

## Практична робота 07.12.2020 р.

### Прилади для вимірювання параметрів артеріального тиску

**Мета роботи:** Опанувати основи гемодинаміки, освоїти фізичні методи дослідження і вимірювання параметрів кров'яного тиску, вивчити принципи побудови приладів для вимірювання артеріального тиску (АТ) крові.

#### Короткі теоретичні відомості

Тиск у кровеносних судинах залежить від сили, з яким кров викидається під час скорочення серця, кількості крові в судинах і її в'язкості, а також опору, створюваного струму крові стінками судин. Рівень артеріального тиску визначається насосною функцією серця і тонусом судин. Артеріальний тиск коливається в залежності від фаз серцевого циклу. У період систоли він максимальний, у період діастоли знижується. Різниця між величинами систолічного та діастолічного тиску складає пульсовий тиск. У здорової людини 20-40 років у стані спокою систолічний тиск коливається в межах 120-110 мм рт.ст., а діастолічний - 80-70 мм рт.ст., пульсовий тиск - 30-40 мм рт.ст. Пульсовий тиск показує, на скільки систолічний тиск перевищує діастолічний, що необхідно для відкриття напівмісячних клапанів аорти під час систоли лівого шлуночка:

$$ПТ = СТ - ДТ,$$

де ПТ - пульсовий тиск; СТ - систолічний тиск; ДТ - діастолічний тиск.

Діастолічний тиск характеризує стан судинного тону, систолічний і пульсовий тиск у більшому ступені дозволяють оцінити насосну функцію серця. Середній динамічний тиск ( $P_{ср}$ ) - середня величина, що була б здатна при відсутності пульсових коливань тиску дати такий же гемодинамічний ефект, який спостерігається при природному, коливному тиску крові. Середній динамічний тиск виражає енергію безупинного руху крові; являє собою досить постійну величину для даної судини і даного організму і відбиває ступінь еластичності артеріальної стінки.  $P_{ср}$  розраховують за формулами:

1. Формула Хікема:

$$P_{ср} = (ПТ : 3) + ДТ$$

2. Формула Вецлера-Богера:

$$P_{ср} = 0,42СТ + 0,58ДТ.$$

Якщо кров'яний тиск підвищений, то можна говорити про гіпертонію, а якщо знижений - то про гіпотонію.

Сьогодні вимірювання артеріального тиску проводять методом Короткова, заснованому на вислуховуванні (аускультация) фонендоскопом звуків, що виникають при визначеному тиску в артеріях нижче місця їхнього здавлювання, пальпаторним способом Ріва-Рочі та осцилометричним способом.

1. Аускультативний метод Короткова. Звичайно АТ вимірюють у плечовій артерії. Накладають на плече манжету, у ліктьовому згині установлюють фонендоскоп. За допомогою гумової груші нагнітають повітря в манжету, підвищуючи в ній тиск до зникнення пульсу, тобто до того моменту, коли тиск у манжеті перевищить тиск у плечовій артерії. Потім, відкривши гвинтовий клапан, повільно випускають повітря й уважно слухають звуки в плечовій артерії. У момент, коли тиск у манжеті стане трохи нижче тиску в артерії, невелика порція крові на висоті систоли переборює місце звуження і, вдаривши об розслаблену стінку судини, викликає її коливання. У результаті вібрації розслабленої артеріальної стінки нижче місця перетискання з'являються короточасні звуки. Тиск повітря в манжеті в момент появи першого звуку відповідає систолічному тиску. Тони спочатку чутні слабо, але при подальшому повільному зниженні тиску в манжеті вони підсилюються, а потім, досягши максимуму, зменшуються. Коли тиск у манжеті стане нижче діастолічного тиску в судині, кров вільно проходить через судину, і тони зникають. Момент вислуховування останнього тону указує величину діастолічного тиску. Не знімаючи манжети, але випустивши з її повітря, проведіть вимірювання АТ 5 разів з перервою в кілька хвилин і відзначте найменші величини.

2. Пальпаторний метод Ріва-Рочі. Пальпаторний метод дозволяє визначити тільки систолічний тиск. У цьому випадку використовують тільки манометр. Повітря нагнітають у

манжету до зникнення пульсації; при зниженні тиску в манжеті пальпують променеву артерію. Показання манометра в момент появи першої пульсової хвилі відповідає систолічному тиску. При подальшому зниженні тиску в манжеті характер пульсації не міняється, тому діастолічний тиск визначити неможливо.

У медицині кров'яний тиск вимірюється в міліметрах ртутного стовпця за допомогою спеціального приладу - тонометра.

Класифікація методів та принципи побудови приладів для вимірювання параметрів артеріального тиску крові.

**Автоматичний тонометр Omron, M10 IT**



**Тонometr напівавтоматичний M1 Plus**



**Механічний тонометр LD-81**



Структурні схеми приладів вимірювання тиску різних типів наведені на рис. 1



Рис 1. Схеми тонометрів

**Порядок проведення вимірювання АТ**

Посадіть випробуваного на стілець. Звільніть ліву руку від одягу. Не закрочуйте рукав, тому що він здавить руку і це може привести до неточного виміру. Надягніть і закріпіть на плечовому відділі руки манжету так, щоб між нею і рукою можна було просунути олівець.

Вставте вушні наконечники фонендоскопа в уші, а сприймаючу капсулу прикладіть до шкіри випробуваного в ліктьовій ямці під манжету на 1 - 2 см нижче манжети.

Закрийте повітряний клапан, розташований на гумовому балоні, повернувши гвинт по годинній стрілці. Грушею нагнітайте повітря в манжету до показання манометра приблизно 170-200 мм рт. ст., і після цього за допомогою гвинтового клапана поступово випускайте повітря з

манжети, уважно спостерігаючи за стрілкою монOMETра. Відзначте показання монOMETра в момент появи звуків і їхнього повного зникнення.

Пульсометрія - це визначення частоти серцевого ритму, необхідне для оцінки ступеня функціональної напруги організму, ступеня ваги і напруженості трудового процесу. Під час роботи оптимальна частота пульсу може коливатися в межах 75-95 уд/хв.

Пульсометрія здійснюється пальпаторно за допомогою секундоміра протягом 15-30 із з наступним перерахуванням на число ударів у хвилину. Можна також визначити ритмічність пульсу. Ритмічним пульс вважається в тому випадку, якщо кількість ударів за 10 з не буде відрізнятися більш ніж на один удар від попереднього виміру. Значні коливання числа серцевих скорочень за відрізки часу 10 зі свідчать про аритмічність пульсу.

Ритм серця змінюється в процесі фізичної роботи й у стані відносного спокою в залежності від температури крові і т.д..

Характеристиками пульсу є: частота, ритм, наповнення, напруга, симетричність.

У нормі частота пульсу в дорослих варіює від 60 до 80 ударів у хвилину. Частота більш 80 - тахікардія, менш 60 - брадикардія.

Підйом температури на 1 градус вище збільшує ЧСС на 10-20 ударів у хвилину.

Ритм у здорової людини правильний, тобто інтервали між пульсовими ударами однакові.

Неправильний ритм називається аритмія. При аритмії може спостерігатися дефіцит пульсу. Дефіцит пульсу - це різниця між ЧСС і пульсом на променевій артерії. Як правило, ЧСС більше пульсу.

Дефіцит пульсу спостерігається при екстрасистолії, мерехтливій аритмії.

Наповнення - сила, з яким струм крові в артерії вдаряє по пальці дослідника. Наповнення залежить від серцевого викиду. Наповнення буває задовільним, слабким, повним. Пульс, що ледь прощупується, називається нитковидним. У нормі наповнення пульсу задовільне.

Напруга - сила, за допомогою якої палець дослідника стискає артерію для припинення її пульсації. Напруга залежить від АТ. Напруга може бути нормальною (задовільною), високою (твердий пульс), низькою (м'який пульс). У нормі напруга пульсу задовільна.

Симетричність пульсу - однакові характеристики на правій і лівій променевій артерії. У нормі пульс симетричний.

Не симетричним пульс буває при порушенні кровотока по одній із променевих артерій.

### **Алгоритм вимірювання пульсу.**

Посадіть пацієнта ліворуч від столу, дати посидіти спокійно не менш 5хв. Можна досліджувати пульс у положенні хворого лежачи.

Врахувати, що в здорової людини при переході у вертикальне положення з горизонтального ЧСС збільшується на 20 уд/хв.

Попросіть пацієнта покласти праву руку на стіл долонею догори, і розслабитися. Лікоть і кисть повинні знаходитися на столі, а не у висячому положенні.

Помістити II, III, IV пальці правої руки на область променевої артерії пацієнта, а I палець - з боку тилу кисті. Злегка пригорнути артерію до підлягаючого тканинам і відчути її пульсацію.

Узяти секундомір. Підрахувати частоту пульсу за 1 хвилину (якщо пульс неритмічний - вважати протягом 2-3 хвилин, а потім отримане число розділити на 2 чи 3).

Притиснути артерію сильніше і визначити напругу пульсу. Якщо пульсація не слабшає - напруга високе, якщо слабшає незначно - напруга в нормі, якщо пульс зникає зовсім - напруга низьке.

Визначити наповнення пульсу.

Для визначення пульсу на артеріях необхідно:

- на променевій - захопити кисть в області лучезапястного суглоба таким чином, щоб вказівний, середній і безіменний пальці розташовувалися з долонної сторони, а великий - з тильної сторони кисті;

- на скроневій - прикласти пальці в області скроневої кисті;

- на сонній - на середині відстані між кутом нижньої щелепи і грудино-ключичного зчленувань, вказівний і середній пальці кладуться на адамово яблуко (кадик) і просуваються убік на бічну поверхню шиї;

- на стегновій - пульс прощупується в стегновій складці. Рекомендується прощупувати пульс плашмя, а не кінчиками пальців.

#### **Завдання:**

1. Зробити ґрунтовний порівняльний аналіз моделей тонометрів, фото, вказати технічні характеристики, особливості використання, метод вимірювання АТ який реалізований, переваги, недоліки.
2. Оформити результати у вигляді порівняльної таблиці.
3. Синтезувати структурну схему автоматичного тонометра який реалізує осцилометричний метод вимірювання АТ. Вказати призначення кожного блоку та описати основні варіанти реалізації блоків.

#### **Контрольні запитання**

1. Що такий артеріальний тиск і за допомогою чого його вимірюють?
2. Що вивчає гемодинаміка? Моделі кровообігу. Пульсова хвиля.
3. Чим відрізняються систолічний і діастолічний тиск. Їх математичні вирази. Методи вимірювання.
4. Класифікація і принципи побудови приладів для вимірювання параметрів артеріального тиску.
5. Порівняння абсолютних і відносних похибок визначення параметрів артеріального тиску.
6. Що таке гіпертонія, які фактори на неї впливають, чим це небезпечно для життя людини?