

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Специальность – Общая Медицина

Дисциплина – Медицинская биофизика

Кафедра – естественно-научных дисциплин

Курс – 1

Тема – Общие физико-математические закономерности движения крови по сосудам

Подготовила: Нагметова Жанат

Группа: 122 Б

Проверила: Турганбаева А.У.

План:

Введение

- ① 1. Гидродинамическая модель кровообращения Франка
- ② 2. Движение крови в сосудистой системе. Пульсовая волна

Заключение

Литература

Введение

Гемодинамика - раздел биомеханики, в котором исследуется движение крови по сосудистой системе. Физической основой гемодинамики является гидродинамика. Течение крови зависит как от свойств крови, так и от свойств кровеносных сосудов.

Реологией называется область механики, которая изучает деформационные (реологические) свойства жидкостей, газов и твердых тел, способы установления и описания этих свойств, а отчасти и их физическую природу.

Модели кровообращения

- Модель Франка (упругий резервуар)
- Электрическая модель
- Модель с распределенными параметрами

Модель Франка

Рассмотрим гидродинамическую модель кровеносной системы, предложенную О. Франком.

Несмотря на достаточную простоту, она позволяет установить связь между ударным объемом крови (объем крови, выбрасываемый желудочком сердца за одну систолу), гидравлическим сопротивлением периферической части системы кровообращения X_0 и изменением давления в артериях.

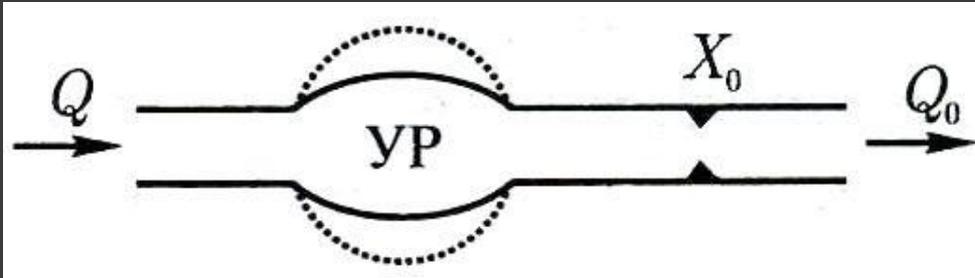
Артериальная часть системы кровообращения моделируется упругим (эластичным) резервуаром.

Так как кровь находится в упругом резервуаре, то ее объем в любой момент времени зависит от давления p по следующему соотношению:

$$V = V_0 + kp, \quad (11.1)$$

где k — эластичность, упругость резервуара (коэффициент пропорциональности между давлением и объемом); V_0 — объем резервуара при отсутствии давления ($p = 0$). Продифференцировав (11.1), получим:

$$\frac{dV}{dt} = k \frac{dp}{dt}. \quad (11.2)$$



$$P = P_0 e^{-\frac{t}{kx_0}}$$

Зависимость давления в резервуаре после систолы

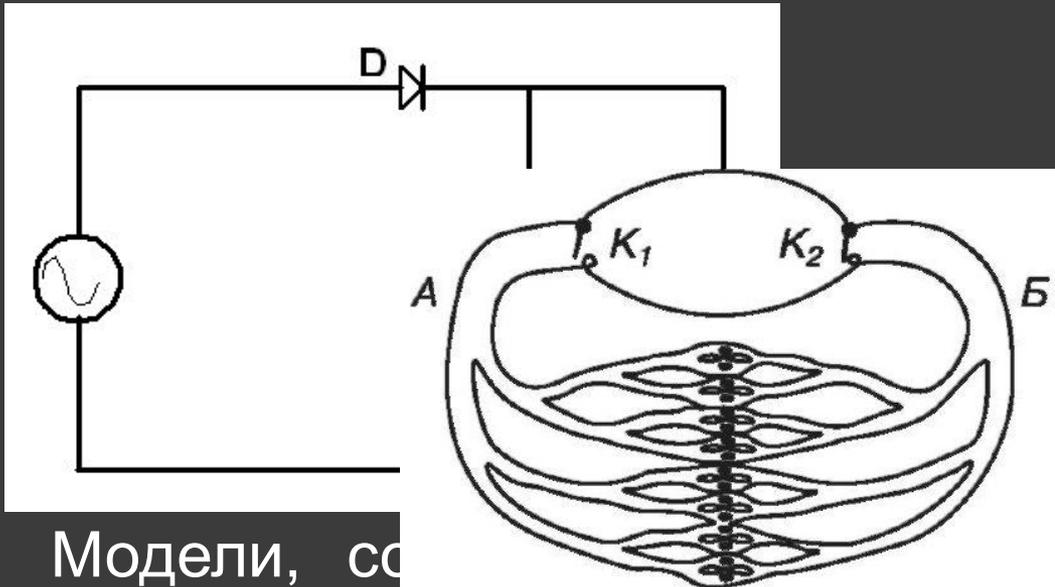
K – эластичность стенок;

x_0 – сопротивление периферических сосудов.

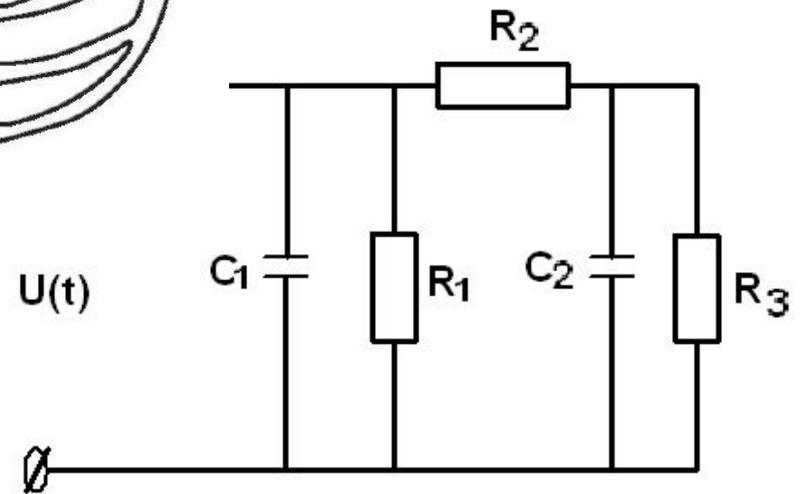
$$Q = Q_0 e^{-\frac{t}{kx_0}}$$

Скорость оттока крови

Электрическая модель



- Модели, состоящие из нескольких сотен элементов, называются моделями с распределенными параметрами



ВЯЗКОСТЬ ЖИДКОСТИ

Способность реальных жидкостей оказывать сопротивление движению в них тел или собственному течению за счет сил межмолекулярного взаимодействия называется ***внутренним трением*** или ***вязкостью жидкости.***

Относительная вязкость крови

НОРМА	4,2 – 6
АНЕМИЯ	2 – 3
ПОЛИЦИТАМИЯ	15 – 20
МУЖЧИНЫ	4,3 – 1,7
ЖЕНЩИНЫ	3,9 – 4,9

Вязкость крови зависит от концентрации эритроцитов и белков плазмы, от их состава, от размеров клеток крови, эластичности мембран эритроцитов.

$$\eta = \frac{\eta_{\text{жидкости}}}{\eta_{\text{воды}}}$$

- ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЯЗКОСТЬ

КЛАССИФИКАЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

- Вязкость не зависит от градиента скорости – **ньютоновская жидкость**.
- Вязкость уменьшается с увеличением градиента скорости – **псевдопластическое вещество**.
- Вязкость увеличивается с увеличением градиента скорости – **дилатантное вещество**.
- Вязкость уменьшается при продолжительном вращении, но после остановки возвращается к исходному значению – **тиксотропное вещество** (жидкость Бингама).
- Вязкость возрастает при продолжительном вращении, но после остановки возвращается к исходному значению – **реопексное вещество**.

Пульсовая волна

Пульсовая волна - распространяющаяся по аорте и артериям волна повышенного (над атмосферным) давления, вызванная выбросом крови из левого желудочка в период систолы.

$$P = P_0 e^{-\chi x} \cos \omega \left(t - \frac{x}{v} \right)$$

уравнение гармонической пульсовой волны

$$v = \sqrt{\frac{Eh}{\rho d}}$$

Формула Моенса–Кортевега

E – модуль упругости;
ρ – плотность вещества;
h – толщина стенки сосуда;
d – диаметр сосуда.

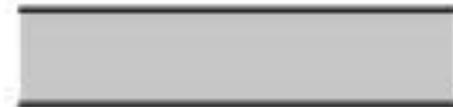
Профиль артерии при прохождении пульсовой волны



Перед прохождением
пульсовой волны



Через артерию начинает
проходить пульсовая волна



В артерии пульсовая
волна

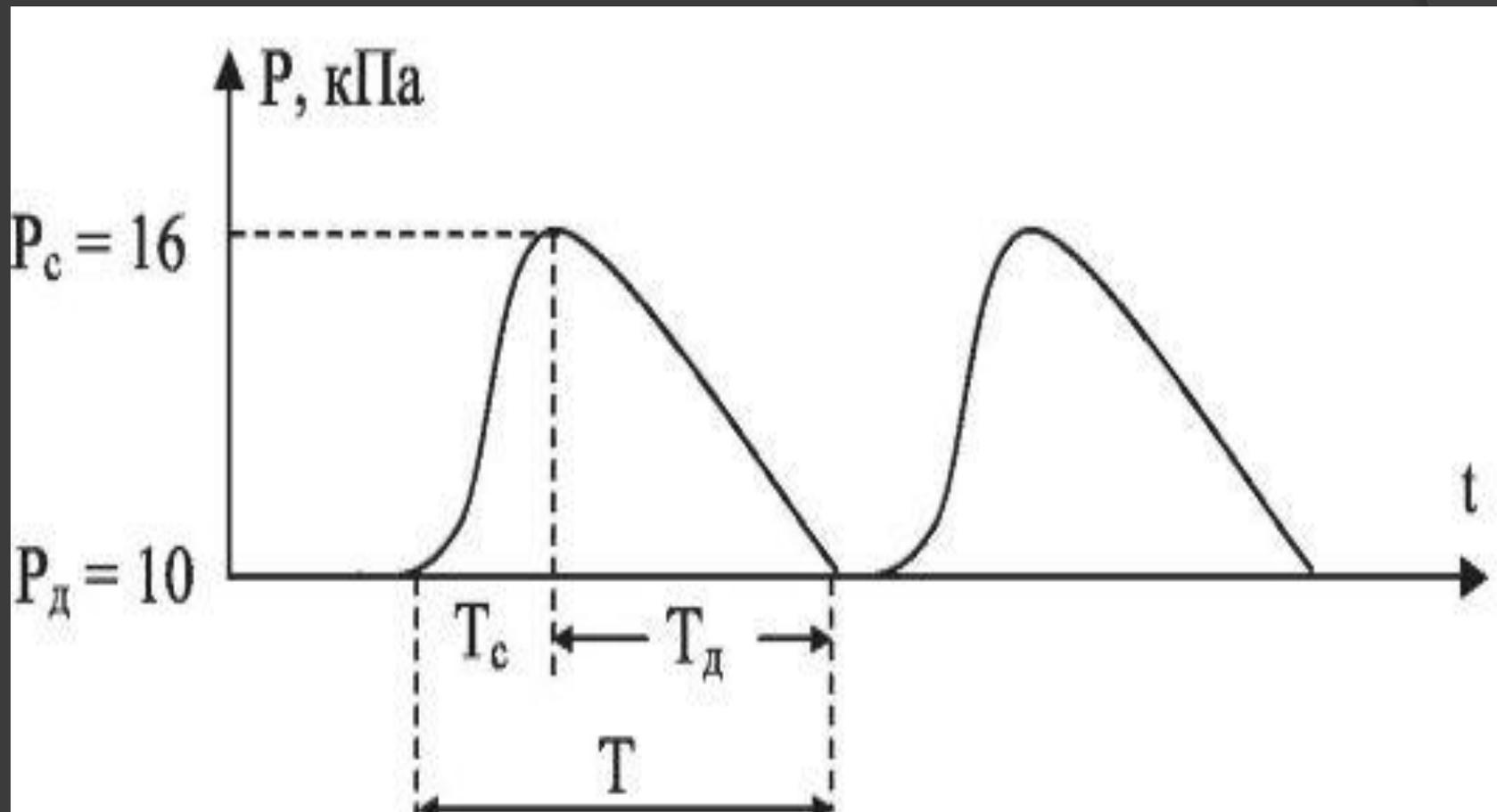


Спад пульсового давления,
кровь проталкивается
сокращением стенок

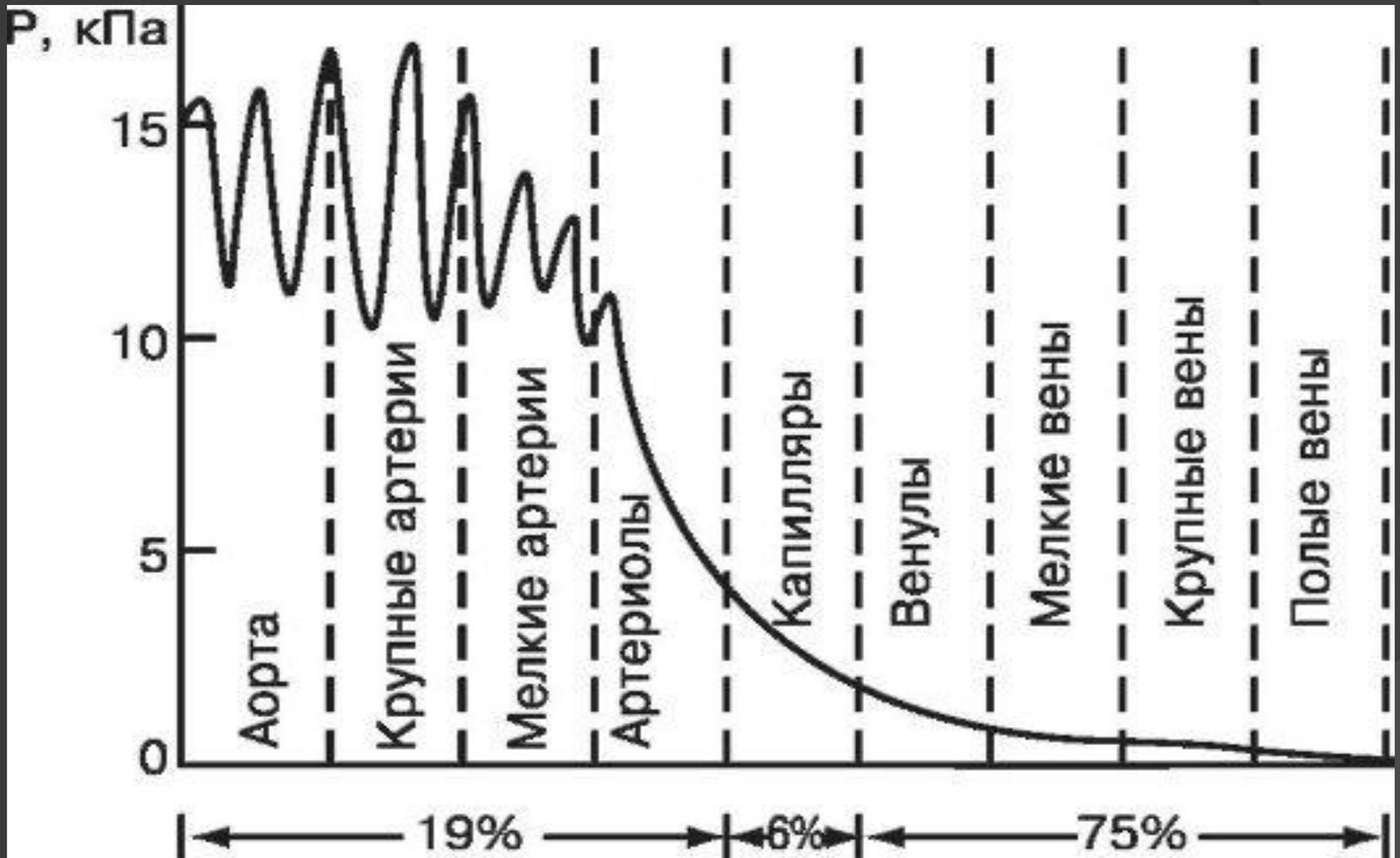


Прохождение пульсовой
волны закончено

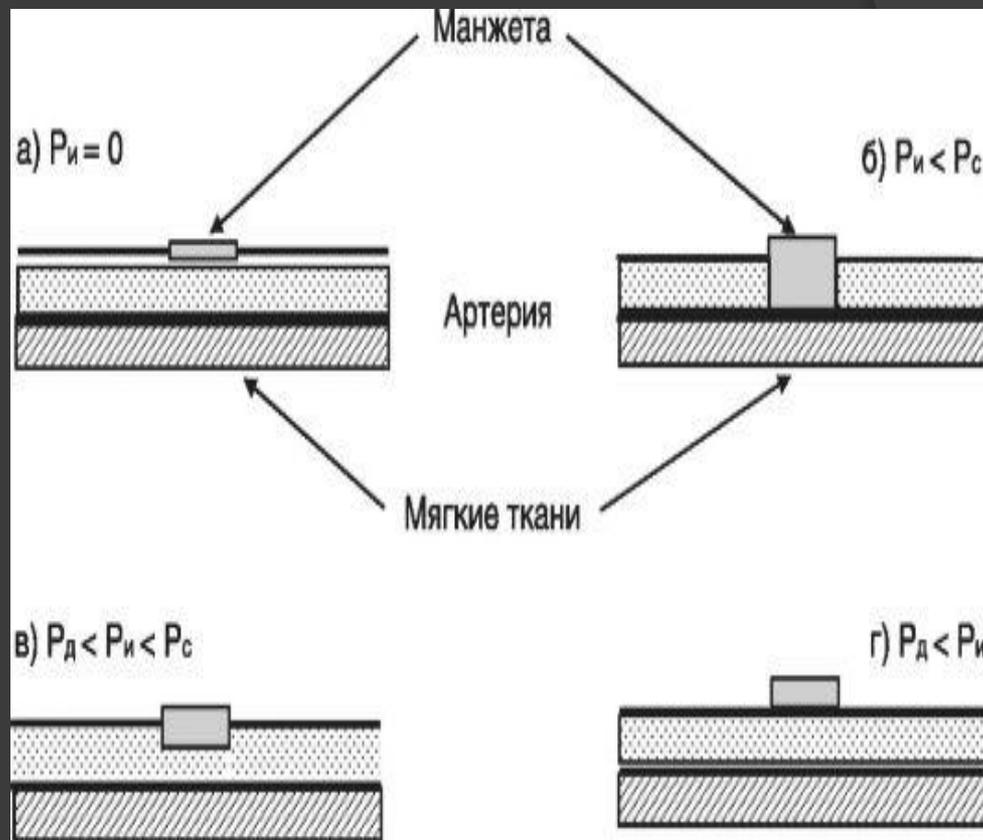
Изменение артериального давления в плечевой артерии: T - длительность сердечного цикла; $T_c \approx 0,3T$ - длительность систолы; $T_d \approx 0,7T$ - длительность диастолы; P_c - максимальное систолическое давление; P_d - минимальное диастолическое давление



Распределение давления в различных участках сосудистой системы человека (на оси абсцисс - относительная доля общего объема крови на данном участке)



Физические основы клинического метода измерения давления крови



Заключение:

Движение крови характеризуется следующими показателями:

- ⦿ давление крови в сосудах
- ⦿ скорость ее движения
- ⦿ время полного кругооборота

Время полного кругооборота крови отражает время, за которое частица крови проходит большой и малый круг кровообращения. Для определения этого времени обычно используют метод "метки". У взрослого человека в спокойном состоянии это время в среднем составляет 27 секунд. При этом прохождение малого круга кровообращения составляет около 4 -5 секунд, а время движения по большому кругу - 22 – 23 секунды.

ЛИТЕРАТУРА

- Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика: учебник. -М.: Дрофа, 2007.-
- Федорова В.Н. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии: учебное пособие. -М.: Физматлит, 2005.-
- Антонов В.Ф. Физика и биофизика. Курс лекций: учебное пособие.-М.: ГЭОТАР-Медиа, 2006.-