

УДК 620.1.08

СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ КРОВИ И СКОРОСТИ КРОВОТОКА

Студенты гр. 11305123 Володкович В. И., Кисляков Н. Н.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Бумай Ю. А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Давление крови и скорость кровотока могут быть факторами обнаружения ряда болезней человека. В хирургической практике непосредственное измерение давления в полостях сердца производится с использованием катетеров, т. е. введения через один из крупных сосудов тонкого зонда, на конце которого находится миниатюрный электроманометр диаметром 1–2 мм. Датчиком в нем служит силиконовое сопротивление, соединенное с мембраной, воспринимающей внешнее давление. В клинике применяется бескровный способ измерения кровяного давления. Наиболее распространен метод измерения артериального давления по Н. Н. Короткову. Прослушивание звуков (тонов Короткова), сопровождающих турбулентное течение при прохождении крови по искусственно сжатой артерии, – начальные – соответствующие верхнему или систолическому, давлению (110–125 мм. рт. ст.), и конечные, в момент их резкого ослабления, соответствующие нижнему или диастолическому, давлению (60–80 мм. рт. ст.) в норме.

Работа, совершаемая сердцем, в основном складывается из работы при сокращении желудочков, главным образом левого. (Работа правого желудочка принимается равной 0,2–0,15 от работы левого). Энергия состоит из потенциальной энергии давления для преодоления сопротивления движению крови по всей сосудистой системе и кинетической энергии для сообщения массе крови необходимой скорости. При физической нагрузке работа сердца увеличивается более чем в 5 раз. При давлении, равном систолическому, кровь будет способна пробиться через сдавленную артерию – возникает турбулентное течение. Характерные тоны, сопровождающие этот процесс, прослушивает врач при измерении давления, располагая фонендоскоп (или тонометр) к артерии дистальнее манжеты (т. е. на большем расстоянии от сердца). Продолжая уменьшать давление в манжете, можно восстановить ламинарное течение крови, что заметно по резкому ослаблению прослушиваемых тонов. Давление в манжете, соответствующее восстановлению ламинарного течения в артерии, регистрируют как диастолическое.

Существует несколько методов определения скорости кровотока. Рассмотрим физические основы трех из них.

Изотопный метод. В локтевую вену вводится радиоактивное вещество и счетчиком регистрируют время прохождения определенного расстояния введенного радиоактивного вещества.

Ультразвуковой метод основан на эффекте Доплера. К поверхностному кровеносному сосуду, в котором необходимо определить параметры потока крови с помощью ультразвукового излучателя подводится (УЗ) энергия определенной частоты. Клетки протекающей крови отражают часть УЗ энергии, подаваемой излучателем, которая улавливается приемником. При перемещении клеток крови в сосуде изменяется частота УЗ. Разность частот пропорциональна скорости движущихся клеток крови, в основном эритроцитов.

Электромагнитный метод измерения скорости кровотока основан на отклонении движущихся зарядов в магнитном поле. Кровь, будучи электрически нейтральной системой, состоит из положительных и отрицательных ионов. Следовательно, движущаяся кровь является потоком заряженных частиц, которые перемещаются со скоростью. На движущийся электрический заряд в магнитном поле с магнитной индукцией действует сила Лоренца, перпендикулярная индукции магнитного поля и скорости. Около одной стенки кровеносного сосуда преобладает положительный заряд, около другой – отрицательный. Перераспределение зарядов по сечению сосуда вызовет появление электрического поля и, следовательно, силы Холла, компенсирующей силу Лоренца. Следовательно, скорость крови и представляет собой скорость движения ионов, в основном ионов плазмы крови, а не эритроцитов.