

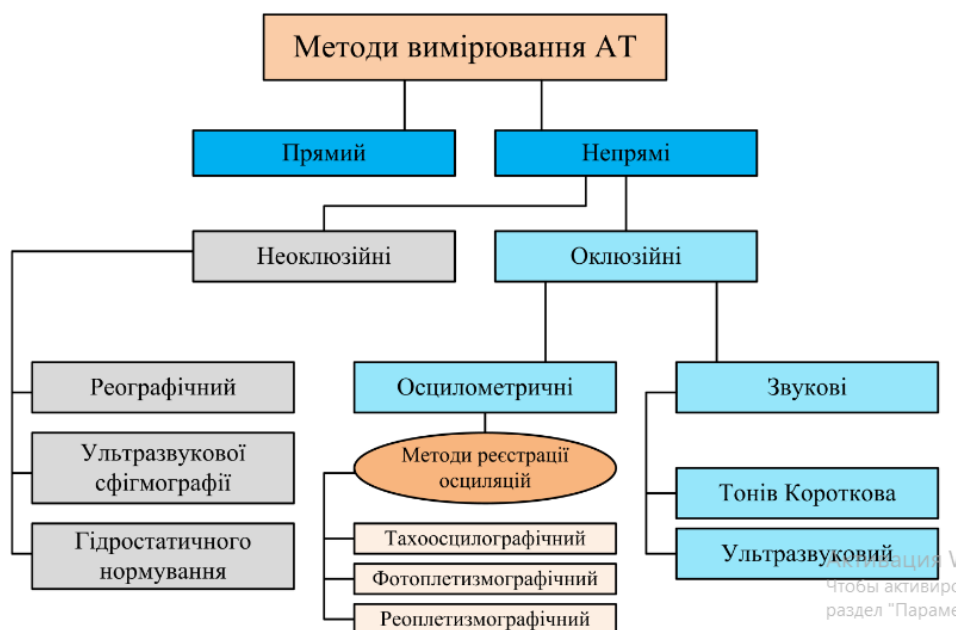
Лекція 07.12.2020 р.

Тонometri. Методи та прилади вимірювання артеріального тиску.

Артеріальний тиск залежить від багатьох факторів: часу доби, психологічного стану людини (при стресі тиск підвищується), прийому різних стимулюючих речовин (кава, чай, амфетаміни підвищують тиск) або медикаментів. Стійке підвищення артеріального тиску вище 140/90 мм. рт. ст. (артеріальна гіпертензія) або стійке пониження артеріального тиску нижче 90/50 (артеріальна гіпотензія) можуть бути симптомами різних захворювань (у простому випадку гіпертонії і гіпотонії відповідно).

В даний час розроблені міжнародні та національні рекомендації з профілактики та лікування хворих на артеріальну гіпертонію. Залежно від рівня артеріального тиску змінюються підходи до обстеження та ведення таких пацієнтів, перебіг та вихід захворювання. Невідкладні стани в клініці внутрішніх хвороб (кардіогенний шок, кома, синкопальні стани, гіпертонічний криз, еклампсія вагітних), гемодинамічний контроль при анестезії та реанімації, проведення функціональних проб вимагають точної оцінки величини систолічного (САД) та діастолічного (ДАТ) артеріального тиску. Таким чином, визначення артеріального тиску має бути жорстко регламентовано, що пред'являє певні вимоги, як до умов його вимірювання, так і до самих приладів, що реєструють.

Методи вимірювання тиску



Інвазивний (прямий) метод вимірювання АТ застосовується тільки в стаціонарних умовах при хірургічних втручаннях, коли введення в артерію пацієнта зонда з датчиком тиску необхідно для безперервного контролю рівня тиску. Перевагою цього методу є те, що тиск вимірюється постійно, відображені у вигляді кривої тиск / час. Проте пацієнти з інвазивним моніторингом АД вимагають спостереження через небезпеку розвитку тяжкої кровотечі у випадку від'єднання зонда, утворення гематоми або тромбозу в місці пункції, приєднання інфекційних ускладнень.

Більше поширення в клінічній практиці отримали **неінвазивні методи** визначення артеріального тиску. Залежно від принципу, покладеного в основу їх роботи, розрізняють: пальпаторний, аускультативний, осцилометричний методи.

Пальпаторний метод (метод Ріва-Рочі) передбачає поступову компресію або декомпресію кінцівки в області артерії і пальпацію її нижче місця здавлювання. Систолічний АТ визначається, при тиску в манжеті, при якому з'являється пульс, діастолічний - по моментах, коли наповнення пульсу помітно знижується, або виникає позірна прискорення пульсу.

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.

Аускультативний метод вимірювання АТ був запропонований у 1905 Н.С. Коротковим. Аускультативна методика в даний час визнана ВООЗ як референтний метод неінвазивного визначення артеріального тиску, не дивлячись на декілька занижені значення для САД і завищені - для ДАТ порівняно з цифрами, отриманими при інвазивному вимірі.

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, досявши 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.

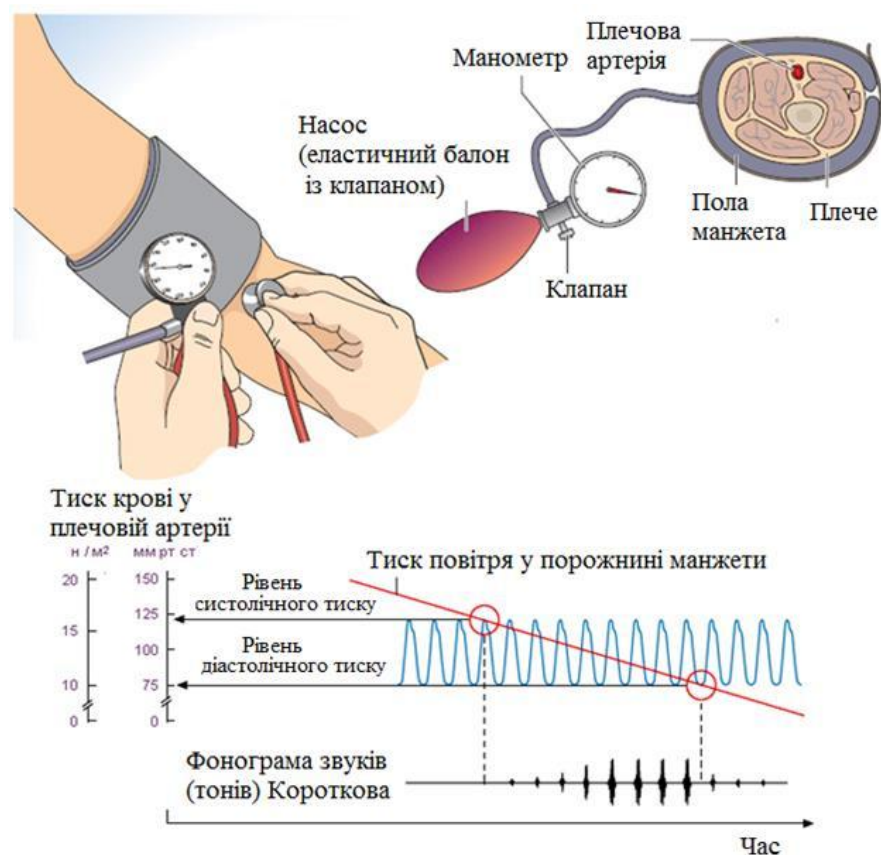


Рис. 1. Аускультативна методика вимірювання артеріального тиску

Важливими перевагами методу є більш висока стійкість до порушень ритму серця і рухам руки під час вимірювання. Однак у методу є й ряд істотних недоліків, пов'язаних з високою чутливістю до шумів в приміщенні, перешкод, що виникають при терті манжети об одяг, а також необхідності точного розташування мікрофона над артерією. Точність реєстрації АТ істотно знижується при низькій інтенсивності тонів, наявність "аускультативної провалу" або "нескінченного тону". Похибка вимірювання

АТ цим методом складається з похибки самого методу, манометра і точності визначення моменту зчитування показників, складаючи 7-14 мм рт. ст.

Осцилометрична методика. За цією методикою зниження тиску в манжеті оклюзійної здійснюється східчасто і на кожному ступені аналізується амплітуда мікропульсацій тиску в манжеті, що виникає при передачі на неї пульсації артерій. Найбільш різке збільшення амплітуди пульсації відповідає систолічній АТ, максимальні пульсації - середньому тиску, а різке ослаблення пульсацій - діастолічному.

В даний час осцилометрична методика використовується приблизно у 80% всіх автоматичних та напівавтоматичних приладів, які вимірюють артеріальний тиск. У порівнянні з аускультативним осцилометричний метод більш стійкий до шумового впливу і переміщення манжети по руці, дозволяє проводити вимір через тонкий одяг, а також при наявності вираженого "аускультативного провалу" і слабких тонах Короткова.

Використання осцилометричного принципу дозволяє оцінити рівень тиску не тільки на рівні плечової і підколінної артерій, але й на інших артеріях кінцівок. Це стало причиною створення цілої серії професійних і побутових вимірювальних приладів з їх фіксацією на плечі, зап'ястя і спростило вимірювання рівня АТ в амбулаторних умовах, в дорозі, і т.п. Застосування осцилометричного методу дає можливість зменшити вплив людського чинника на процес реєстрації тиску, що дозволяє знизити похибку вимірювання.

Осцилометрична методика вимірювання артеріального тиску припускає, що зниження тиску в манжеті здійснюється ступінчасто. При плавному зниженні тиску повітря в манжеті, в ній виникають коливання (осциляції) тиску, що відповідають пульсуючим змінам об'єму артерії під манжетою. Осциляції виникають в момент, коли тиск в манжеті знижується до тиску рівного систолічному тиску крові. Аналізується амплітуда мікропульсацій тиску в манжеті. Найбільш різке збільшення амплітуди пульсацій відповідає систолічному артеріальному тиску, а різке ослаблення пульсацій - діастолічному.

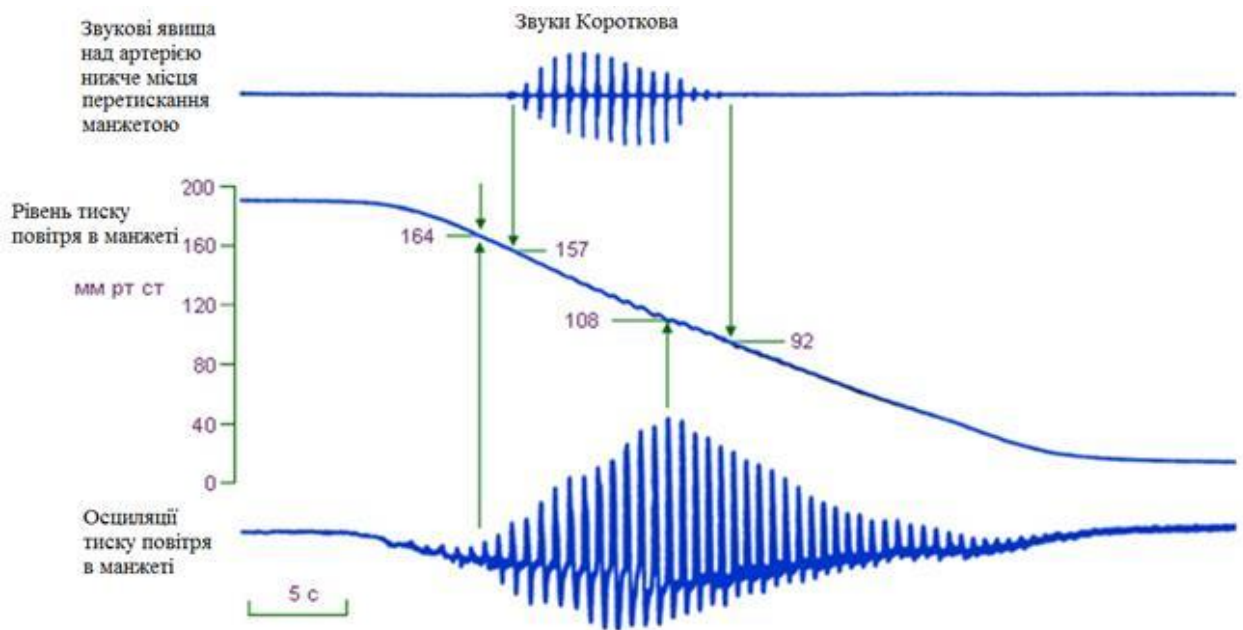


Рис. 2. Осцилометрична методика вимірювання артеріального тиску

Осцилометричні методи можна розрізнити за видом біофізичного сигналу, що реєструється та аналізується:

1. Тахоосцилографічний – реєстрація пульсацій тиску – тахоосцилограми (ТОГ) в компресійній манжеті;
2. Фотоплетизмографічний – реєстрація пульсацій кровонаповнення судини за допомогою оптичних давачів;
3. Реоплетизмографічний – використовує для аналізу реограму – зміну електричної провідності тканини внаслідок пульсацій крові.

Спільним недоліком всіх існуючих осцилометричних методів є невисока завадостійкість по відношенню до завад і артефактів, оскільки вони використовують амплітудно-часові критерії. Всі вони також передбачають оклюзію кінцівок. Тахоосцилографічні пристрої, що використовують пальцеві манжети, мають ще меншу завадостійкість, тому що сигнал пульсових коливань має також значно меншу амплітуду, ніж в звичайних плечових манжетах. Це в значній мірі відноситься і до реографічних методів. Фотоплетизмографічні методи взагалі мають однакову чутливість незалежно від того, підлягає оклюзії палець чи кінцівка, тому ФПГ найчастіше реєструється на пальці пацієнта. Крім того ФПГ-методи дещо менше чутливі до рухових і фізіологічних артефактів в порівнянні з іншими, що обумовлено особливостями оптичного способу реєстрації пульсового сигналу. Ще однією перевагою ФПГ-методів є те, що реєстрація ФПГ більш проста у порівнянні з реєстрацією реограми. Реографічні методи накладають на діагностичну апаратуру досить жорсткі вимоги, що пов'язано з наявністю електродів і

безпосереднього електричного контакту з пацієнтом. Не зважаючи на вказані переваги ФПГ і реографічних методів в порівнянні з ТОГ, саме вони застосовуються найчастіше на практиці в автоматичних вимірювачах АТ, що серійно виробляються. Це пояснюється насамперед тим, що достовірність критеріїв визначення параметрів АТ, які використовуються в цих пристроях, досить тривалий час досліджувались на практиці.

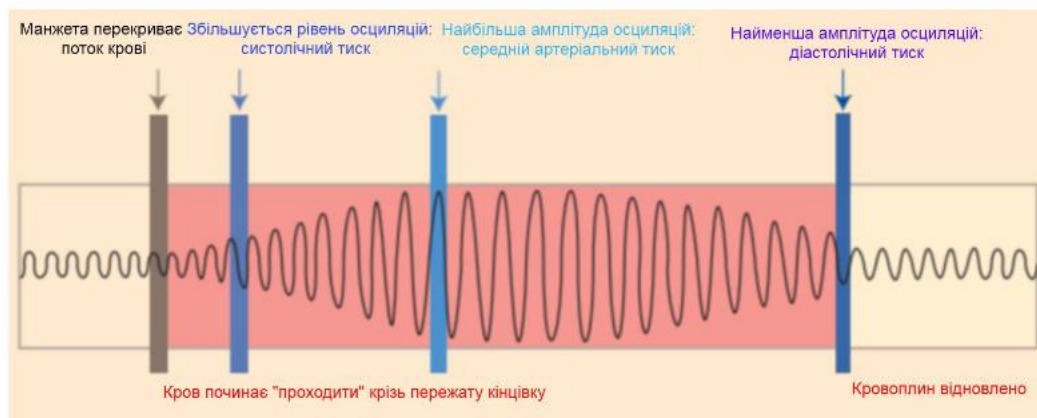


Рис.3. Тахоосцилографічний метод вимірювання АТ

Після накачування повітря в манжету автоматичним компресором (в автоматичних тонометрах) або за допомогою так званої «груші» (в напівавтоматичних) починається поступове випускання повітря з манжети зі зниженням тиску в ній. В процесі декомпресії реєструються осциляції тиску в манжеті, пов'язані з поступовим проходженням пульсуючої крові крізь перетиснуту кінцівку. Реєструються моменти часу появи і зникнення цих осциляцій і значення тиску в манжеті в ці моменти. Тиск в манжеті на момент виникнення осциляцій показує систолічний тиск в артерії, а в момент зникнення – діастолічний тиск

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

Класифікація методів та принципи побудови приладів для вимірюванні параметрів артеріального тиску крові. Класифікація приладів вимірювання АТ представлена на рис. 4.

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

Класифікація методів та принципи побудови приладів для вимірюванні параметрів артеріального тиску крові. Класифікація приладів вимірювання АТ представлена на рис. 4.



Рис.4. Види тонометрів

Класифікація тонометрів

Серед тонометрів, виділяють декілька типів залежно від удосконалення моделі, способу вимірювання та інших ознак:

за способом закачування повітря до компресора:

ручні (мембранні та ртутні)

автоматичні

напівавтоматичні

за методом виводу результатів:

з манометром

з рідкокристалічним дисплеєм

за місцем їх розташування під час вимірювання тиску:

на плече

на зап'ясті

на палець

Порівняльний аналіз тонометрів

Механічний тонометр



Тонометр механічний

Типовий прилад для визначення тиску за методом Короткова складається з пневмоманжети, груші для нагнітання повітря з регульованим клапаном для відведення її пристроя, що вимірює тиск у манжеті. Як

подібного пристрою використовуються або ртутні манометри, або стрілочні манометри, або електронні манометри. Вислуховування проводиться стетоскопом, або мембранним фонендоскопом, з розташуванням чутливої головки у нижнього краю манжети над плечової артерією без значного тиску на шкіру.

Переваги:

низька вартість;
простий в обслуговуванні;
енергонезалежність.

Недоліки:

дає значні похибки при вимірюванні;
не зручний у використанні.

тонометр полуавтоматичний



Тонометр напівавтоматичний

Повітря в даному тонометр нагнітається механічно за допомогою грушоподібної ручної помпи, а випускається автоматично. Великий і зручний рідкокристалічний дисплей може відобразити показники верхнього та нижнього тиску, а також, що важливо, пульсу.

Переваги:

відносно низька вартість;
легкий у використанні;
відображення показників пульсу;
відсутність значних похибок;
наявність цифрової пам'яті.

Недоліки:

необхідність ручної підкачки повітря до манжети;
енергозалежність пристрою;
Автоматичний тонометр, що надягається на плече



Автоматичний тонометр, що надягається на плече

Апарат з цифровим дисплеєм, манжетою і електричним компресором усередині корпусу. Автоматичний вимірник артеріального тиску (або, як його ще називають, електронний тонометр), проводить вимірювання самостійно.. Вимірювання автоматичними тонометрами базуються на електронній обробці вібрації звукової хвилі, створеною в манжеті скороченнями серця. Це дозволяє повністю виключити вплив людського чинника на процес вимірювання, що, за умови дотримання рекомендацій виробника, суттєво знижує похибку вимірювання.

Переваги:

- висока точність вимірювань;
- відображення показників пульсу;
- легкий у використанні.

Недоліки:

- висока вартість ;
- енергозалежність пристрою;
- обмеження за фізичними параметрами людини.

Автоматичний тонометр, що надягається на зап'ястя



Автоматичний тонометр, що надягається на зап'ястя

Автоматичний тонометр, що надягається на зап'ястя (корпус приладу повинен розташовуватися на зап'ясті, застібається манжета зверху руки, тобто положення зворотне тому, як завжди носять годинник) При вимірюванні тиску цим приладом важливо пам'ятати, що слід тримати зап'ястя з приладом на рівні серця, оскільки відмінності у висоті зап'ястя навіть на десяток сантиметрів приводять до похибки вимірювання приблизно в 8 мм. рт. ст . Інший варіант — вимірювати тиск при горизонтальному положенні тіла (лежачи).

Переваги :

компактний;
 низька вартість ;
 не має обмежень за фізичними параметрами людини ;
 відображення показників пульсу .

Недоліки :

низька точність вимірювань ;
 незручний у використанні ;
 енергозалежність приладу.

Конструкція приладу

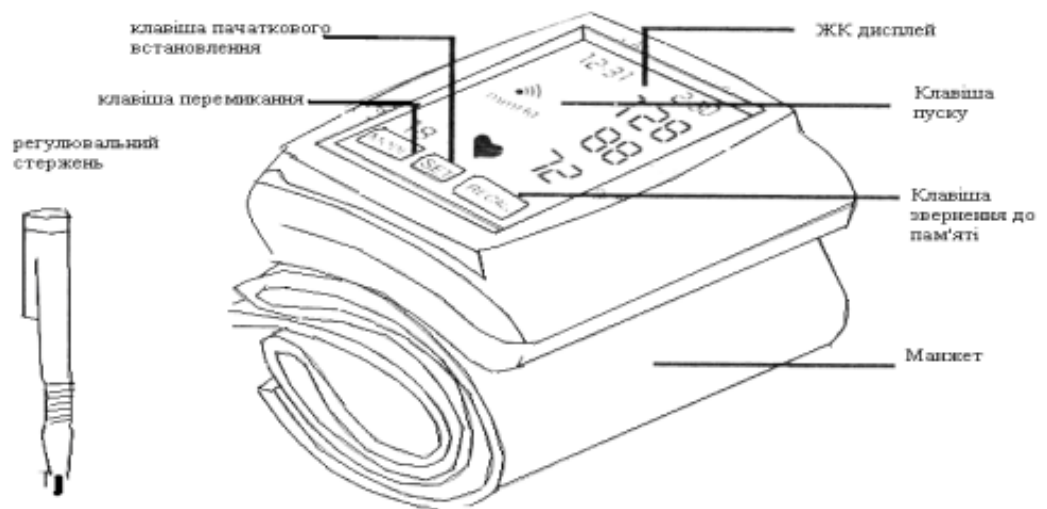


Рис.1.2. Найменування частин та елементів приладу.



Рис.5. Конструкція тонометра

Рідкокристалічний дисплей представлений на рис. 6.

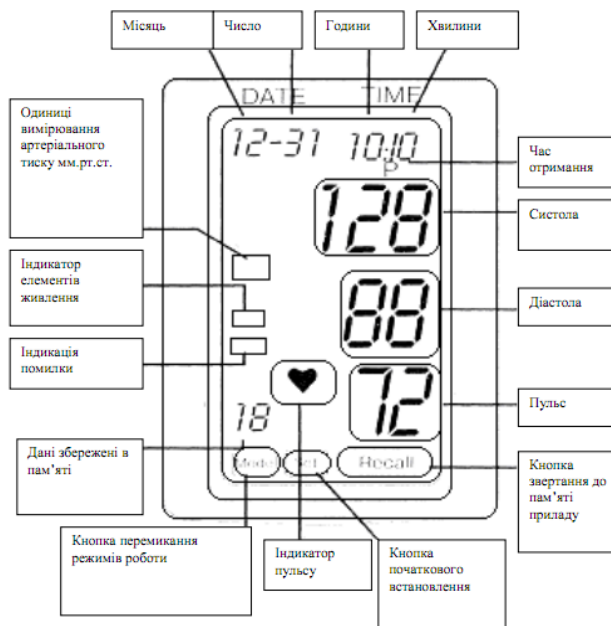


Рис. 6. Рідкокристалічний дисплей

Структурні схеми приладів вимірювання тиску різних типів наведені на рис. 7.

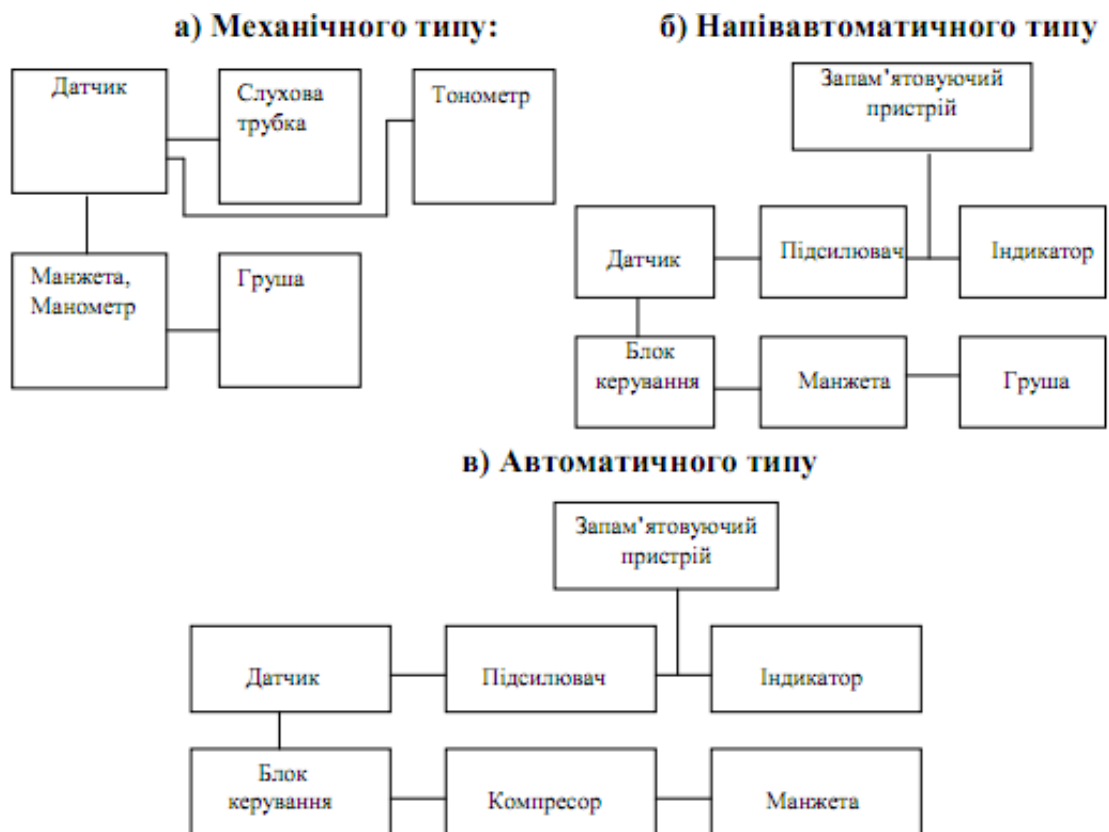


Рис 7. Схеми тонометрів