови на входе и выходе, что в во многих работах до сих пор не делается.

В данном уроке показан алгоритм постановки задачи о течении крови в сосуде с аневризмой и установленным стентом. Кровь считалась однородной, вязкой и несжимаемой жидкостью, подчиняющейся закону вязкого трения Ньютона. Проведен анализ результатов, которые сравнивались с результатами расчетов такой же аневризмы без установленного стента с аналогичными граничными и начальными условиями.

Анализ расчетов показал, что установка стента снижает среднее давление крови на стенке аневризмы более чем на 10%. Таким образом, можно считать, что стентирование аневризм с помощью стентов-разделителей потока является эффективным средством лечения данной патологии. Еще большую эффективность могут показать более плотные стенты или стенты другой конфигурации.