

Справцев Е.Ю.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ КРОВИ ОКОЛО ВЕНОЗНОГО КЛАПАНА

Научные руководители: канд. техн. наук, доц. Мансуров В.А.,

д-р мед. наук, проф. Трушель Н.А.

Кафедра медицинской и биологической физики,

Кафедра нормальной анатомии

Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

Актуальность. Венозная система выполняет важную функцию транспорта крови обратно к сердцу. Серия односторонних венозных клапанов проводит кровь к сердцу и предотвращает ее обратный ток. Вены нижних конечностей имеют клапаны, которые способствуют движению крови в центростремительном направлении, препятствуя обратному ее току.

Важным фактором в осуществлении возврата венозной крови к сердцу является мышечно-венозная помпа голени. Суть механизма действия венозной помпы заключается в следующем: в момент расслабления мышц голени синусы камбаловидной мышцы заполняются кровью, поступающей с периферии и поверхностной венозной системы через перфорантные вены. При каждом шаге происходит сокращение икроножных мышц, которое сдавливает мышечные венозные синусы и вены, направляя ток крови в глубокие магистральные вены, имеющие большое число клапанов на всем протяжении. Под влиянием возрастающего венозного давления клапаны открываются, направляя ток крови в нижнюю полую вену. Нижерасположенные клапаны закрываются, препятствуя обратному току.

Цель: посредством вычислительной гидродинамики численно смоделировать процессы движения створок венозного клапана чтобы представить механизм движения крови в этом клапане.

Материалы и методы. Вычислительная гидродинамика (CFD) является практическим, адекватным и надежным инструментом для исследования движения крови через венозную систему. В данной работе кровоток вокруг венозного клапана исследовался посредством численного моделирования нестационарного течения при взаимодействии крови и упруго-деформируемой створки венозного (FSI).

Геометрия венозного клапана в 2D приближении была разработана на основе реального образца по данным литературы. Кровь считается ньютоновской жидкостью с вязкостью равной 5 мПа·с, уравнения движения численно интегрируются методом конечных разностей с использованием движущейся сетки для ламинарного режима течения. Стенка вены считается линейным упругим материалом, механические свойства створок клапана представляются гиперэластичным материалом.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты показали, что скорость кровотока увеличилась от входного отверстия до створок и снова уменьшилась, пройдя клапан. Наблюдалась пара вихрей в области за клапаном. Эти области имеют низкое напряжение сдвига на створке, что может способствовать образованию отложений.

Выводы: CFD является полезным инструментом для исследования поведения кровотока и получения подробной информации о движении по венозной системе.