

ПУЛЬСОВАЯ ВОЛНА И ЕЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Студент гр.113716 Ситников А.С.,
кандидат физ.-мат. наук, доцент Ю.А. Бумай
Белорусский национальный технический университет

Целью данной работы являлся анализ физических характеристик пульсовой волны, имеющих значение для диагностики заболеваний сосудистой системы человека.

Распространяющаяся вдоль артерии волна деформации ее стенок в результате одновременного изменения в ней давления и массы крови получила название пульсовой волны (ПВ). Скорость распространения ПВ зависит от упругости артериальной стенки и поэтому может служить показателем ее состояния при различных заболеваниях. Значение скорости ПВ, измеренное экспериментально, находится в интервале от ~ 5 до ~ 10 метров в секунду, что в ~ 10–20 раз превышает среднюю скорость движения крови по кровеносным сосудам (~0,5 м/с), но значительно меньше скорости распространения звуковых волн в жидкости и тканях артерий (~1500 м/с). За время систолы (~0,3 с) ПВ распространяется на расстояние ~1,5–3 м, что больше расстояния от сердца к конечностям. ПВ не является синусоидальной, т.е. может быть представлена суммой гармонических волн. Амплитуда ПВ (пульсовое давление или разность между максимальным и минимальным значениями давлений в данной точке сосуда) уменьшается по ходу движения крови. Метод графической регистрации ПВ называется сфигмографией.

В работе предложен простой вывод выражения для скорости распространения ПВ $v = [Eh/(2\rho r)]^{0,5}$, где E – модуль Юнга стенки артерии, h – толщина стенки, r – радиус артерии, ρ – плотность крови.

Так как отношение h/r мало изменяется от человека к человеку и практически не зависит от типа артерии, можно считать, что скорость ПВ изменяется только при изменении упругости стенок артерий (модуля Юнга). С возрастом и при некоторых заболеваниях, сопровождающихся увеличением модуля Юнга стенок артерий (гипертонии, атеросклерозе), скорость ПВ может увеличиваться в 2–4 раза по сравнению с нормой.

Пульсовые волны в артериях обладают способностью отражаться от областей разветвления артерий. Отраженная (обратная) волна складывается с прямой и кривая изменения давления крови в сосуде становится двугорбой. Отраженная волна препятствует нормальному току крови и, следовательно, затрудняет нормальную работу системы кровообращения.

В работе рассмотрены также основные методы определения скорости пульсовой волны.