

ОСНОВНІ МЕДИКО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВИМОГИ ДО СУЧАСНИХ КАРДІОМОНІТОРІВ

Сучасні кардіомонітори мають відповідати таким медико-експлуатаційним вимогам:

1. Кардіомонітори конкретного типу повинні мати оптимальний набір діагностичних ознак. Надмірні діагностичні ознаки ускладнюють програмні та апаратні засоби, не підвищуючи ефективність роботи КМ, інколи вони навіть є причиною помилкової діагностики.

2. Кардіомонітори мають чітко та надійно визначати особливо небезпечні для життя людини аритмії: фібриляцію шлуночків, асистолію. Загрозливі аритмії не можуть бути достовірно виявлені, особливо при складних порушеннях ритму, що характеризуються різкими змінами амплітуд і форм шлуночкових комплексів. В експлуатаційній документації до КМ має зазначатися, які аритмії він може встановлювати і за яких умов.

3. Сигнал тривоги має розрізнятися за ступенем небезпеки для життя хворого і мати різні звукові набори та світлове табло. Для уникнення фальшивих тривог медичний персонал повинен мати можливість вимкнути сигналізацію при аритміях, що не мають значення для даного пацієнта, або при тих, які присутні у нього постійно.

4. Для контролю за рівнем перешкод і амплітудою ЕКС і в разі перевищення допустимих меж необхідне відображення цього на дисплеї КМ. Ділянки ЕКС, де рівень шуму перевищує норму, повинні виключатися при аналізі аритмій.

5. Під час електричної стимуляції серця, коли артефакт стимулу може сприйматися як шлуночковий комплекс, необхідно забезпечувати правильну роботу КМ і визначати інтерференцію ритмів, а також неефективну стимуляцію.

6. Конструкція КМ, його елементна база та схемотехнічні рішення, покладені в його основу, мають передбачати тривалий неперервний режим його роботи з високим рівнем надійності.

7. КМ повинен мати детектор поломок у системі відведень (відрив електрода, збільшення перехідного опору шкіра — електрод). Необхідно забезпечити самоконтроль КМ під час його включення та у процесі неперервної роботи і сигналізацію в разі його несправності.

8. У КМ повинна використовуватися автоматична початкова установка таких параметрів: підсилення ЕКС, стабілізація ізолінії, центрування ЕКС у динамічному діапазоні, пороги розподілу класів аритмій, що забезпечує можливість роботи з приладом відразу при його включенні.

9. Кардіомонітор повинен автоматично записувати на носій (електронний чи паперовий) фрагменти ЕКС під час сигналу тривоги для подальшого аналізу причин, що його викликали. Сучасні КМ повинні мати системи запису поточного ЕКС і вихід ЕКС для передачі його на інший кардіограф. КМ повинен бути забезпечений сучасними засобами відображення інформації (наприклад кольорові дисплеї), а також пристроями документування поточної та накопиченої інформації.

10. Для скорочення витрат часу на ремонт в КМ мають використовуватися автоматичні методи пошуку несправностей за допомогою вбудованих програмних і технічних засобів.

11. КМ повинен мати захист від пошкодження при дії на хворого імпульсом

дефібрилятора, а також виконуватися за вищим класом захисту від ураження пацієнта та медичного персоналу електричним струмом.

12. Враховуючи, що в палаті інтенсивної терапії можуть використовуватися від 6 до 12 КМ, слід забезпечити можливість їх ефективної роботи у складі АСОЛК.

До кардіомоніторів, крім вищезазначених медико-експлуатаційних вимог, відносяться державні і галузеві стандарти на електронні медичні прилади, які регламентують показники якості, діапазон вимірювання параметрів та похибки вимірів.

АПАРАТУРА КАРДІОМОНІТОРИНГОВОГО КОНТРОЛЮ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ

Прилади кардіомоніторингового контролю серцево-судинної системи можуть бути виконані у вигляді пристроїв, що здійснюють контроль лише тільки одного параметра (наприклад ЕКГ, параметрів АТ тощо), або моніторингових блоків, які вимірюють декілька показників. Ці прилади поєднують як модулі в загальну моніторингову систему контролю за станом хворих.

Розглянемо технічні характеристики і характерні особливості поширених у вітчизняній медицині кардіомоніторів, а також сучасні прилади, які пропонують закордонні фірми-виробники.

Ритмокардіометр РКМ-01 призначається для оцінки ЧСС за результатами реєстрації ЕКГ та вимірюванням тривалості *R-R* інтервалів. Прилад забезпечує світловий та звуковий сигнал тривоги при виході значень параметрів, що вимірюються, за встановлені межі.

Електрокардіоскоп ЕКСП-03 дозволяє проводити візуальний контроль за електрокардіосигналом, забезпечує реєстрацію ЕКГ у всіх відведеннях, має захист від імпульсів дефібрилятора, а також фільтр послаблення м'язових артефактів.

Ритмокардіовазометр РКВ-01 входить до складу кардіореанімаційного комплексу КРК-01, дає можливість синхронного відображення на екрані електронно-променевої трубки ЕКГ та периферійної сфігмограми. Периферійна сфігмограма реєструється за допомогою фотоелектричного датчика, який розташовується на шкірі над потрібною судиною. Цей прилад вимірює ЧСС за периферійним пульсом, а також стежить за величиною дефіциту пульсу.

Ритмокардіоскоп «РКС-02» є сучасним вітчизняним мікропроцесорним приладом для аналізу ритму серця. Прилад дозволяє вести спостереження ЕКГ, автоматизовану діагностику характеру ритму серця зі зміною інформації через кожні 1,5 хвилини. Діагностика ритму включає класифікацію фонових аритмій, порушень провідності та катастрофічних аритмій. Одночасно з діагнозом «аритмія» індукується ЧСС, частота підшлуночкових та шлуночкових екстрасистол та відображується ЕКГ. Все це забезпечує лікаря достатньо повною інформацією про серцевий ритм. РКС-02 має режими спостереження за динамікою ритму серця шляхом контролю скатетерограми, ритмограми та гістограми розподілу *R-R* інтервалів. Це дозволяє використовувати прилад для стеження за станом хворих у кардіологічних палатах, у кабінетах функціональної діагностики, для контролю за реабілітацією та у профілактичних оглядах.

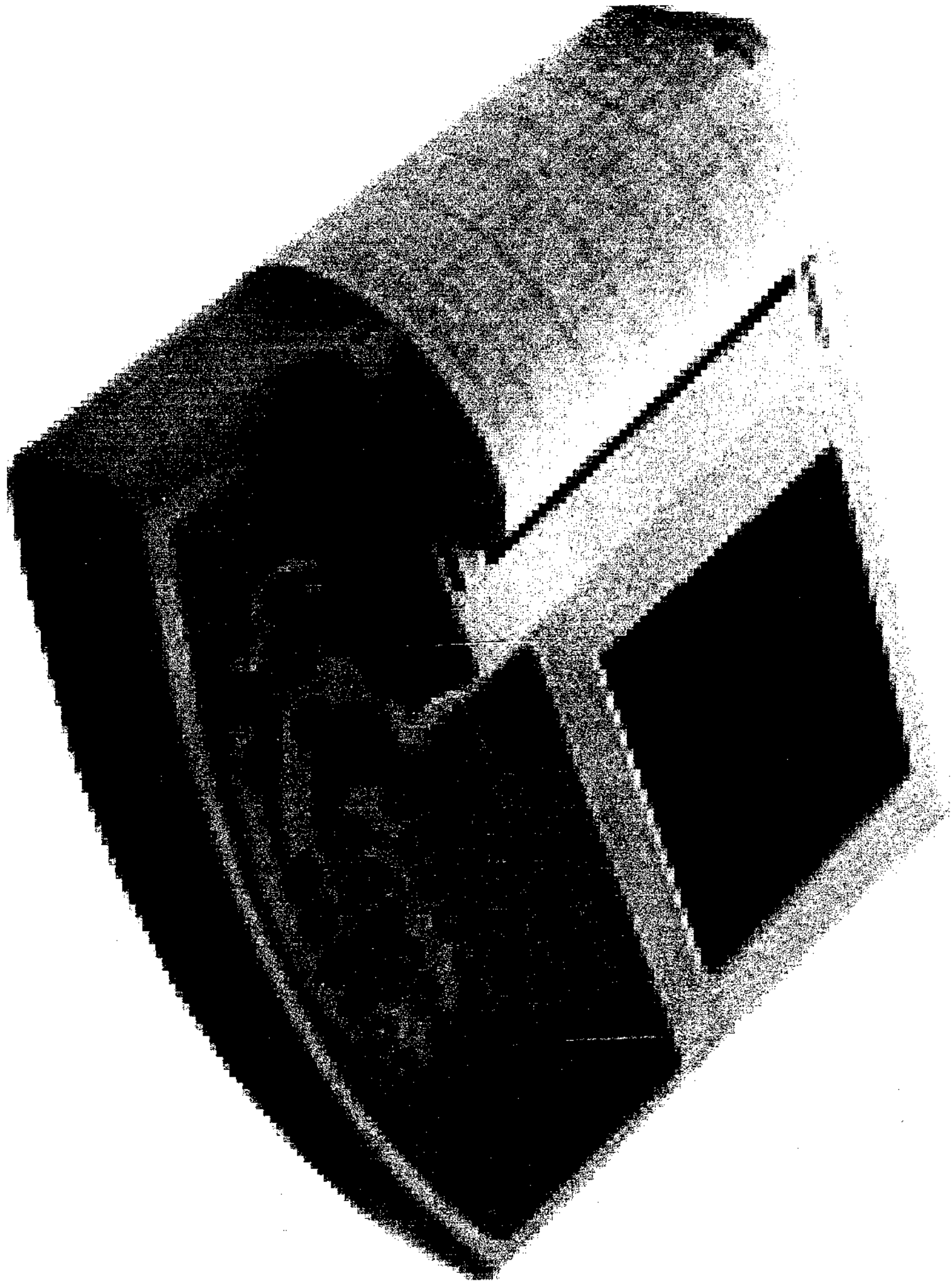
Электрокардиографа МИДАС 6/12:

Основные преимущества электрокардиографа МИДАС 6/12:

- **Надежность и функциональность**
Портативный и надежный электрокардиограф МИДАС 6/12 имеет широкие функциональные возможности по обработке электрокардиограмм и поэтому является оптимальным решением для амбулаторий, бригад скорой помощи, стационаров, поликлиник и частных медицинских центров.
- **Информативный цветной ЖК-дисплей**
Предварительный просмотр всех 12 отведений (каналов) перед печатью ЭКГ на большом ЖК-дисплее. Отображение частоты сердечных сокращений (ЧСС), скорости печати, чувствительности (усиление), активированных фильтров, времени и индикация качества наложения электродов.
- **Снятие и анализ ЭКГ в одно нажатие**
Полностью настраиваемый автоматический режим работы электрокардиографа позволяет в одно нажатие регистрировать, анализировать и распечатывать ЭКГ данные.
- **Универсальное питание**
Благодаря питанию, как от сети, так и от внутреннего аккумулятора электрокардиограф может использоваться, как стационарное, так и переносное устройство.

Комплект поставки электрокардиографа МИДАС 6/12:

- **Электрокардиограф МИДАС 6/12 – 1 шт.**
- **Кабель пациента на 10 отведений – 1 шт.**
- **Комплект многоразовых ЭКГ электродов AgCl (6 грудных, 4 для конечностей) - 1 уп.**
- **Термобумага – 1 шт (рулон 110 мм х 25 м).**
- **Кабель питания – 1 шт.**



КАРДІОМОНІТОРИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

У медичній практиці кардіомонітори (КМ) використовуються дуже широко і різноманітно, їх основне завдання — діагностика аритмій — визначає першу класифікацію.

У залежності від глибини аналізу кардіосигналу кардіомонітори можна розділити на:

1) кардіомонітори, які використовують для діагностики порушень ритму тільки класи кардіоімпульсів, що розділяються за середньою ЧСС;

2) кардіомонітори — аналізатори аритмій, які використовують по послідовності R-R інтервалів;

3) кардіомонітори — аналізатори, які використовують аналіз форми QRS-комплексів та послідовності R-R інтервалів.

У кардіомоніторах, які використовують для діагностики порушень ритму тільки класи кардіоімпульсів з різною середньою ЧСС, виділяється R-зубець ЕКГ, вимірюється тривалість R-R інтервалів і проводиться їх усереднення за 15, 30 або 60 с, а значення ЧСС приводиться до 1 хв. Сигнал про порушення ритму формується за умов виходу значення ЧСС за встановлений поріг. Величина порогу може змінюватися дискретно або плавно за нижнім або верхнім значенням частоти. Такі кардіомонітори прості, надійні, рідко створюють хибні сигнали або пропускають R-зубці, але не виконують аналізу аритмій, що знижує діагностичну інформативність.

У кардіомоніторах, що аналізують аритмії за послідовністю R-R інтервалів, визначаються відмінності тривалостей R-R інтервалів (T) і середніх значень R-R інтервалів (Γ_p), розрахованих за певне число кардіоциклів, від відповідних фіксованих граничних значень. При цьому визначаються лише ті аритмії, які розрізняються за середньою тривалістю R-R інтервалів ($T_{\text{ср}}$); порушеннями порядку прямування R-R інтервалів або за обома показниками одночасно. До таких аритмій належать відносно стійкі та тривалі фонові аритмії, а також аритмії типу випадкових подій: екстрасистоли, випадіння QRS - комплексів.

До цього класу кардіомоніторів відносяться вітчизняний ритмокардіоаналізатор РКА-01, а також прилади фірм «Hewlett - Packard», «Simonsen and Weel» які випускалися у 70-х роках ХХ сторіччя. У цих приладах встановлюються постійні або регульовані пороги для розділу класів R-R інтервалів за ЧСС і виконується визначення та класифікація таких аритмій:

- фонові аритмії (синусова тахікардія, пароксизмальна тахікардія, трепетання передсердь, різко виражена синусова брадикардія (повна АВ-блокада), синусова аритмія, виражена аритмія (мерехтлива аритмія);

аритмія типу випадкових подій (екстрасистоли на фоні синусового ритму, випадіння QRS –комплексів на фоні синусового ритму);

- катастрофічні аритмії (асистолія, фібриляція шлуночків).

Недоліком цих приладів є неможливість розділити шлуночкові та надшлуночкові екстрасистоли, групові екстрасистоли та деякі аритмії з характерними змінами форми QRS -комплексу.

Сучасні кардіомонітори-аналізатори відносяться до третього класу. Вони виконують аналіз форми QRS- комплексу і послідовності R-R інтервалів , визначаючи аритмії у реальному масштабі часу, і обов'язково включають обчислювальні засоби. Ці кардіомонітори мають такі функціональні можливості:

- виконують розширену діагностику аритмій за сучасними алгоритмами обробки сигналів;
- надають результати аналізу аритмій у вигляді, що легко сприймається лікарем;
- зберігають накопичену інформацію, що дозволяє проводити її аналіз і корегувати терапевтичні і фармакологічні методики лікування хворого.

Кардіомонітори-аналізатори третього покоління надають повну інформацію про серцевий ритм, тобто показують саму ЕКГ, ЧСС, частоту надшлуночкових і шлуночкових екстрасистол, а також виконують розширену класифікацію аритмій. Вони визначають такі види аритмій:

- фонові аритмії (брадисистолія, тахісистолія, виражена тахісистолія);
- характер ритму (регулярний або нерегулярний);
- порушення провідності (випадіння (ЗЛХ-комплексів при регулярному ритмі); QRS);
- екстрасистоли надшлуночкові (рідкі, часті); шлуночкові (рідкі, часті, групові аритмії (бігемінія, тригемінія)) ранні (R/T); поліморфні;
- катастрофічні аритмії (асистолія; різко виражена брадисистолія; пароксизмальна тахікардія; пароксизмальна тахіаритмія; фібриляція шлуночків).

Кардіомонітори повинні завчасно сигналізувати про небезпечні для життя аритмії, щоб черговий медичний персонал міг своєчасно провести відповідні лікувальні дії. Сигнали подаються за допомогою світла та звуку. Запропоновано згрупувати аритмії в залежності від їх впливу на гемодинаміку та хід захворювання і надати кожній з цих груп відповідні сигнальні відмінності. Варіант групування аритмій надано в таблиці

Таблиця Групи аритмій за ступенем небезпечності для життя пацієнта

Вид тривоги	Аритмії	Сигнал тривоги
1. Особливо небезпечні (катастрофічні) аритмії, що загрожують життю пацієнта	Асистолія; Фібриляція шлуночків: різко виражена брадикасистолія ($\text{ЧСС} < 40 \text{ хв}^{-1}$); пароксизмальна і тахіаритмія ($\text{ЧСС} > 140 \text{ хв}^{-1}$)	Звуковий сигнал переривчастого тону. Мерехтіння світлового табло червоного кольору. Мерехтливий діагноз на екрані дисплея
2. Аритмії, що призводять до суттєвих змін у гемодинаміці	Брадистолія ($40 \text{ хв}^{-1} < \text{ЧСС} < 50 \text{ хв}^{-1}$): виражена ($120 \text{ хв}^{-1} < \text{ЧСС} < 140 \text{ хв}^{-1}$): часті шлуночкові (більше ніж 6 або 11 хв^{-1}): ранні шлуночкові екстрасистолія; аловитмія (бігемінія, тригемінія); поліморфні шлуночкові екстрасистолі; часті випадіння QRS-комплексів	Звуковий переривчастий сигнал протягом 3—5 с. чення світлового табло жовтого кольору. Мерехтливий — діагноз на екрані дисплея

Інший спосіб класифікації кардіомоніторів — за експлуатаційним призначенням тобто за медичними галузями їх використання кардіомонітори розділяються на амбулаторні (портативні), КМ швидкої допомоги, клінічні, тестуючі, реабілітаційні, санаторно-курортні.

Для контролю за змінами стану серцевої діяльності за період добової активності у стаціонарному лікувальному закладі або навіть у реальних життєвих умовах для перевірки ефективності призначених лікарських препаратів, а також для встановлення реакції організму на фізичні навантаження використовують амбулаторні КМ. Ці прилади мають малу вагу, габаритні розміри і автономне живлення. Пацієнт може носити на собі закріплені ЕКГ електроди та амбулаторний КМ протягом 24 годин. Крім того, можна використовувати телеметричні кардіомонітори і передавати ЕКС за допомогою радіоканалу або мобільного телефона.

Сучасні амбулаторні КМ мають у своєму складі запам'ятовуючі пристрої, мікропроцесорні модулі. Вони здійснюють запис ЕКГ, проводять автоматичний аналіз аритмій, виявляють зміщення ST-сегмента, запам'ятовують патологічні фрагменти, здійснюють добовий аналіз варіабельності ритму.

Кардіомонітори швидкої допомоги використовуються у машинах швидкої допомоги та на дому у пацієнта, вони здійснюють контроль стану

серцевої діяльності за спостереженням ЕКГ, виміряють ЧСС, а крім того, мають передбачати можливість кардіостимуляції та дефібриляції серця у невідкладних випадках. Такі кардіомонітори можуть працювати від акумулятора машини або власних батарей живлення. Клінічні кардіомонітори розділяються на декілька типів у залежності від призначення:

1. Кардіологічні КМ використовуються для нагляду за кардіологічними хворими в гострий період захворювання; здійснюють сигналізацію про порушення ритму і провідності серця; можуть бути складовим елементом автоматизованої системи оперативного лікарського контролю (АСОЛК).

2. Під час операцій на серці та судинах, а також в післяопераційний період використовують хірургічні КМ. Ці кардіомонітори, крім стандартного набору показників, вимірюють також додаткові параметри кровообігу та дихання (систоличний, діастолічний, боковий АТ; хвилинний об'єм крові; периферійний пульс; температуру тіла; газовий склад тощо). При цьому часто використовуються прямі методи вимірювання цих параметрів.

3. При патологіях серцево-судинної системи породіль використовують акушерські КМ для контролю за станом матері і плоду. Ці кардіомонітори виміряють ЧСС матері і плоду за прямим електрокардіосигналом або за доплерівським ехокардіосигналом; визначають порушення ритмів; а також вимірюють силу маткових скорочень. Для нагляду за переношеними, недоношеними або травмованими при пологах немовлятами, а також для нагляду за дітьми до дворічного віку, які страждають на захворювання серця або легенів використовують КМ для новонароджених. Ці прилади вимірюють ЧСС, частоту дихання і сигналізують про порушення ритму серця та зупинки дихання.

Для функціональної діагностики стану серцево-судинної системи людей під час велоергометричних обстежень, а також для лікарських спостережень за станом робітників у складних виробничих умовах використовують тестові КМ. Ці прилади виконують автоматичний запис ЕКГ під час навантажень за декількома відведеннями; визначають газовий склад повітря, що вдихається, а також в разі потреби можуть вимірювати гемодинамічні показники.

У кардіологічних санаторіях для контролю лікування в бальнеологічних умовах використовують спеціальні санаторно-курортні КМ, які видають сигнал тривоги при виході ЧСС за встановлені межі. Враховуючи, що ці КМ можуть використовуватися в умовах підвищеної вологості (наприклад під час прийому лікувальних ванн), підвищуються вимоги до їх надійності та захисту пацієнта від ураження електричним струмом. Зазвичай в санаторно-курортних закладах використовують стаціонарні електрокардіографи або амбулаторні КМ.

Фірма «Монітор» (м. Ростов-на-Дону) розробила кардіомонітор «МЦ-01», який дозволяє проводити аналіз аритмій по одному відведенню ЕКГ у 4 пацієнтів. Фірма «Оптим» (м. Нижній Новгород) запропонувала фотоплетизмографічний аналізатор серцевого ритму «Оптим-510».

Ритмокардіомонітор «ЕЛОН-0015» («Новые приборы», м. Самара) використовується для оперативного контролю за станом пацієнта під час анестезії та у критичному стані. Цей прилад здійснює спостереження ЕКГ, стежить за поточними значеннями ЧСС, а для оцінки параметрів варіабельності серцевого ритму використовує алгоритм, основою якого є методика варіаційної пульсометрії. Все це дозволяє у реальному масштабі часу оцінити активність симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС.

Добовий комбінований монітор «СапіоТепз» (фірма «Месіієсп», Угорщина) здійснює моніторинг ЕКГ та АТ, проводить добовий аналіз варіабельності ЧСС і Δ Т-сегмента; може здійснювати автоматичне непланове вимірювання АТ і синхронний запис ЕКГ при відхиленні від встановлених меж ST-сегмента та/або ЧСС (наприклад при ішемії, асистолії, екстрасистолії та ін.) та оцінювати взаємозв'язок між періодами «німої» ішемії та відповідним значеннями АТ.

Цей прилад має такі технічні характеристики:

- метод вимірювання АТ осцилометричний, діапазон вимірювання АТ від 30 до 260 мм рт. ст., пульсу — від 40 до 200 уд./хв;
- точність: ± 3 мм рт. ст., або 2 % від виміряного значення;
- запис ЕКГ: частота перетворення 200 Гц, 12-бітовий АЦП;
- передача даних через оптоволоконний кабель через серійний вихід K5232;
- живлення: 4 акумулятори підвищеної потужності АА або батарейки;
- габарити: 124x82x33,5 мм;
- вага 350 г з акумуляторами.

Монітор «СапіоТепз» забезпечує такі можливості:

- оцінка стану пацієнта в будь-який період моніторингу за потребою лікаря;
- оцінки вибору і корегування набору ліків, що входять до лікувального процесу;
- проведення моніторингу у пацієнта, коли той знаходиться в іншому місці (медичному закладі) та у вихідні дні, під час інтенсивних фізичних навантажень.

Даний апарат можна використовувати за умов профотбору, ВТЕК, медичного страхування. Він підходить як для дорослих, так і для дітей.

Монітор «СапіоТепз» можна використовувати як холтерівський монітор ЕКГ, монітор АТ та комбінований монітор АТ і ЕКГ. Запис ЕКГ проводиться за двома каналами. Програмне забезпечення включає статистичну обробку даних за добу, графічне відображення ЕКГ та АТ, виділення та зберігання усіх патологічних ST-сегментів і ЧСС.

Система КЕР-1 (Baxter, США) здійснює контроль за гемодинамічними параметрами: хвилинним об'ємом кровообігу, серцевим індексом, ударним об'ємом, ЧСС за результатами оцінки R-R інтервалів внутрішньосудинної ЕКГ, а також фракцією викиду правого шлуночка (долю крові, що викидається за один удар), кінцево-сistolічним та кінцево-діастолічним об'ємом правого шлуночка. До складу системи входить катетер Swan-Ganz крім того, пристрій має графічний дисплей для

відображення кривої розведення та обчислених параметрів.

Монітор серцевого викиду «Vigilance» (Baxter, США) дозволяє вести неперервне вимірювання показників без ін'єкції індикатора. Для побудування кривої розведення використовується імпульсний вимір температури крові у правому передсерді за допомогою спірального імпульсного малоінерційного нагрівача, закріпленого на поверхні катетера Swan-Ganz у тій його частині, що розташовується у правому передсерді. Оскільки теплові імпульси, що передаються крові, мають малу амплітуду, то для точного побудування кривої розведення у моніторі використовується оригінальна система формування часово-імпульсного коду нагрівання і кореляційного визначення та вимірювання змін температури крові у легеневій артерії. Даний монітор дає хороший збіг результатів вимірювань з традиційною методикою термодилуції та має ряд переваг, головною з яких є відсутність необхідності введення розчину індикатора.

Крім кардіомоніторів, до складу багатоканальних моніторингових систем входять прилади тривалого вимірювання артеріального тиску і його параметрів. У таких системах прямому інвазійному вимірюванню параметрів тиску крові може відводитися кілька вимірювальних каналів для визначення параметрів тиску крові у різних точках судинного русла та відображення кривих тиску на графічному дисплеї монітора. Апаратура неінвазійного вимірювання АТ також входить до складу моніторингових систем, однак вона має більш широке клінічне використання. Монітори тиску, що базуються на непрямих методах визначення параметрів АТ, випускаються у вигляді окремих пристроїв і будуть докладно розглянуті у главі 3.

У сучасному світі практично всі країни з розвинутою електронною промисловістю виготовляють комп'ютерні кардіомоніторингові системи, комплекси і прилади. Вони відрізняються набором показників (вимірювання ЕКГ; ЧСС; частоти дихання (ЧД); сатурації кисню (SpO_2) за методикою пульсоксиметрії; напруги кисню в газі, що видихається, (PO_2); напруги вуглекислого газу в газі, що видихається, (PCO_2); інвазійне вимірювання параметрів АТ (ІАТ); неінвазійне вимірювання АТ (НАТ)), засобами надання інформації, структурною будовою, сервісними функціями.

Фірма Detex розробила клінічний монітор AS/3 tm, який здійснює контроль ЕКГ за трьома відведеннями з аналізом сегмента ST, ЧСС, SpO_2 з діагностичною плетизмограмою, інвазійне вимірювання тиску у двох точках, неінвазійне вимірювання АТ, вимірювання параметрів серцевого викиду, концентрації газів (CO_2 , O_2 , N_2O); контролює анестезуючі агенти з їх автоматичною ідентифікацією. Параметри стану пацієнта та фізіологічні криві виводяться на символно-графічний дисплей. При виході параметрів за встановлені межі видається сигнал тривоги, що позначається 3 кольорами на екрані дисплея та 3 типами звучання, які відповідають 3 рівням небезпеки для пацієнта. Фірмою Marquette Electronics розроблена інтегрована система UNITLY, яка включає до складу монітори пацієнта TRAM, що розміщуються в операційних або в палатах інтенсивної терапії, центральний моніторинг контролю, клінічну інформаційну систему, телеметричний канал, розгалужену систему тривожної сигналізації з використанням звукових сигналів, світлових табло та пейджерів для медичного персоналу. Усі пристрої з'єднані в комп'ютерну мережу, яка забезпечує швидкий доступ до інформації з різних робочих

місць. Монітор пацієнта реєструє ЕКГ, тиск крові в багатьох точках, температуру, частоту дихання і периферийного пульсу, сатурацію кисню, параметри серцевого викиду.

4.2 Підключення кабелю відведень

Для підключення кабелю відведень до вилки 7 (рис.1) електрокардіографа спочатку з'єднайте роз'єми по шпильового з'єднання, а потім загорніть гайку для отримання надійного контакту. Накладіть чотири електроди на кінцівки і грудної електрод на груди відповідно до загальноприйнятої методики. Гумові стрічки повинні надійно закріпити електроди, але не дуже сильно, щоб не створювати неприємного відчуття для пацієнта. Для поліпшення контакту покладіть між шкірою пацієнта і електродами прокладки з марлі або фільтрувального паперу, змочені 5-10% розчином кухонної солі у воді і злегка віджаті. З'єднайте наконечники кабелю з електродами відповідно до забарвленням дротів кабелю відведень і закріпіть гвинтами.

Провід кабелю відведень приєднуються до електродів в наступному порядку:

R червоний - до електрода на правій руці

L жовтий - до електрода на лівій руці

F зелений - до електрода на лівій нозі

N чорний - до електрода на правій нозі

C білий - до грудного електроду.

4.3 Запис електрокардіограми

Увімкніть електрокардіограф, пересунувши мережевий вимикач у напрямку до червоної точки. При цьому повинен засвітитися індикатор включення живлення.

Регулятором зміщення пера встановіть перо 15 (рис.1) на середину поля запису і встановіть кнопку заспокоєння «О-МТ» у верхнє положення.

Увімкніть кнопку запису «М» і, натискаючи і відпускаючи кнопку калібрування «1mV», запишіть два-три калібрувальних імпульсу, що вказують на чутливість приладу.

УВАГА! Запис калібрувальних імпульсів провотіть тільки при установці перемикача відведень в положення «1mV».

При перемиканні перемикача відведень здійснюється автоматичною заспокоєння. При необхідності додаткового заспокоєння включіть кнопку заспокоєння «О-МТ». Перестановку грудного електрода або перевірку якості контактів в ланцюзі пацієнта (для виключення биття пера) проводите тільки при включеній кнопці заспокоєння «О-МТ».

Встановіть перемикач відведень в положення «1» (1-е стандартне відведення), включіть кнопку запису і запишіть необхідну кількість циклів електрокардіограми. Перемикаючи перемикач відведень, запишіть електрокардіограми для інших стандартних відведень.

Якщо амплітуда зубців електрокардіограми в будь-якому відведенні перевищує ширину

поля записи або занадто мала, що ускладнює дослідження, змініть чутливість, переключивши перемикач чутливості відповідно становищу 5 чи 20 mm / mV, знову запишіть калібрувальні імпульси і запишіть електрокардіограму в потрібному відведенні.

Для отримання якісного запису електрокардіограми необхідно, щоб пацієнт лежав в зручному положенні, був розслаблений і спокійний. Під час запису електрокардіограми пацієнт не повинен торкатися корпусу електрокардіографа, а оператору годі було одночасно стосуватися пацієнта і електрокардіографа. Не слід торкатися до кабелю відведень в момент запису, так як це може призвести до неточності в записі електрокардіограми.

4.4 Види перешкод та їх усунення

При записі електрокардіограм можна зустрітися з різними видами перешкод: розмитістю записи, соматичної тремтінням, блукає нульової лінією.

Розмитість записи через вплив перешкод мережі змінного струму характеризується зубцеобразной нульовою лінією з періодичним повторенням зубців (один пік на кожен міліметр при швидкості протягання 50 мм / с).

Причини: погане заземлення електрокардіографа або неправильне розташування пацієнта.

Методи усунення:

необхідно перевірити якість заземлення електрокардіографа. Розмитість нульової лінії не повинна спостерігатися при установці перемикача відведень в положення «1mV»;

перевірити якість контакту кожного електрода з шкірою пацієнта;

перевірити стан електродів і наконечників кабелю відведень (вони повинні бути чисті і блискучі);

перевірити якість контактів наконечників кабелю відведень з електродами;

перевірити розташування дротів кабелю відведень (вони повинні бути згруповані разом).

Якщо перешкода змінного струму присутній на всіх відведеннях, можливо, пацієнт знаходиться в сильному полі змінного струму. Для усунення перешкоди доцільно:

відключити телевізори, лампи, розташовані поруч з пацієнтом, шляхом вилучення вишук з розеток мережі;

перемістити пацієнта на інше місце в кімнаті;

перевірити, чи не стосуються кінцівки пацієнта будь-яких металевих частин столу, ліжка, стільця. Перемістити кінцівки або покласти подушку між кінцівками і металевими частинами;

Електрокардіограма не дає нам уявлення про просторову орієнтацію електричного вектора серця, а для діагностики така інформація конче потрібна. Для цього використовують метод просторового дослідження електричного поля серця – векторкардіографію.

У векторній кардіографії реєструють два види кривих, які характеризують вектор :

1) векторкардіограму – геометричне місце точок (траєкторію) кінця вектора в просторі за кардіоникл.

2) плоскі векторелектрокардіограми (петлі), які описує кінець вектора в проекції на будь-яку з трьох координатних площин.

Проекція векторелектрокардіограми отримується при додаванні двох взаємно-перпендикулярних відведень.

Реєстрація зміни електричного вектора роботи серця у вигляді проекції об'ємної фігури на площині відведень

Прилад для візуального спостереження векторелектрокардіограми називають векторелектрокардіоскопом.

Навантажувальні проби (НП)

Проби з фізичним навантаженням

Дуже часто застосовують різні проби для контролю за ЕКГ, їх називають « навантажувальними », тому що вони виконуються в умовах, коли до серця пред'являються підвищені вимоги. Будь-фізичне навантаження підвищує активність роботи серцевого м'яза і, відповідно, збільшує потребу міокарда в кисні. Внаслідок цього зростає потреба в надходженні крові до серцевого м'яза по коронарних судинах. При звуженні або закупорці коронарних артерій, наприклад, атеросклеротичною бляшкою може розвинутися невідповідність між потребою міокарда в кисні і його надходженням до серця. Цей стан називають коронарною недостатністю. Зазвичай коронарна недостатність є у хворих, що страждають на ішемічну хворобу серця - стенокардією, які перенесли інфаркт міокарда. Проведення навантажувального тесту дозволяє виявити ознаки кисневого голодування (ішемії) міокарда.

Найбільш характерними ознаками ішемії є:

Біль – стискаючого, давлячого характеру в області серця або за грудиною; нетривала, що виникає частіше при фізичному навантаженні. Можливе поширення болю в ліву руку, нижню щелепу або під ліву лопатку.

Зміни на ЕКГ. Є характерні для ішемії зміни в кінцевій частині шлуночкового комплексу QRS, сегмента ST і зубця T.

Різні порушення ритму і провідності, що з'являються або прогресують при навантаженні.

Може бути тільки одна з ознак ішемії або відразу декілька. Слід сказати, що аритмії іноді є найбільш раннім проявом ішемії міокарда.

Існують різні способи проведення проб з фізичним навантаженням. Найбільш поширеними на сьогоднішній день є велоергометрія і тредміл-тест.

Велоергометрія.

Велоергометрія (ВЕМ) проводиться за допомогою велосипеда через 2-2,5 години після їжі, але не натще. Виділяють три періоди дослідження: вихідний, безпосередньо навантаження і відновний період. Спочатку вимірюють артеріальний тиск, ЧСС, записують ЕКГ. У період навантаження досліджуваний в положенні сидячи крутить педалі велоергометра із заданою швидкістю і дозованою потужністю. Поступово лікар збільшує потужність навантаження. Під час проведення ВЕМ проводять постійну реєстрацію ЕКГ і частоти серцевих скорочень (ЧСС) по монітору, а також кожні 2 - 3 хвилини вимірюють артеріальний тиск. У відновному періоді пацієнт відпочиває, але спостереження за роботою серця не припиняється. Важливо знати, як швидко реєстровані показники повертаються в нормальні межі.

Тредміл-тест

Тредміл являє собою «біжучу» доріжку, яка приводиться в рух електродвигуном з різною швидкістю. Інтенсивність навантаження регулюється за допомогою зміни швидкості руху біжучої доріжки і зміною її нахилу по відношенню до горизонтальної площини.

При виконанні тредміл-тесту досліджуваний крокує або біжить з певною швидкістю по рухомій доріжці. Лікар, збільшуючи або зменшуючи

швидкість і кут нахилу доріжки, задає інтенсивність фізичного навантаження. Обов'язковим є контроль ЧСС, ЕКГ і артеріального тиску. *Значної різниці між ВЕМ і предміл-тестом немає*, проте вважається, що навантаження на біговій доріжці є більш природним і звичним для пацієнта.

Навантажувальні проби (НП) – поширений і доступний метод діагностики та обстеження хворих із серцево-судинними захворюваннями. Ще у 1929 р. Master і Orpenheimer розробили стандартизований протокол навантаження для оцінки функціонального стану пацієнтів з ішемічною хворобою серця (ІХС). Протягом наступних 30 років вивчали механізми зміщення сегмента ST, вплив позиції електродів на зміни ЕКГ, розробляли нові протоколи навантаження, визначали діагностичне і прогностичне значення результатів НП при різних серцево-судинних захворюваннях. Після впровадження коронарної ангіографії стало очевидним, що діагностика ішемії на основі виявлення депресії сегмента ST має певні обмеження, особливо у популяціях пацієнтів з низькою поширеністю ІХС. Проте, незважаючи на бурхливий розвиток методів ангіографічної діагностики ІХС та неінвазивних методів візуалізації серця, НП залишаються одним з найбільш доступних шляхів скринінгового обстеження та діагностики ІХС, стратифікації ризику, оцінки функціонального стану пацієнтів і ефективності антиішемічної терапії. У цій лекції розглядаються основи фізіології навантаження, показання, методика проведення та інтерпретація результатів НП.

Пристрої для навантажувальних проб.

Робота велоергометрів базується на принципі зміни опору до педалювання, що забезпечує достовірний контроль рівня виконаного навантаження. Найвищі величини VO_2 і ЧСС досягаються при швидкості педалювання 60–80 обертів на 1 хв. Велоергометри калібрують у ватах (1 Вт приблизно дорівнює 1 Дж на секунду, або 6 кг*м на 1 хв). Кількість MET відповідає відношенню VO_2 (у мл на 1 хв) до добутку маси тіла (у кг) на 3,5. Число 3,5 відповідає загальновизнаній величині споживання кисню у спокої, виражений у міліметрах кисню на 1 кг маси тіла на хвилину. Один MET відповідає 3,5 мл/хв на 1 кг, або 1,2 калорій на 1 хв.

Велоергометри дешевші, ніж тредміли, займають менше місця, а їх робота пов'язана з нижчим рівнем шуму. Під час ВЕМ-проби рухи верхньої частини тулуба є обмеженими, що полегшує вимірювання АТ і реєстрацію ЕКГ. Слід уникати ізометричного або резистентного навантаження на руки під час виконання ВЕМ-проби.

Певним обмеженням ВЕМ-проби є дискомфорт і втома сідничних м'язів. Втома нижніх кінцівок у недосвідченого обстежуваного може призвести до зупинки проби ще до досягнення максимального споживання кисню. В осіб, які не звикли користуватися велосипедом, рівень VO_{2max} під час ВЕМ-проби на 10–15 % нижчий, ніж при використанні тредмілу. У західних країнах частіше використовують НП на тредмілі.

На відміну від велоергометра, тредміл дозволяє дозувати навантаження шляхом зміни швидкості руху та кута нахилу рухомого полотна. Тредміл містить бокові або передні поручні, які забезпечують стійкість положення пацієнта. Слід звертати увагу пацієнтів на те, щоб вони не трималися міцно за ці поручні, оскільки таким чином підтримується тулуб і зменшується рівень навантаження. Після адаптації до пристрою пацієнтам радять легко триматися за поручні, виключно для підтримання рівноваги.

Основи фізіології навантаження

Навантаження – фізіологічний стрес, здатний виявити порушення з боку серцево-судинної системи, яких немає у спокої. З огляду на це, навантаження може використовуватися для оцінки функціонального стану системи кровообігу. В якості навантаження для серцево-судинної системи можуть використовуватися три види скорочення м'язів: ізотонічне (динамічне, або рухоме), ізометричне (статичне) і резистентне (комбінація ізометричного та ізотонічного). Під ізотонічним навантаженням розуміють скорочення м'язів, наслідком якого є рух. В цьому випадку виникає об'ємне навантаження лівого шлуночка (ЛШ). Ізометричне навантаження – скорочення м'язів без руху (наприклад, стискання руки), яке спричиняє навантаження ЛШ тиском. Серцевий викид в цьому випадку зростає менше, ніж при ізотонічному навантаженні, що зумовлено обмеженням м'язового кровотоку. Резистентне навантаження поєднує риси ізометричного та ізотонічного (наприклад, заняття важкою атлетикою).

Під час ранніх фаз навантаження у вертикальному положенні відбувається збільшення серцевого викиду, яке реалізується через зростання частоти скорочень серця (ЧСС) і механізм Франка-Старлінга. У більш пізніх фазах навантаження основним механізмом зростання серцевого викиду є подальше збільшення ЧСС. У здорових осіб протягом кількох хвилин після початку навантаження досягається стабільний стан (steady-state); після цього ЧСС, серцевий викид, рівень артеріального тиску (АТ) та вентиляція легень підтримуються на відносно стабільному рівні. При тяжкому навантаженні потік симпатичної імпульсації досягає максимального рівня, а парасимпатична стимуляція різко знижується. Це призводить до системної вазоконстрикції, яка не охоплює судини м'язів, церебрального і коронарного басейнів. При продовженні навантаження збільшується скелетний м'язовий кровотік, утримі збільшується споживання кисню, зменшується загальний периферичний опір, підвищується рівень систолічного, середнього гемодинамічного і пульсового АТ. Рівень діастолічного АТ може залишитися незмінним або незначно зменшитися. Під час вираженого навантаження у вертикальному положенні серцевий викид може збільшитися у 4–6 разів порівняно з вихідним. Особливістю легеневого судинного русла є відсутність значного підвищення тиску в легеневій артерії при істотному зростанні серцевого викиду. Після припинення навантаження стан гемодинаміки повертається до вихідного протягом 6–10 хв. Відновлення показників гемодинаміки може сповільнюватися у детренованих осіб або при певних патологічних станах.

Показання до проведення НП. Основними показаннями до проведення НП можуть бути:

- *діагностика хронічних форм ішемічної хвороби серця (ІХС);
- *оцінка функціонального стану хворих на ІХС, пацієнтів з екстракардіальною патологією та здорових осіб, у тому числі спортсменів;
- *оцінка ефективності антиішемічної терапії та реваскуляризаційних втручань у пацієнтів з ІХС;
- *стратифікація ризику в пацієнтів з різними формами ІХС.

При проведенні проби лікар уважно стежить за самопочуттям пацієнта. Якщо він помітить будь-які ознаки можливої небезпеки, навантажувальна проба тут же припиняється. Це відбувається при надмірному збільшенні ЧСС, підйомі артеріального тиску, при появі ознак ішемії серця або небезпечних для життя пацієнта аритмій на ЕКГ. Дослідження припиняють

також при виникненні у хворого нападів болю в серці, вираженої задишки, утруднення дихання, запаморочення. Пацієнт має право припинити навантаження в будь-який момент.

При дотриманні всіх правил проведення проб з фізичним навантаженням є безпечним. Але з урахуванням того, що при цих тестах можуть посилюватися ішемічні зміни і прогресувати порушення ритму і провідності, звичайно, необхідним є дотримання обережності і суворого лікарського контролю. У кабінеті, де проводяться навантажувальні проби, у розпорядженні лікаря завжди є всі необхідні медикаменти та апаратура для надання екстреної допомоги. Але ні в якому разі не слід боятися проб з фізичним навантаженням і, тим більше, заздалегідь відмовлятися від їх проведення. Адже при навантажувальних тестах створюється звичне, повсякденне або те навантаження, при якому виникають неприємні відчуття. Тільки це відбувається під контролем медичного персоналу.