

ДЖЕРЕЛА

1. Черняев А.П. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом / А.П. Черняев. – М.: ФИЗМАТЛИТ.– 2004.– 152 с.
2. Khan Faiz M. Khan's The Physics of Radiation Therapy / Faiz M. Khan, John P. Gibbons // 5th Edition Wolters Kluwer Health. – 2014. – P. 624.
3. Купленников Э.Л. Пучки нейтронов для терапии / Э.Л. Купленников, А.Н. Довбня, Ю.Н. Телегин и др. // Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт». – Харьков, 2011.– С. 36.
4. F.M. Wagner et al Neutron medical treatment of tumours – a survey of facilities / Wagner F.M. et al // JINST, 2012.– P. 1–16.
5. Cherry P. Practical Radiotherapy: Physics and Equipment / P. Cherry, A.M. Duxbury // Birmingham City University, 2nd Edition. – Wiley.– 2009.– P. 302.

ГІДРОДИНАМІЧНІ ОСНОВИ КРОВООБІГУ

Азархов Олександр Юрійович

доктор мед. н., професор

ДВНЗ Приазовський державний технічний університет

м. Маріуполь, Україна

Дудзінський Юрій Михайлович

доктор ф-м.н., професор

Ісакова Ганна Володимирівна

студент

Одеський національний політехнічний університет

м. Одеса, Україна

Анотація: Доповідь присвячена основам кровообігу, які здійснюється завдяки тісній взаємодії серця і кровоносних судин. Було виявлене, що основне завдання останніх полягає в тому, щоб регулювати обсяг периферичного русла і його відповідність об'єму крові, а також сталість і адекватність кровопостачання органів і тканин.

Ключові слова: Кровообіг, кров, судини, клітини, рідина .

Розглянувши історію вивчення кровообігу, можна зробити висновок, що завдяки фізичним приладам і завдяки вивченню фізичних процесів, було зроблено безліч відкриттів в області кровообігу.

Переміщення крові по судинах діє за тим же законом, що і переміщення рідини в будь-яких системах трубок. В обох системах рушійною силою є тиск, що створюється на вході в систему, вірніше, різниця тисків на вході в систему і в місцях виходу. Основним завданням фізіології кровообігу є відділення прямих проявів загальних законів фізики від ефектів, опосередкованих фізіологічних регулювань. Виходячи з цього з традиційно фізіологічним підходом розробляється і біомеханічний, тісно пов'язаний з першим і спирається на методи механіки суцільних середовищ [1].

Швидкість руху рідини в системі трубок круглого перетину характеризується простою формулою Ома:

$$Q = \frac{\Delta P}{R}, \quad (1)$$

де: Q – це величина потоку, ΔP – градієнт (просторова різниця) тиску між будь-якими ділянками системи, R – опір трубок. Забезпечує адекватний обмін між кров'ю і тканинами один з найважливіших параметрів системи – швидкість потоку в судинах. Ця швидкість визначається за формулою:

$$V = \frac{Q}{S} \quad (2)$$

З цієї формули випливає, що чим менше калібр судини, тим більше повинна бути лінійна швидкість [2].

Суттєво впливає на рух крові в судинах наявність в крові білків і клітин, еритроцитів (рис. 1). Вязкість середовища, що залежить від сили зчеплення між молекулами, для крові приблизно в 4 рази вище, ніж для води. Опір руху крові R визначається розмірами посудини, а також залежить від в'язкості крові:

$$R = \frac{8\eta l}{\pi r^4} \quad (3)$$



Рис.1. Рух крові по судинах

Таким чином, як об'ємна, так і лінійна швидкість потоку обернено пропорційна довжині судини і в'язкості крові і прямо пропорційна градієнту тиску, але в різному ступені залежить від діаметра посудин [2].

У біомеханіці кровообігу накопичуються відомості про всі більш тонких деталях руху крові і виникає питання про фізіологічному сенсі цих ефектів: пристосувальний значенні, ступенем важливості для повільних (скажімо, морфогенетических) структурних та функціональних змін в системі і для швидких змін, що реєструються в ході кожного серцевого циклу або за кілька десятків секунд здійснення відповідей системи кровообігу на ті чи інші дії. У міру розвитку біомеханічних досліджень різні прояви роботи чисто фізіологічних механізмів, зокрема процесів підтримки та зміни ступеня активації гладких м'язів судинної стінки, все більш адекватно кількісно описуються в термінах механіки. Система кровообігу у людини та інших хребетних є з точки зору механіки гідравлічну мережу. Ця мережа містить камерні насоси з клапанами – праве і ліве серця (вени, забезпечені клапанами і оточені скелетними м'язами, можуть виконувати ту ж роль) і сукупність розгалужених розтяжних трубок, по яких рухається в'язка рідина. Серце і судини здатні змінювати свої геометричні і механічні характеристики під впливом фізичних і фізіологічних факторів [3].

Система кровообігу. У більшості судин крові знаходиться більше, ніж їх ємність, що створює тиск крові на стінку судини – тиск крові (P). Його вимірюють в *мм рт. ст.* по відношенню до атмосферного: "+" – означає вище *атм.* По судинах кров рухається завдяки градієнту тиску – з більшого в меншу:

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (4)$$

Початковий тиск створюється роботою серця. Тому саме високий тиск в відходять від серця артеріях, а найнижче – у прибуваючих венах [4].

Показники гідродинаміки. Тиск крові (гідродинамічний) залежить від співвідношення ємності посудини і об'єму крові, що знаходиться в ньому:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (5)$$

де: F – сила, діюча на стінку, S – площа стінки.

Обсяг крові, що протікає через посудину можна обчислити за формулою:

$$Q = \frac{P_1 - P_2}{R}, \quad (6)$$

де: Q – об'ємний кровоток, P_1 – тиск в початковому відділі судини, P_2 – тиск на виході з посудини, R – опір кровотоку [4].

Обсяг крові і діаметр судини. Співвідношення обсягу крові, що надходить в посудину при його розгалуженні, в залежності від діаметра посудини (рис.2). Якщо діаметр менше лише в 2 рази, то обсяг зменшується в 16 разів. Кров тече шарами: біля стінки судини швидкість струму найменша (тертя об стінку). У центрі потоку кров тече швидше за все. Поява турбуленцій призводить до зростання опору кровотоку і уповільнення лінійної і об'ємної швидкості [4].

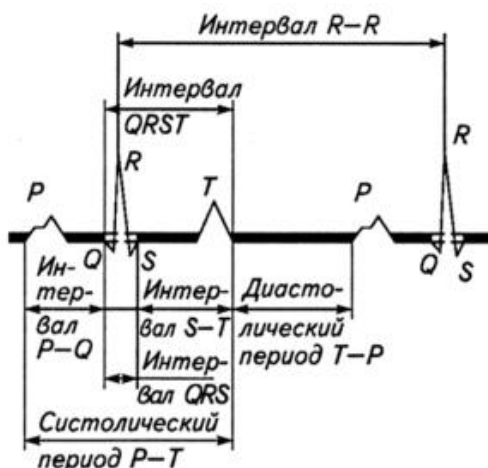


Рис.2. Графічні методи дослідження серцево-судинної системи

Різновиди тиску крові:

- гідродинамічний;
- гідростатичний;
- трансмуральне.

Динаміка тиску і об'ємного кровотоку. Градієнт рівнів середнього тиску по ходу судинного русла визначає спрямованість потоку крові з аорти в артерії і далі до передсердь: в кожному наступному відділі середній тиск менше попереднього. При переході артерій в артеріоли в зв'язку з різким збільшенням опору в них (артеріоли називають прекапілярними судинами опору – **50% ОПС**) об'ємний кровотік знижується. В результаті тиск, особливо систолічний, різко падає і наближається до диастолічного, що призводить до зменшення пульсового тиску. В капіляри більшості органів кров надходить майже під постійним тиском [5].

Пульс. Поява пульсу – наслідок поширення ударної хвилі по стінці судини і крові послідовні етапи поширення обсягу крові з початкового відділу аорти (рис. 3).

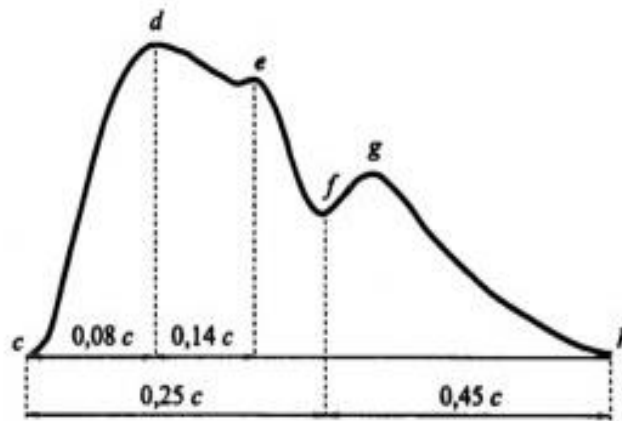


Рис.3. Графічна реєстрація артеріального пульсу

Амортизація (згладжування) ударного обсягу крові (в період систоли шлуночків він весь надійти в наступні судини не може), частина його розтягує еластичні судини, які потім проштовхують кров далі (роль серця при його діастолі). Амортизація тиску крові (в обмінні судини кров повинна надходити під постійним тиском). Амортизація нерівномірної лінійної швидкості кровотоку.

У вертикально розташованій людині під впливом сил гравітації створюється додатково тиск стовпа крові на її стінку це гідростатичний тиск. Воно зсередини підсумовується з гідродинамічним тиском. А зовні на стінку судини же діють сили (органи, тканини і т.п.). Результуюча сила і становить трансмуральне тиск.

Функціональні групи обмінних судин:

- резистивні (опір) прекапіляри,
- сфінктери, капіляри,
- резистивні посткапілярів,
- судини-шунти.

У замкнутої судинній системі зміна ємності якого-небудь одного відділу обов'язково має супроводжуватися перерозподілом обсягу крові в інший. Скорочення гладких м'язів венозної стінки легко змінює її просвіт, так як протидіє сила тиску крові невелика. Якщо, наприклад, ємність вен зменшиться лише на (2...3)%, то венозний повернення до серця зросте практично вдвічі. І ця кров використовується для перерозподілу кровотоку при виконанні фізичного навантаження до м'язів або після крововтрати до мозку і міокарду (рис.4).

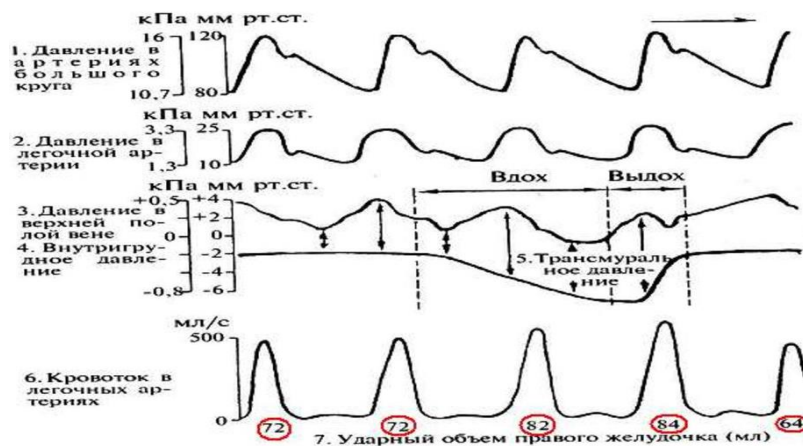


Рис.4. Вплив дихальних рухів на кровотік

Механізми повернення крові до серця.

1. Градієнт тиску у венозній системі (спочатку близько 10 мм.рт.ст., а у передсердя – 0мм.рт.ст.)
2. Присмоктується вплив грудної порожнини, де внутрішньоплеврально тиск негативне.
3. Скорочення скелетних м'язів, які видавлюють кров з вен.
4. Присмоктується вплив скорочується шлуночка [6].

Висновок: Різноманітні функції крові можуть здійснюватися тільки при її безперервному русі в судинах, тобто при наявності кровообігу. Кров рухається по судинах завдяки періодичним скороченням серця. При зупинці серця настає смерть, тому що припиняється доставка у тканини кисню і поживних речовин, а також звільнення тканин від продуктів метаболізму. Багато питань гідродинаміки кровообігу до теперішнього часу не вирішено. Можливо необхідна більш тісна наукова співпраця фізиків, фізіологів, медиків.

ДЖЕРЕЛА

1. Крапелько В.І. Гідродинамічні основи кровообігу / В.І. Крапелько // Соросовський освітній журнал. – 1996. – №2. – С. 44–50.
2. Мілюков В.Е. Гідродинамічні основи фізико-математичної моделі кровопостачання / В.Е.Мілюков, Т.С.Жарікова // Кардіологічний журнал. – 2016. – №8. – С. 92–95.
3. Физиология кровообращения. Минутный обзор сердца и его регуляция. Регуляция сосудистого тонуса // Большая Российская энциклопедия. – Л. – 1973. – 800 с.
4. Іщейкіна Ю.О. Медична і біологічна фізика / Ю.О. Іщейкіна, В.І. Макаренко, Н.В. Тронь. – Полтава. – 2012. – 352 с.
5. Каро К. Механика кровообращения / К. Каро, Т.С. Педли, Р.М. Шротер, У.П. Сид. – М.: Мир. – 1986. – 624 с.
6. Шмидт Р.С. Кровь. Кровообращение / Р.С. Шмидт, Г.П. Тевса // Физиология человека: Т.3. – М.: Мир

ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИОТЕРАПИИ НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ ТКАНИ

Сорочан Олена Миколаївна

к.т.н., старший викладач

ДВНЗ Приазовський державний технічний університет

м. Маріуполь, Україна

Дудзинский Юрий Михайлович

доктор ф-м.н., профессор

Куруч Андрей Иванович

студент

Одесский национальный политехнический университет,

г. Одесса, Україна

Аннотация. Доклад посвящен анализу влияния лучевой терапии на раковые и здоровые ткани. Рассмотрены методы борьбы с опухолями, физические явления, лежащие в основе соответствующей медицинской аппаратуры. Проанализированы побочные эффекты и осложнения при воздействии жестких излучений на живые ткани. Сделаны выводы о перспективах и дальнейшем совершенствовании медицинской технологии лучевой терапии.

Ключевые слова: онкология, рак, гортань, лучевая терапия, побочные эффекты.

Онкология – это наука, которая исследует виды опухолей и способы борьбы с ними. При наличии опухоли в организме человека, это заболевание именуют «рак». Рак – это заболевание, исходная стадия которой наступает с мутации здоровой клетки, т.е. не