

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра біокібернетики та аерокосмічної медицини

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри БІКАМ

_____/В.Д. Кузовик

«14» червня 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО РІВНЯ «БАКАЛАВР»
ОП «БІОТЕХНІЧНІ ТА МЕДИЧНІ АПАРАТИ І СИСТЕМИ»

Тема: Апаратно-програмний комплекс дослідження серцево-судинної системи_____

Виконавець: Руденко Дар'я Борисівна_____

Керівник: д.т.н., проф. Кузовик Вячеслав Данилович_____

Нормоконтролер: д.т.н., проф._____ Кузовик В.Д._____

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біокібернетики та аерокосмічної медицини

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма: Біотехнічні та медичні апарати і системи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БІКАМ

_____/В.Д. Кузовик

«30» березня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту

Руденко Дар'ї Борисівни

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломного проекту: «Апаратно-програмний комплекс дослідження серцево-судинної системи»

затверджена наказом ректора від «30» березня 2021 р. №514/ст.

2. Термін виконання роботи: з 17.05.2021р. по 20.06.2021р.

3. Вихідні дані до роботи: параметри серцево-судинної системи, тропінін, димер, число лейкоцитів, числотромбоцитів, біохімічний аналіз крові, програмне забезпечення Матлаб

4. Зміст пояснювальної записки: аналітичний огляд літературних джерел, характеристика чинників впливу на стан серцево-судинної системи, методи та засоби оцінювання серцево-судинної системи людини, розробка апаратно-програмного комплексу діагностики серцево-судинної системи людини.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: аналіз СС захворювань при Covid-2019, порівняльний аналіз методів дослідження ССС, механізм розвитку захворювань ССС при ковід, алгоритм розробки апаратно-програмного комплексу.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Опрацювання літературних джерел і написання оглядового розділу 1.	До 17.05.2021	
2.	Аналіз методів та методик дослідження серцево-судинної системи	До 24.05.2021	
3.	Побудова апаратно-програмного комплексу діагностування ССС	До 31.05.2021	
4.	Дослідження отриманих результатів	До 11.06.2021	
5.	Формування висновків по роботі	До 13.06.2021	
6.	Оформлення пояснювальної записки	До 15.06.2021	
7.	Підготовка доповіді та оформлення презентації	До 16.06.2021	

7. Дата видачі завдання: «17» травня 2021 р.

Керівник дипломного проекту _____ В.Д. Кузовик

(підпис керівника)

(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Д.Б. Руденко

(підпис випускника)

(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту «Апаратно-програмний комплекс дослідження серцево-судинної системи»

___ сторінок, ___ рисунків, ___ таблиць, ___ використаних джерел, ___ додатків.

ЧАСТОТА СЕРЦЕВИХ СКОРОЧЕНЬ, ТРОПІНІН, Д-ДИМЕР, АРТЕРІАЛЬНИЙ ТИСК, САТУРАЦІЯ, ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА, МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ, ЕЛЕКТРОХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ АНАЛІЗ

Мета дипломного проекту – підвищення якості оцінювання серцево-судинних захворювань за допомогою розробки апаратно-програмного комплексу оцінювання серцевих захворювань при коронавірусній інфекції.

Особливістю роботи є розробка апаратно-програмного комплексу дослідження серцево-судинної системи. Розроблений апаратно-програмний комплекс обробляє внесені дані та значення біологічних показників, в результаті чого надає рекомендації для лікаря.

Розробка апаратно-програмного комплексу може суттєво зменшити час для діагностування стану серцево-судинної системи організму людини та значно зменшити витрати на цей процес. При подальшому удосконаленні ця технологія може допомогти в дослідженні важкого перебігу захворювання.

Апаратно-програмний комплекс може бути використаний для збільшення інформативності діагностичних висновків, а також для ефективності оцінювання стану серцево-судинної системи впродовж всього періоду захворювання.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ЧИННИКІВ ВПЛИВУ НА СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ.....	11
1.1.Загальна характеристика серцево-судинної системи людини.....	11
1.1.1.Будова серцево-судинної системи людини.....	11
1.1.2.Гомеостатична регуляція серцевої діяльності.....	14
1.2.Біоелектричні явища в серцевому м'язі.....	16
1.3. Функції серця.....	19
1.4.Основні показники серцевої діяльності людини	20
1.4.1.Систолічний і хвилинний об'єм серця.....	20
1.4.2. Артеріальний тиск.....	22
1.4.3. Пульс.....	23
1.4.4.Рівень насиченості крові киснем.....	23
1.4.5.Ритм серця.....	24

1.5. Основні захворювання серцево-судинної системи у людини та чинники що спричиняють їх розвиток.....	25
1.6 Механізм розвитку серцево-судинних захворювань під час коронавірусної інфекції.....	31
Висновки до розділу 1.....	35
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ.....	36
2.1.Аналіз методик дослідження ССС	36
2.1.1 Опитування хворого та збір анамнезу.....	36
2.1.2 Фізичне обстеження.....	36
2.1.3 Огляд ший вен	38
2.2.Засоби дослідження ССС.....	38
2.2.1. Електрокардіографія.....	38
2.2.2. Реографія.....	43
2.2.3.Сфігмографія.....	45
2.2.4.Пульсометрія.....	47
2.2.5.Монітор пацієнта.....	49
2.3. Аналіз існуючих апаратно-програмних комплексів дослідження.....	53

2.4. Розроблена методика оцінювання серцево-судинної системи.....	57
Висновки до розділу 2.....	62
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА АПАРАТНО- ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДІАГНОСТИКИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ.....	63
3.1. Середовище розробки та мова програмування.....	63
3.2 Переваги застосування MATLAB.....	65
3.3. Опис програмно-апаратного комплексу діагностування серцево-судинної системи.....	66
3.4. Аналіз програмно-апаратного комплексу та результати показань серцево-судинної системи в динаміці	70
3.5 Рекомендації для лікаря.....	74
Висновки до розділу 3.....	82
ВИСНОВКИ.....	83
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	85

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ССС – серцево-судинна система

АТ – артеріальний тиск

ІХС – ішемічна хвороба серця

ЧСС – частота серцевих скорочень

ССЗ – серцево-судинні захворювання

СН - серцева недостатність

АПК - апаратно-програмний комплекс

СКМ - система комп'ютерної математики

ВСТУП

У ситуації пандемії, викликаній коронавірусною інфекцією, особливу групу ризику складають пацієнти з серцево-судинними захворюваннями. Поширення коронавірусної інфекції представляє особливу небезпеку у відношенні декомпенсації вже існуючих хронічних захворювань, специфічного подразнення серцево-судинної системи, особливо у випадку важкого перебігу коронавірусної інфекції та високого ризику несприятливих результатів у хворих з серцево-судинними захворюваннями. Поєднання коронавірусної інфекції з серцево-судинними захворюваннями формує додаткові складності в діагностиці, визначення пріоритетної тактики, зміна порядків маршрутизації пацієнтів з невідкладним станом, вибору терапії. Ситуація ускладнюється дефіцитом інформації, значним об'ємом щоденних, зазвичай суперечливих, публікацій по даним питанням, та вкрай високою важливістю рішення ряду питань для клінічної практики.

На сьогоднішній день опубліковано та продовжує публікуватися в медичних журналах, онлайн-ресурсах та соціальних мережах велика кількість інформації. У більшості це описи клінічних випадків та дані оглядових проспективних та ретроспективних клінічних досліджень та їх мета-аналізів.

Враховуючи викладене - проблема постає в необхідності дослідження серцево-судинної системи протягом усього захворювання.

У першому розділі викладені основні відомості про серцево-судинну систему та її захворювання. У другому розділі представлені методи та засоби оцінювання стану серцево-судинної системи, а також методика оцінювання. У третьому розділі описано обробку отриманих результатів та розробка апаратно-програмного комплексу. Додатково представлені дослідження

результатів та висновки щодо ефективності оцінювання стану серцево-судинної системи.

Для вирішення проблеми представлені наступні задачі:

- 1) проведення аналізу існуючих методів дослідження стану серцево-судинної системи;
- 2) розробка програмного комплексу для оцінювання стану серцево-судинної системи на основі проаналізованих методів;
- 3) створення АПК для аналізу стану серцево-судинної системи під час захворювання коронавірусною інфекцією та прогнозування діагнозу серцевих захворювань.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) – новий штамм коронавірусів, виявлений в кінці 2019 року та визиваючий небезпечне інфекційне захворювання - COrona VІrus Disease 2019 (COVID-19). У людей коронавіруси можуть визвати цілий ряд захворювань – від легких форм гострої респіраторної інфекції до тяжкого гострого респіраторного синдрому. Основні шляхи передачі: повітряно-крапельний, повітряно-пиловий, контактний.

Летальність: коливається від 1 до 5%, рівень істотно відрізняється в залежності від країни, віку, доступності медичних ресурсів, рівня охоплення населення діагностикою та готовністю системи до надання допомоги великій кількості пацієнтів з важким перебігом. Причини смерті: ~ 53% дихальна недостатність; ~ 33% поєднання дихальної та серцевої недостатності, ~ 7% серцева недостатність (СН).

У зв'язку з цим постає гостре питання дослідження серцево-судинної системи під час ураження коронавірусною інфекцією, що є причиною збільшення рівня смертності населення.

1.1. Загальна характеристика серцево-судинної системи людини

1.1.1. Будова серцево-судинної системи людини

Система кровообігу (рис.1.1) складається з серця та судин: кровоносних і лімфатичних. Основне призначення системи кровообігу полягає в постачанні органів і тканин кров'ю. Серце за рахунок своєї нагнітальної діяльності забезпечує рух крові по замкненій системі судин. Кров безперервно рухається по судинах, що дає їй можливість виконувати всі

життєво важливі функції, а саме транспортну (перенесення кисню і поживні речовини), захисну (містить антитіла), регуляторну (містить ферменти, гормони і інші біологічно активні речовини).

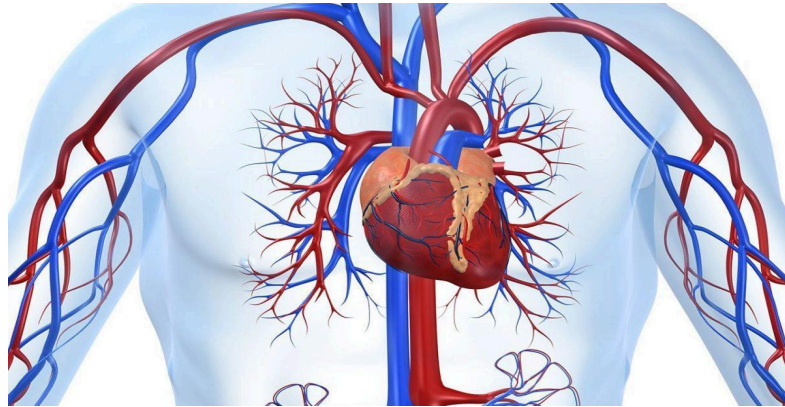


Рис.1.1 - Система кровообігу

Серце людини - порожнистий м'язовий орган, який складається з 4 камер; 2 передсердь і 2 шлуночків, будова наведена на рис.1.2. Камери розділені клапанами, які відкриваються і закриваються в процесі скорочення серця, дозволяючи крові рухатися лише в одному напрямку. Клапани відкриваються, коли при скороченні серця тиск в камерах підвищується. Суцільною вертикальною перегородкою серце ділиться на дві половини: ліву і праву. Горизонтальна перегородка утворює в серці чотири порожнини: верхні порожнини - передсердя, нижні - шлуночки. Маса серця дорослої людини складає 0,425-0,570 кг. Довжина серця дорослої людини досягає 12-15 см, поперечний розмір 8-10 см, передньозадній 5-8 см. Маса і розміри серця збільшуються при деяких захворюваннях (вади серця), а також у людей, які тривалий час займаються напруженою фізичною працею або спортом [10].

У людини, як і в інших ссавців, кровоносна система складається з двох кіл кровообігу – великого і малого. Велике коло кровообігу починається від лівого шлуночка серця - аортою і закінчується верхньою і нижньою

порожнистими венами, що впадають у праве передсердя. Мале (легеневе) коло кровообігу бере початок від правого шлуночка серця легеним стовбуром і закінчується чотирма легеними венами, що впадають у ліве передсердя.

Називають кровоносні судини залежно від органу, який вони насичують кров'ю (ниркова артерія, селезінкова артерія); місця їхнього відгалуження від більшої судини (верхня брижова артерія, нижня брижова артерія); кістки, до якої вона прилягає (ліктьова артерія, променева артерія, задня великогомілкова артерія); напрямку (огиальна артерія клубової кістки, огиальна артерія стегна); глибини розташування (поверхнева чи глибока артерія). Більшість дрібних судин називають відповідними гілками.

У залежності від розташування органів і тканин артерії поділяють на пристінкові артерії, які постачають кров до стінок тіла, і нутрощеві артерії, які постачають внутрішні органи. До входження артерії в орган вона називається органною, а ввійшовши в орган – внутрішньоорганною. Внутрішньоорганні артерії розташовані в межах органа і постачають кров в його окремі структурні елементи.

Кожна артерія розгалужується на дрібні судини – артеріальні гілки. При магістральному типі розгалуження від основного артеріального стовбура, діаметр якого поступово зменшується, послідовно відходять бічні гілки. При деревоподібному типі артерія після відгалуження від магістральної судини відразу галузиться на дві і більше гілок. Таке галуження нагадує крону дерева [13].

Стінка серця складається з трьох шарів: внутрішнього, середнього і зовнішнього. Внутрішній шар представлений ендотеліальною оболонкою (ендокард), яка покриває внутрішню поверхню серця.

Середній шар (міокард) складається з поперечно-смугастого м'язу. Мускулатура передсердь відділена від мускулатури шлуночків сполучно

тканинною перегородкою, яка складається з щільних фіброзних волокон - фіброзне кільце. М'язовий шар передсердь розвинений значно слабше, ніж м'язовий шар шлуночків, що пов'язано з особливостями функцій, які виконує кожен відділ серця.

Зовнішня поверхня серця покрита серозною оболонкою (епікардом), яка є внутрішнім листком навколосерцевої сумки-перикарда. Під серозною оболонкою розташовані найбільші коронарні артерії і вени, які забезпечують кровопостачання тканин серця, а також велике скупчення нервових клітин і нервових волокон, що іннервують серце.

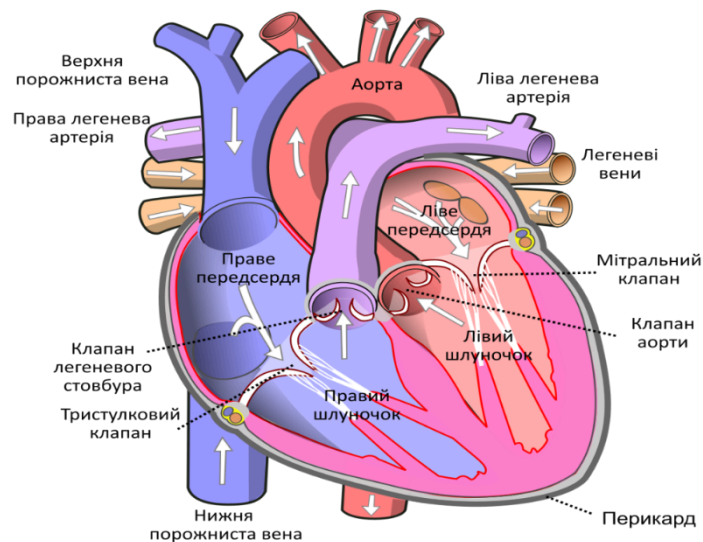


Рис.1.2 - Будова серця

Серце перекачує кров через кровоносну систему за допомогою судин: артерії, артеріоли, капіляри (найдрібніші судини), венули і вени.

Артерії відіграють важливу роль в кровоносній системі, адже несуть багату на кисень кров до всіх частин тіла. Відня несуть вуглекислий газ і продукти розпаду назад до серця і легень. Кров несе кисень і поживні речовини до всіх органів і тканин, включаючи саме серце. З тканин в кров надходять продукти обміну. Продукти обміну виділяються нирками, печінкою і легеньми.

1.1.2. Гомеостатична регуляція серцевої діяльності

Нерви виконують функцію регуляції серцевої діяльності, яка служить ще одним прикладом підтримання сталості внутрішнього середовища (гомеостазу). Серцева діяльність регулюється нервовою системою - одні нерви збільшують частоту і силу серцевих скорочень, а інші - зменшують.

Імпульси по цих нервах надходять на рушій ритму, змушуючи його працювати сильніше чи слабше. Якщо перерізати обидва нерва, серце все одно буде скорочуватися, але з постійною швидкістю, так як перестане пристосовуватися до потреб організму. Ці нерви, які посилюють або послаблюють серцеву діяльність, становлять важливу частину вегетативної (або автономної) нервової системи, яка регулює мимовільні функції організму. Прикладом такого регулювання є реакція на раптовий переляк - ви відчуваєте, що серце "завмирає". Це пристосувальна реакція відходу від небезпеки.

Нервові центри, що регулюють діяльність серця, знаходяться в довгастому мозку. У ці центри надходять імпульси, які сигналізують про потреби тих чи інших органів в припливу крові. У відповідь на ці імпульси довгастий мозок посилає серцю сигнали: посилити або послабити серцеву діяльність. Потреба органів в припливі крові реєструється двома типами рецепторів - рецепторами розтягування (барорецепторами) і хеморецепторами.

Барорецептори реагують на зміну кров'яного тиску - підвищення тиску стимулює ці рецептори і змушує надсилати в нервовий центр імпульси, що активують гальмуючий центр. При зниженні тиску, навпаки, активується та підсилює центр, сила і частота серцевих скорочень збільшуються і кров'яний тиск підвищується.

Хеморецептори "відчують" зміни концентрації кисню і вуглекислого газу в крові. Наприклад, при різкому збільшенні концентрації вуглекислого газу або зниженні концентрації кисню ці рецептори негайно ж сигналізують про це, змушуючи нервовий центр стимулювати серцеву діяльність. Серце починає працювати більш інтенсивно, кількість крові, що протікає через легені, збільшується і газообмін поліпшується. Таким чином, перед нами приклад саморегульованої системи [15].

Але не тільки нервова система впливає на роботу серця. На функції серця впливають і гормони, які виділяються в кров залозами. Наприклад, адреналін посилює серцебиття, інший гормон, ацетилхолін, навпаки, знижує ефективність серцевої діяльності.

У вертикальному положенні кров, яка живить мозок, рухається проти сили тяжіння, тому серце змушене пристосовуватися до цього навантаження. У лежачому положенні голова не набагато вище серця, і такого навантаження не потрібно, тому барорецептори дають сигнали послабити частоту і силу серцевих скорочень.

Якщо ж несподівано встати, то барорецептори не встигають відразу відреагувати, і на якийсь момент відбувається відтік крові від мозку і, як наслідок, запаморочення, а то і помутніння свідомості. Як тільки по команді барорецепторів темп серцевих скорочень прискориться, кровопостачання мозку виявиться нормальним, і неприємні відчуття зникнуть.

1.2 Біоелектричні явища в серцевому м'язі

В основі електричних явищ, що виникають в серцевому м'язі, лежить переміщення через зовнішню мембрану міокардіальної клітини іонів калію, натрію, кальцію, хлору та ін. Клітинна мембрана в електрохімічному відношенні є оболонкою, що має виборчу проникність для різних іонів.

Електричні явища, пов'язані з діяльністю всього серця, прийнято розглядати на прикладі окремого м'язового волокна. Це допустимо, оскільки електричні процеси, що відбуваються в міокардіальній клітині і в серці в цілому мають спільні закономірності [1,4].

В стані спокою зовнішня поверхня клітинної мембрани м'язового волокна заряджена позитивно (+). При збудженні зовнішня поверхня деполяризованої ділянки змінює заряд на негативний (-).

Реполаризація м'язової клітини супроводжується відновленням (+) зарядів на її поверхні. Процес поширення по м'язовому волокну хвилі деполяризації, як і хвилі реполяризації, схематично можна представити у вигляді переміщення подвійного шару зарядів, розташованих на кордоні збуджених, заряджених (-) і незбуджених, заряджених (+), ділянок волокна. Ці заряди рівні по абсолютній величині, протилежні по знаку і знаходяться на нескінченно малій відстані один від одного. Така система, що складається з двох рівних по величині, але протилежних по знаку зарядів, називається диполем. Позитивний полюс диполя завжди повернений у бік незбудженого, а негативний полюс - у бік збудженої ділянки м'язового волокна. Диполь може послужити моделлю електричної активності окремого м'язового волокна, яке позначають як елементарний диполь. Елементарний диполь характеризується різницею потенціалів і є джерелом елементарної електрорушійної сили (ЕРС). ЕРС - величина векторна; її характеризують абсолютне значення і напрям. У електрокардіографії прийнята позитивна полярність вектору, тобто напрям від (-) до (+).

На поверхні незбудженого м'язового волокна різниця потенціалів відсутня - реєструючий прилад фіксує ізолінію. При появі збудження на кордоні збуджених і незбуджених ділянок з'являється диполь, який разом з хвилею збудження на її "гребені" переміщається по м'язовому волокну. Між збудженими і такими, що залишилися на даний момент в стані спокою,

ділянками поверхні міокардіального волокна виникає різниця потенціалів. Якщо електрод, сполучений з позитивним полюсом реєструючого приладу (активний, диферентний), звернений до (+) полюса диполя, тобто вектор ЕРС направлений до цього електроду, то реєструється відхилення кривої вгору або позитивний зубець. У разі, коли активний електрод звернений до негативного заряду диполя, тобто вектор ЕРС направлений від цього електроду, виникає відхилення кривої вниз або негативний зубець.

У кожен момент серцевого циклу в стані збудження виявляється безліч м'язових волокон, які представляють собою елементарні диполі. При одночасному існуванні декількох диполів їх ЕРС взаємодіє за законом складання векторів, утворюючи сумарну ЕРС. Таким чином, при певних допущеннях серце можна розглядатися як одне точкове джерело струму - сумарний єдиний серцевий диполь, що продукує сумарну ЕРС [6].

При строго послідовному поширенні збудження по міокарду, коли на різних етапах цього процесу залученими в стан збудження виявляються різні, але визначені по локалізації ділянки серця і різні по величині м'язові маси, сумарна ЕРС послідовно і закономірно змінюється по величині і напрямку. Кожному окремому моменту серцевого циклу відповідає своя сумарна моментна ЕРС.

Імпульс до збудження серця в нормі генерують Р-клітини синоатріального вузла, що мають найбільш високий автоматизм (здібність до спонтанної повільної деполяризації діастоли). З синоатріального вузла, розташованого у верхній частці правого передсердя, збудження поширюється по скоротливому міокарду передсердя (спочатку правого, потім обидва і на завершальному етапі - лівого), по міжпередсердному пучку Бахмана і міжвузловим спеціалізованим трактам (Бахмана, Венкебаха, Тореля) до атріовентрикулярного вузла. Основний напрям руху хвилі деполяризації передсердя (сумарного вектору) - вниз і вліво. Минувши атріовентрикулярне

з'єднання, де відбувається різке зниження швидкості поширення збудження (атріовентрикулярна затримка проведення імпульсу), електричний імпульс швидко розповсюджується по внутрішньошлуночковій провідній системі. Вона складається з пучка Гіса (предсердно-шлуночкового пучка), ніжок (гілок) пучка Гіса і волокна Пуркін'є. Пучок Гіса ділиться на праву і ліву ніжки. Ліва ніжка поблизу від основного стовбура пучка Гіса розділяється на два розгалуження: передньо-верхнє і задньо-нижнє. У ряді випадків є третя, серединна гілка. Кінцеві розгалуження внутрішньошлуночкової провідної системи представлені волокнами Пуркін'є. Вони розташовуються переважно субендокардіально і безпосередньо пов'язані з скоротливим міокардом. Тому поширення збудження по вільних стінках шлуночків йде з безлічі точок в субендокардіальних шарах до субепікардіальних.

Збудження скоротливого міокарду шлуночків починається з лівої половини міжшлуночкової перегородки, куди раніше минає електричний імпульс по коротшій лівій ніжці. Хвиля збудження рухається вправо. У нормі обхват збудженням всієї міжшлуночкової перегородки відбувається за 0,02-0,03с. Через 0,005-0,01с від початку збудження перегородки процес деполяризації поширюється на субендокардіальні шари міокарду верхівки, передньої і бічної стінок правого шлуночку. Хвиля збудження переміщується до епікарду, тому сумарний вектор деполяризації правого шлуночку направлений вправо та вперед, як і вектор міжшлуночкової перегородки. Разом вони впродовж перших 0,02-0,03с визначають напрям ранніх сумарних векторів серця вправо та вперед. Після вступу до процесу збудження лівого шлуночку, що відбувається на 0,03-0,04 с, сумарний вектор серця починає відхилятися вниз і вліво, а потім у міру обхвату все більшої маси міокарду лівого шлуночку він відхиляється все більше вліво. Найбільш довгими будуть вектори 0,04-0,05 с, оскільки вони відображають момент, коли збуджується одночасно максимальне число м'язових волокон міокарду. Надалі

(0,06-0,07 с), сумарні вектори також направлені вліво, але мають меншу величину.

Вектори 0,08-0,09-0,10 с (кінцеві) обумовлені збудженням основи міжшлуночкової перегородки і шлуночків. Вони орієнтовані вгору і злегка управо, мають найбільшу величину. Реполяризація шлуночків, починаючись з субепікардіальних шарів міокарду, поширюється до ендокарду. Тому, сумарний вектор реполяризації має той же напрям, що і вектор депполяризації шлуночків. З вищесказаного виходить, що в процесі серцевого циклу сумарний вектор, постійно змінюючись по величині і орієнтації, більший період часу має напрям зверху і справа вниз і вліво [1,7,5].

1.3 Функції серця

Робота серця дуже складний механізм. Для виконання насосної функції серце має:

- функцією автоматизму, що полягає у виробленні електричних імпульсів без зовнішнього впливу;
- функцією провідності, можливості проведення збудження до різних відділах серця;
- функцією збудливості, здатності провідної системи серця і скорочувального міокарда порушуватися під впливом електричних імпульсів;
- функцією скоротливості, здатності міокарда до скорочення в відповідь на його збудження.

Порушення серця являє собою виникнення трансмембранного потенціалу, тобто електричного струму, а наступним збуджується і скоротливий міокард. Для різних фаз, при яких формується трансмембранний потенціал, збудливість міокарда є різною. Початок формування (фази 0,1,2) - відбувається в абсолютному рефракторному періоді міокардіального волокна,

в самому кінці формування (фаза 3) - званим відносним рефракторним періодом, додатковий стимул викликає повторне порушення клітини. Під час діастоли (фаза 4) відбувається повне відновлення збудливості міокарда [1,5].

1.4 Основні показники серцевої діяльності людини

Показники серцевої діяльності слугують для оцінки стану серцево-судинної системи. Саме моніторинг та оцінка показників скорочує ризик захворюваності. Виділяють основні показники: систолічний і хвилинний об'єм серця, артеріальний тиск, пульс, рівень насичення крові киснем, ритм серця (частота серцевих скорочень).

1.4.1 Систолічний і хвилинний об'єм серця

Показниками роботи серця є систолічний і хвилинний об'єм серця. Систолічний, або ударний, об'єм серця - це кількість крові, яку серце викидає у відповідні судини при кожному скороченні. Величина систолічного об'єму залежить від розмірів серця, стану міокарду і організму.

У дорослої здорової людини при відносному спокої систолічний об'єм кожного шлуночка складає приблизно 70-80 мл. Таким чином, при скороченні шлуночків в артеріальну систему надходить 120-160 мл крові.

Хвилинний об'єм серця - це кількість крові, яку серце викидає в легеневий стовбур і аорту за 1 хв. В середньому хвилинний об'єм складає 3-5л. Систолічний і хвилинний об'єм серця характеризує діяльність всього апарату кровообігу.

Є дані по яких лікар судить про роботу серця за зовнішніми проявами його діяльності, до яких відносяться верхівковий поштовх, серцеві тони.

Серце під час систоли шлуночків здійснює обертальний рух, повертаючись зліва направо. Верхівка серця піднімається і натискає на грудну клітку в області п'ятого міжреберних проміжків. Під час систоли серце стає

дуже щільним, тому натиснення верхівки серця на міжреберний проміжок можна бачити (вибухне, випинання), особливо у худорлявих суб'єктів. Верхівковий поштовх можна промацати (пальпувати) і тим самим визначити його межі і силу.

Серцеві тони - це звукові явища, що виникають в працюючому серці. Розрізняють два тони: I-сistolічний і II -діастолічний.

У походження систолічного тону беруть участь головним чином атріовентрикулярні клапани. Під час систоли шлуночків атріовентрикулярні клапани закриваються, і коливання їх стулок та прикріплених до них сухожильних ниток обумовлюють I тон. Крім того, в походженні I тону беруть участь звукові явища, які виникають при скороченні м'язів шлуночків. За своїми звуковими особливостями I тон протяжний і низький[16].

Діастолічний тон виникає на початку діастоли шлуночків під час протодіастолічної фази, коли відбувається закриття півмісячних клапанів. Коливання стулок клапанів при цьому є джерелом звукових явищ. За звуковою характеристикою II тон короткий і високий.

1.4.2. Артеріальний тиск

Артеріальний тиск (АТ) - тиск, який чинить кров на стінки артерій. Він нерівномірний і коливається в залежності від фази роботи серця. У систолу, коли серце скорочується і викидає в судини чергову порцію крові, тиск збільшується. А в діастолу, коли серце розслабляється і наповнюється кров'ю, тиск в артеріях зменшується. Тиск крові на стінки артерій в систолу називають «верхнім» або систолічним, а в діастолу - «нижнім» або діастолічним. Значення АТ прийнято записувати через дріб: першим - верхнє, другим - нижнє.

Розрізняють систолічний, діастолічний, пульсовий і середній артеріальний тиск. Систолічний (максимальне) тиск відображає стан міокарда лівого шлуночка серця. Його величина 100-120 мм рт. ст. Діастолічний (мінімальний) тиск характеризує ступінь тону артеріальних стінок. Воно дорівнює 60-80 мм рт. ст.

Середній артеріальний тиск дорівнює сумі діастолічного $\frac{1}{3}$ з пульсового тиску. На величину артеріального тиску впливають різні чинники: вік, час доби, стан організму, центральної нервової системи і т.д. Зазвичай подібні зміни або не дуже часті, або не дуже сильні, і протягом доби не перевищують 20 мм. рт. ст. - для систолічного, 10 мм. рт. ст. - для діастолічного.

З віком максимальний тиск збільшується більшою мірою, ніж мінімальний. Протягом доби спостерігається коливання величини тиску: вдень воно вище, ніж вночі.

Значне підвищення максимального артеріального тиску може спостерігатися при важкому фізичному навантаженні, під час спортивних змагань та ін. Після припинення роботи або закінчення змагань артеріальний тиск швидко повертається до вихідних показників. Підвищення артеріального тиску називається гіпертонією. Зниження артеріального тиску називається гіпотонією. Гіпотонія може наступити при отруєнні наркотиками, при сильних травмах, великих опіках, великих крововтратах.

1.4.3. Пульс

Пульс характеризується рядом якостей, які визначаються шляхом пальпації найчастіше променевої артерії в нижній третині передпліччя, де вона розташована найбільш поверхнево; пальпаторно визначають наступні якості пульсу: частоту - кількість ударів в 1 хв, ритмічність - правильне чергування пульсових ударів, наповнення - ступінь зміни обсягу артерії, що встановлюється за силою пульсового удару, напруга - характеризується

силою, яку треба докласти, щоб здавити артерію до повного зникнення пульсу .

Кровообіг в капілярах - ці судини пролягають в міжклітинних просторах, тісно примикаючи до клітин органів і тканин організму. Загальна кількість капілярів величезна. Швидкість кровотоку в капілярах невелика і складає 0,5-1 мм / с.

Таким чином, кожна частка крові знаходиться в капілярі приблизно 1 с. Невелика товщина цього шару і тісний контакт його з клітинами органів і тканин, а також безперервна зміна крові в капілярах забезпечують можливість обміну речовин між кров'ю і міжклітинною рідиною [17].

Кількість скорочень в 1 хв, залежить головним чином від функціонального стану блукаючих і симпатичних нервів. При збудженні симпатичних нервів частота серцевих скорочень зростає. Це явище носить назву тахікардії. При порушенні блукаючих нервів частота серцевих скорочень зменшується - брадикардія.

1.4.4. Рівень насичення крові киснем

Рівень насичення крові киснем - це один з основних показників, за яким судять, чи потрібно дати пацієнту кисень через маску і чи потрібна йому штучна вентиляція легенів. Саме тому рівень насичення крові киснем враховують, коли вирішують, чи потрібна пацієнту госпіталізація.

Вірус вражає легені, а конкретно тканину, що вистилає легеневі альвеоли. При важкій пневмонії в легенях порушується перехід кисню з повітря в кров.

Всесвітня організація охорони здоров'я раніше рекомендувала давати кисень пацієнту, у якого цей показник нижче 90%. Правда, зараз в рекомендаціях немає конкретного показника.

У здорової людини цей показник становить 95% і вище. Зазвичай це говорить про те, що тканини організму не страждають від нестачі кисню і наші легені досить ефективно «передають» кисень в кров.

1.4.5. Ритм серця

Ритм серця - показник, який часто використовують для діагностики функціонального стану людини, залежить від взаємодії симпатичних і парасимпатичних впливів з вегетативної нервової системи. При цьому зростання напруженості в роботі серця може виникати з двох причин - в результаті посилення симпатичної активності і зниження парасимпатичної.

Ритм серця може змінюватися під впливом гуморальних впливів, зокрема температури крові, що протікає до серця. У дослідях було показано, що місцеве роздратування теплом області правого передсердя (локалізація провідного вузла) веде до збільшення частоти ритму серця при охолодженні в цій галузі серця спостерігається протилежний ефект. Місцеве роздратування теплом або холодом інших ділянок серця не відбивається на частоті серцевих скорочень. Однак воно може змінити швидкість проведення збуджень по провідній системі серця і відбитися на силі серцевих скорочень.

Частота серцевих скорочень - важливий показник функціонального стану організму. Рекомендується регулярно в один і той же час доби проводити підрахунок пульсу в стані спокою, найкраще вранці, після сну, в розташуванні лежачи або ввечері перед сном в розташуванні сидючи.

ЧСС істотно різняться в залежності від того, коли і за яких умов цей показник реєструється: в умовах відносного спокою (вранці, лежачи або сидючи, в комфортній обстановці) і під час будь-якого фізичного навантаження, безпосередньо після нього або на різних етапах періоду відновлення. У спокої практично здорового, чи не адаптованого до систематичних фізичних навантажень (нетренованого) молодого чоловіка у

віці 20-30 років коливається в діапазоні 60 - 70 ударів в хвилину (уд \ хв) і 70-75 - у жінок.

З віком ЧСС в спокої трохи зростає (у 60-75-літніх на 5-8 уд \ хв). Щоб задовольнити підвищення постачання кисню до м'язів в процесі виконання роботи, повинен збільшитися обсяг, що надходить до них в одиницю часу крові. Збільшення показника ЧСС безпосередньо пов'язано зі збільшенням МОК.

1.5 Основні захворювання серцево-судинної системи у людини

Захворювання серцево-судинної системи як і раніше залишаються провідною причиною смерті в багатьох країнах світу. Щорічно в світі від захворювань серцево-судинної системи вмирають 17 млн людей.

За даними центрів контролюючих захворюваність і їх профілактику (Centers for Disease Control and Prevention), середня тривалість життя була б на 10 років більше за відсутності такої високої поширеності серцево-судинних захворювань (ССЗ), які охоплюють усі країни і континенти. Вони призводять до тривалої непрацездатності дорослого контингенту населення і вимагають вагомих економічних витрат[18].

Прогнози Всесвітньої Організації Охорони Здоров'я (ВООЗ) не оптимістичні - до 2015 року близько 20 мільйонів чоловік померло від ССЗ, головним чином, від хвороб серця та інсульту, які, за прогнозами, залишаться єдиними основними причинами смертності. На рис.1.5.1 зображено причини смертності від серцево-судинних захворювань у відсотковому значенні.

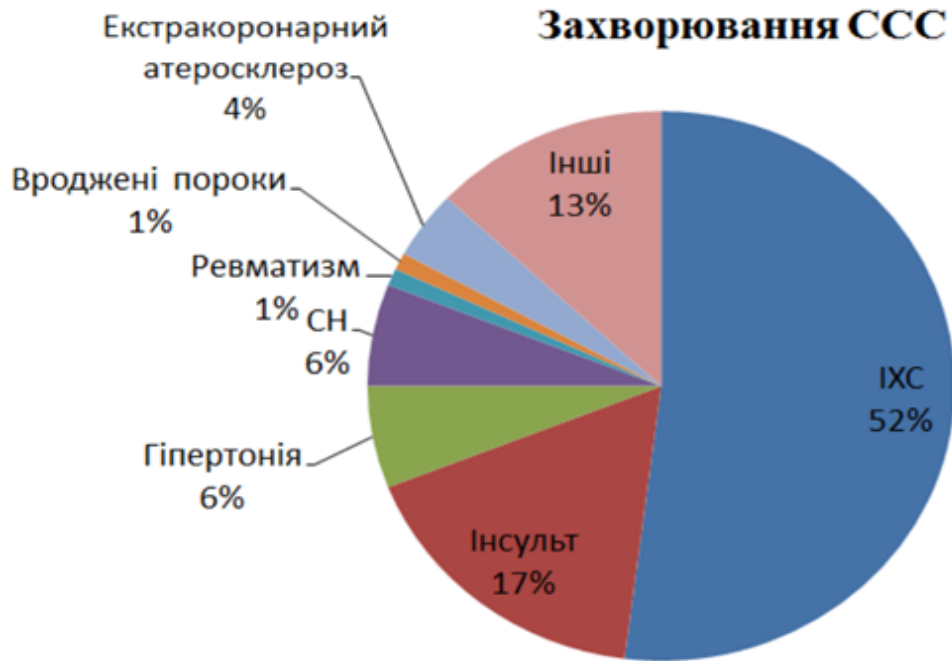


Рис.1.3 - Причини смертності від ССЗ

У перерахунку на 100 тис населення - в 2 рази більше, ніж в Європі і в США, в 1,5 рази більше, ніж в середньому по світу Ішемічна хвороба серця (ІХС) - атеросклероз судин серця становить левову частку серцево-судинних захворювань. ІХС та її ускладнення продовжують лідирувати серед причин смерті в економічно розвинених країнах, незважаючи на значний прогрес в контролі факторів ризику і лікуванні. На «гасіння цієї пожежі» у вигляді захворювань серця і судин кинуті всі сили сучасної медицини і фундаментальних наук.

Найбільш ефективний спосіб боротьби із захворюваннями - це своєчасна діагностика і профілактика. Саме вони дозволяють різко знизити ризик розвитку ССЗ і збільшити тривалість життя людини на 10-15 років.

Історично склалося так, що пов'язують стан здоров'я, головним чином, з рівнем медичного обслуговування, забуваючи про те, що здоров'я на 50% визначається поведінкою самих громадян, їхнім способом життя.

Особливу тривогу викликають показники смертності чоловіків працездатного віку, які в 7 разів перевищують такі в розвинених європейських державах. Мало хто з працюючих чоловіків у віці 30-50 років замислюється про профілактику і своєчасному лікуванні захворювань серця і судин, хоча тепер цей вік є «фактором ризику» по раптового розвитку інфаркту міокарда та інсульту.

Для профілактики ССЗ, їх загострень і ускладнень необхідно:

- - раннє виявлення факторів ризику (спадковість, підвищення артеріального тиску, ожиріння і ін.) У практично здорових людей і їх корекція;
- - обов'язкове медичне спостереження за пацієнтами, у яких вже є ССЗ;
- - застосування в лікуванні ССЗ тільки тих методів і лікарських препаратів, які довели свою ефективність і безпеку в великих міжнародних рандомізованих дослідженнях.

Для успішної боротьби з ССЗ і їх ускладненнями важливий кожен етап: первинна профілактика, рання діагностика, адекватне амбулаторне лікування, максимально швидка діагностика гострих кардіологічних станів, своєчасне стаціонарне лікування, спостереження після хірургічного втручання.

Серцево-судинні захворювання є групою хвороб серця і кровоносних судин, в яку входять: ішемічна хвороба серця - хвороба кровоносних судин, що постачають кров'ю серцевий м'яз; хвороба судин головного мозку - хвороба кровоносних судин, що постачають кров'ю мозок; хвороба периферичних артерій - хвороба кровоносних судин, що постачають кров'ю руки і ноги; ревмокардит - ураження серцевого м'яза і серцевих клапанів в результаті ревматичної атаки, що викликається стрептококковими бактеріями; вроджений порок серця - існуючі з народження деформації будови серця; тромбоз глибоких вен і емболія легень - утворення в ножних венах згустків

крові, які можуть зміщуватися і рухатися до серця і легенів. Інфаркти та інсульти зазвичай є гострими захворюваннями і відбуваються, головним чином, в результаті закупорювання судин, яке перешкоджає току крові до серця або мозку.

Найпоширенішою причиною цього є утворення жирових відкладень на внутрішніх стінках кровоносних судин, що постачають кров'ю серце або мозок. Кровотечі з кровоносної судини в мозку або згустки крові можуть також бути причиною інсульту. Причиною інфаркту міокарда та інсульту зазвичай є наявність поєднання таких факторів ризику, як вживання тютюну, нездорове харчування і ожиріння, відсутність фізичної активності і шкідливе вживання алкоголю, підвищений кров'яний тиск, діабет і гіперепідемія.

Основними факторами ризику хвороб серця та інсульту є неправильне харчування, фізична інертність, вживання тютюну і шкідливе вживання алкоголю. Вплив поведінкових факторів ризику на людину може виявлятися у вигляді підвищення кров'яного тиску, підвищення рівня глюкози в крові, підвищення рівня ліпідів у крові, а також надлишкової маси тіла та ожиріння.

Оцінка цих «проміжних факторів ризику» може проводитися в установах первинної медико-санітарної допомоги, і вони можуть вказувати на підвищений ризик розвитку інфаркту міокарда, інсульту, серцевої недостатності та інших ускладнень. Доведено, що припинення вживання тютюну, зменшення споживання солі, споживання фруктів і овочів, регулярна фізична активність і запобігання шкідливому вживанню алкоголю знижують ризик розвитку серцево-судинних захворювань.

Крім того, для зниження ризику розвитку ССЗ і профілактики інфаркту та інсульту при діабеті, підвищеному кров'яному тиску і підвищеному рівні ліпідів може бути необхідна лікарська терапія. З метою посилення мотивації людей щодо вибору і підтримки здорових форм поведінки необхідна політика в галузі охорони здоров'я, що забезпечує створення сприятливого середовища

для можливості здорового вибору і його прийнятності за вартістю. Для того щоб люди вибирали і підтримували здорові форми поведінки, необхідна політика зі створення навколишнього середовища, сприятливого для забезпечення здорового вибору, його доступності та прийнятності за вартістю. Існує цілий ряд факторів, що впливають на розвиток хронічних хвороб , або основоположних причин. Вони є відображенням основних рушійних сил, що призводять до соціальних, економічних і культурних змін - це глобалізація, урбанізація і старіння населення.

Таблиця 1.1

Статистика захворювань

Причини смерті	Україна	Європа (52 країни)	Найкращі показники
Всі причини	987,4	962,6	Швейцарія - 546,6 Ісландія - 562,7 Італія – 576,3
Захворювання органів кровообігу	609,1	479,4	Франція – 163,8 Іспанія – 187,5 Швейцарія – 188,7 Ізраїль – 197,6
Злоякісні новоутворення	183,7	176,7	Фінляндія – 146,3 Швейцарія – 151,1 Швеція – 154,9
Травми та отруєння	114,2	87,4	Сполучене Королівство – 27,3 Нідерланди – 28,6 Іспанія – 32,9

За офіційними даними Держкомстату [14], в 2016 році з усіх смертей в Україні майже 70% смертей були через серцево-судинних захворювань. Таким чином, офіційна статистика показала, що більшість українців помирають від високого тиску, гіпертонії, інсультів, інфарктів міокарда, серцевої недостатності, стенокардії, аритмії та інших серцево-судинних захворювань. За цими показниками Україна обігнала декілька країн Європи. Відомо також, що за кількістю смертей від хвороб системи кровообігу Україна посідає 1-е місце серед країн Європи. Таку інформацію опублікувала Всесвітня організація охорони здоров'я. Також за цим показником Україна посідає друге місце в світі, поступаючись лише Південно-Африканській Республіці.

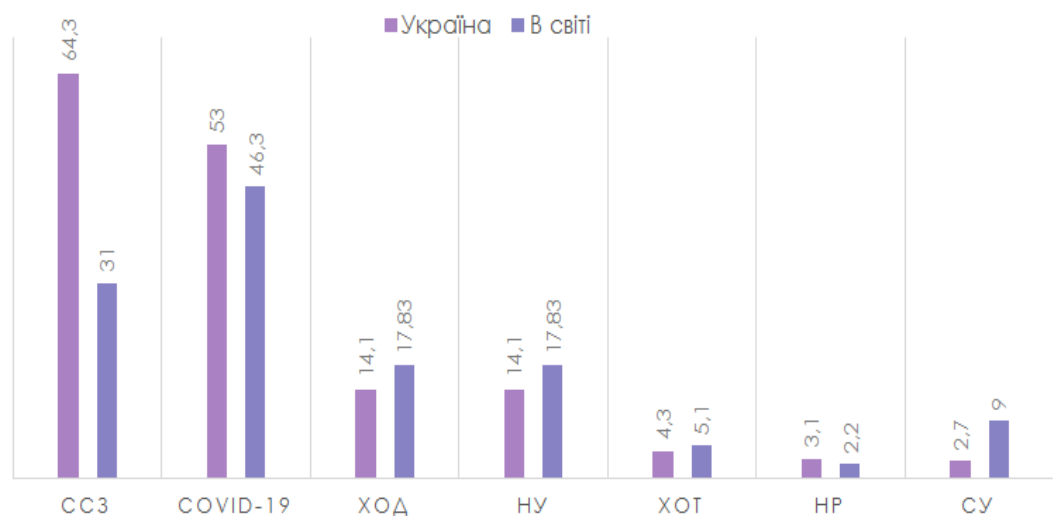


Рис.1.4 - Причини смертності населення

ССЗ - серцево-судинні захворювання; ХОД - хвороби органів дихання;
 НУ - новоутворення; ХОТ - хвороби органів травлення; НР- нервові розлади;
 СУ - самошкодження.

Для того, щоб знизити ризики серцево-судинних захворювань і уберегтися від передчасної смерті, необхідні не тільки відмова від алкоголю, куріння і обмеження жирної їжі.

Всесвітня організація охорони здоров'я однієї з головних причин високої смертності та хвороб системи кровообігу називає харчові звички. Одна з них - це споживання великої кількості солі натрію і недостатнє споживання калію, що негативно позначається на стані кровоносної системи. Так, в середньому в Україні споживання солі становить десять-п'ятнадцять грамів натрієвої солі на добу на людину - при тому, що ВООЗ не рекомендує споживати більше п'яти грам. А споживання калію у середньостатистичного українця становить лише 40% від норми.

1.6 Механізм розвитку серцево-судинних захворювань під час коронавірусної інфекції

SARS-CoV-2 інфікує організм людини через рецептори ангіотензинперетворювального ферменту-2 (АПФ-2), що розташовуються на мембранах майже всіх клітин організму.

Перебіг інфекції можна розподілити на три етапи.

1. Рання стадія, під час якої вірус потрапляє в легеневу паренхіму; починається його реплікація, що супроводжується слабо вираженими симптомами, як-от гарячка, сухий кашель, міалгія та діарея. У пацієнтів спостерігаються подовження протромбінового часу, підвищення концентрації D-димеру й активності лактатдегідрогенази (ЛДГ) у сироватці крові та лімфопенія, котра вказує на чутливість лімфоцитів до вірусної інфекції та їх руйнування. Цей процес особливо стосується Т-хелперів і Т-регуляторів, які відіграють суттєву роль у збереженні гомеостазу та запобіганні посиленій неадекватній запальній відповіді. У більшості заражених осіб інфекція обмежується цим етапом,

причому в деяких пацієнтів, особливо молодшого віку, перебіг є асимптомним;

2. Легенева фаза, під час якої спостерігаються задишка та порушення газообміну з відповідною рентгенологічною картиною легень. Посилюються запальна відповідь із боку хворого, дисфункція ендотелію з подальшим ушкодженням легеневої тканини, гіпоксія та вторинне навантаження на серцево-судинну систему;
3. Період посиленої запальної відповіді з розвитком гострого респіраторного дистрес-синдрому, системної запальної відповіді, шоку та поліорганної недостатності. Активованій запальний каскад спричиняє цитокіновий шторм і системні розлади. У сироватці крові виявляють високу концентрацію інтерлейкінів (ІЛ-2, ІЛ-6, ІЛ-7), фактора некрозу пухлини, інтерферону- γ , С-реактивного білка, прокальцитоніну, ЛДГ, D-димеру та феритину.

Ці маркери є не лише показниками вираженості патологічного процесу, вони також локально та системно активують диференціацію й міграцію імунних клітин, що зумовлює ушкодження тканини легень та інших органів, у т. ч. серця. Певною мірою це явище нагадує картину органного ураження при гемофагоцитарних синдромах, за яких також відбувається раптове вивільнення цитокінів. Ця залежність підтверджується позитивною кореляцією концентрації маркерів запалення з високим змістом маркерів ушкодження міокарда, патологічними змінами на електрокардіограмі (ЕКГ) і гіршим прогнозом.

Ендотелій відіграє важливу роль у патофізіології інфекції, спричиненої SARS-CoV-2. Вірус потрапляє в організм людини через рецептори АПФ-2, проникає до ендотеліоцитів і зумовлює їх апоптоз. Судинний ендотелій виявляє паракринну, ендокринну й аутокринну активність і відповідає за судинний гомеостаз. Ендотеліальна дисфункція мікроциркуляторних судин

спричиняє їх спазм і, як наслідок, ішемію органів, запальну реакцію з набряком тканин і посилення протромботичних процесів. У пацієнтів із COVID-19 під час гістологічного дослідження підтверджено наявність ендотеліїту з вогнищевим некрозом у різних судинних ділянках – легенях, серці, нирках, печінці та кишечнику. Ця важлива знахідка не лише пояснює генералізовані клінічні порушення, а й може стати новою терапевтичною метою при COVID-19.

В аспекті коронавірусної інфекції вчені приділяють багато уваги ренін-ангіотензиновій системі (РАС). Як уже зазначалося, зв'язування з АПФ-2 надає вірусу змогу потрапляти всередину клітини, а також відіграє важливу регуляторну роль. Екстраполяція результатів досліджень щодо вірусу SARS-CoV-1 (характеристики котрого схожі на SARS-CoV-2) під час епідемії у 2002-2004 роках дає змогу зробити висновок, що інфекція зумовлює супресію рецепторів АПФ-2, а це може бути підґрунтям для дисфункції міокарда. Відомо, що експериментальне зниження активності АПФ-2 на тваринній моделі спричиняє порушення скоротливості міокарда, підвищення концентрації ангіотензину II й активації генів анаеробного метаболізму. Отже, це потенційний механізм, який у разі супровідної ендотеліальної дисфункції може зумовити ушкодження міокарда.

Водночас гостре ушкодження міокарда більшою мірою асоціюється з ризиком смерті, ніж такі фактори, як вік, цукровий діабет (ЦД), хронічне захворювання легень і наявність ССЗ в анамнезі. Саме тому дисфункція серця під час інфекції потребує подальших поглиблених наукових досліджень, а лікарі повинні бути особливо пильними зі всіма хворими на COVID-19.

Під час ЕКГ діагностичні критерії чинників, що зумовили СН, для хворих, які перенесли COVID-19, є такими самими, як і для загальної популяції.

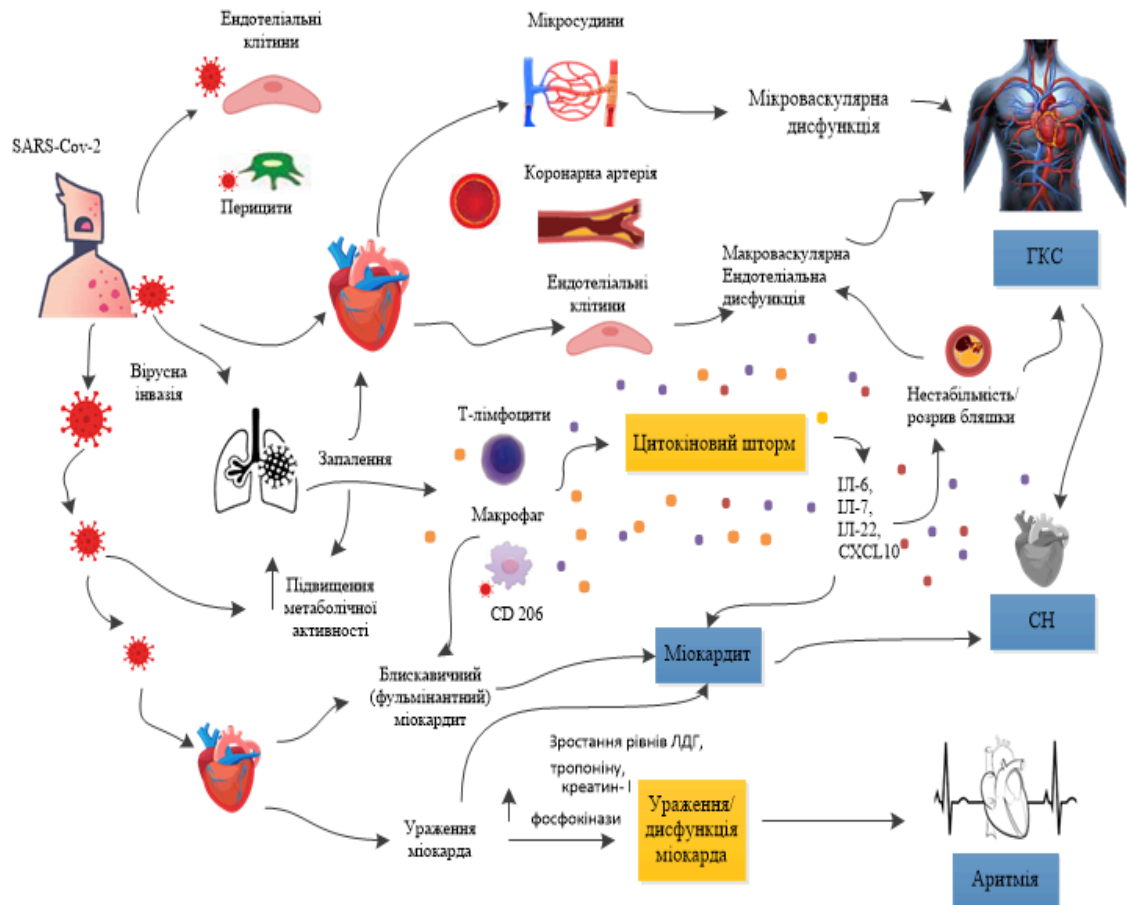


Рис.1.5 - Механізм розвитку серцево-судинних захворювань під час коронавірусної інфекції.

У рекомендаціях Європейського товариства кардіологів (ESC, 2020) схематично представлено (рис.) механізм дії вірусу SARS-CoV-2, що спричиняє COVID-19, на різні органи та системи: легені (внаслідок чого виникає коронавірусна пневмонія), ураження ендотелію (зокрема, судин мікроциркуляторного русла, що призводить до мікроеваскулярної дисфункції, зростання ймовірності гострого коронарного синдрому – ГКС).

При ураженні міокарда вірусом SARS- CoV-2 підвищуються рівні кардіомаркерів – тропоніну I, ЛДГ, розвиваються аритмії, міокардит, СН, асоційовані з COVID-19. Цитокіновий шторм, який виникає через дисбаланс активації Т-клітин із порушенням регуляції вивільнення ІЛ-6, ІЛ-7 та інших цитокінів, може спричиняти ССЗ під час COVID-19. Активація імунної

системи в поєднанні з імунометаболічними порушеннями здатні спровокувати нестабільність бляшок і ГКС (насамперед в осіб молодого віку).

Доведено, що для потрапляння в клітину шипоподібний S-білок вірусу SARS-CoV-2 зв'язується з рецепторами ангіотензинперетворювального ферменту-2 (АПФ-2) на поверхні клітини хазяїна. Високим рівнем експресії АПФ-2, що є основним компонентом ренін-ангіотензин-альдостеронової системи (РААС), задіяної в патофізіології кардіоваскулярних захворювань, відрізняються легені, серце, судини, нирки, шлунково-кишковий тракт. ССЗ, асоційовані з COVID-19, імовірно, спричинені порушенням регуляції РААС/АПФ-2 через інфікування SARS-CoV-2 й супутню патологію, наприклад АГ. ССЗ у разі COVID-19 можуть бути як первинними, так і вторинними відносно гострого ураження легень, що призводить до збільшення навантаження на серце та є потенційно небезпечним для хворих із наявною СН.

Висновки до розділу 1

У першому розділі дипломного проекту була розглянута робота серцево-судинної системи в цілому, її показники та основні захворювання. Потрібно відмітити актуальність даної теми, адже серце та судини становлять систему кровообігу. Завдяки періодичним скороченням серця, до органів і тканин організму рухається кров по кровоносним судинам. Цей безперервний процес з'єднує серце, судини та кров у єдину замкнуту систему, діяльність якої становить ядро життєздатності організму в цілому.

Дослідження серцево-судинної системи відбувається за основними показниками: систолічний і хвилинний об'єм серця, артеріальний тиск, пульс, рівень насичення крові киснем, ритм серця (частота серцевих скорочень).

Рання діагностика показників CCC може передбачити велику кількість хвороб серця. Адже за останнє десятиліття зростає рівень розвитку серцево-судинних захворювань, таких як ішемічна хвороба серця. В результаті чого зростає рівень смертності в декілька разів. З появою нового вірусного захворювання SARS-CoV-2, що впливає на серцево-судинну систему, смертність від ІХС зростає.

Отже, гострий запальний процес у разі COVID-19 зумовлює погіршення ішемічних розладів в умовах уже наявних захворювань серцево-судинної системи та провокує системну запальну відповідь організму з наростанням ендотеліальної дисфункції та прокоагулянтної активності крові. Хронічне запалення відіграє провідну роль у патогенезі СН, особливо небезпечними при COVID-19 є запальне пошкодження міокарда та, як наслідок, гостра декомпенсація СН на тлі цитокінового шторму, під час якого спостерігається неконтрольована імунна відповідь організму з активацією та проліферацією лімфоцитів і макрофагів. Цілком логічним є виявлення серед хворих на COVID-19 осіб із ССЗ, зокрема СН, із доказами запального

ушкодження міокарда для пріоритетного лікування та, можливо, проведення агресивнішої терапії.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

2.1. Аналіз методик дослідження ССС

Огляд хворого вважається одним з найпоширенішим методом в діагностичній медицині. В історії клінічної медицини відомо чимало випадків встановлення діагнозу на основі огляду хворого. Не дивлячись на те, що на сьогоднішній день сучасні практичні лікарі мають у своєму розпорядженні високоякісне обладнання, необхідно надавати належного значення огляду хворого – цьому технічно простому, але надто важливому методу діагностичного обстеження.

2.1.1. Опитування хворого або збір анамнезу

Добре зібраний анамнез значно полегшує діагностику, та дозволяє припустити чи є ураження одного органу, чи декількох. Бесіда з хворим має проходити повільно в спокійнішому оточенні. Вона має складатися з таких пунктів: головні скарги, стан здоров'я протягом життя, захворювання в родині (спадковість), спосіб життя та звички, скарги на роботу органів та систем організму. Після розповіді хворого про захворювання слід розпитати його про стан інших органів та систем організму. Слід звернути увагу на загальні ознаки, які характерні при захворюваннях серцево-судинної системи, таких як стенокардія, задишка, кровохаркання та інші.

2.1.2. Фізичне обстеження

Під час бесіди з хворим вивчають його поведінку, характер дихання та оглядають відкриті частини тіла: лице, шию, руки. Колір шкірних покривів визначається співвідношенням чотирьох пігментів: меланіну, каротину,

гемоглобіну та оксигемоглобіну. Оскільки різке зменшення рівня оксигемоглобіну призводить до розвитку ціанозу. Периферичний ціаноз є характерним для серцевої недостатності. Тимчасове збліднення шкірних покривів спостерігається при втраті свідомості чи стані страху. Постійна блідість в зв'язку із зменшенням вмісту гемоглобіну і еритроцитів в шкірних капілярах є характерною для анемії.

Жовтуватий відтінок шкіри спостерігається при вадах трьохстулкового, а не різко виражена жовтуха – при важкій серцевій недостатності. Медичний огляд До нього відноситься: - вимірювання артеріального тиску, - визначення ЧСС та ритму серця, - дослідження пульсу, - огляд шийних вен, - виявлення набряків, вислуховування легень, серця та судин.

Артеріальний тиск слід вимірювати в стані спокою. Рівень артеріального тиску може відрізнятися у положенні лежачи, сидячи, стоячи. Відчуття легкого запаморочення, яке з'являється при переході у вертикальне положення, можна пояснити зниженням артеріального тиску, пов'язаним зі зміною положення тіла.

Деколи слід вимірювати артеріальний тиск на обох руках. Оскільки, різниця тиску на руках може свідчити про часткову перешкоду кровоплину в аорті, а також артеріях, які відходять до неї до верхніх кінцівок. Тиск в артерії менший після звуженої ділянки, ніж до перешкоди кровоплину. Визначення частоти серцевих скорочень і ритму серця. Пульс слід рахувати за 15 секунд і помножити отримане значення на 4, для того щоб отримати значення частоти серцевих скорочень за хвилину.

Під час детального обстеження промацують на багатьох судинах: на зап'ястях, із внутрішнього боку ліктьової ямки (на плечових артеріях), сонних артеріях на шиї, над черевною аортою, на стегновій артерії в паху, на підколінних артеріях у підколінних ямках, на тильних артеріях обох стоп, на задній гомілковій артерії (на внутрішній поверхні гомілки за внутрішньою

щиколоткою). Відсутність або ослаблення пульсації над кожною з цих ділянок може свідчити про перешкоду кровоплину вище місця визначення пульсу.

2.1.3 Огляд вен шії

Досліджується пульсація вен, яку називають ще венним пульсом, більше під час огляду людини. При цьому слід уважно подивитися на шию в різних положеннях: коли людина лежить трохи піднявши голову або сидить. У цьому разі в нормі простежується слабке роздуття головних шийних вен – яремних вен, що пов'язано з биттям серця. Стан яремних вен дає змогу оцінити тиск у правих відділах серця.

Якщо тиск у правих відділах серця підвищений, то кров що надходить з яремних вен у серце, під час його скорочення частково повертається, а це призводить до підвищення рівня роздуття яремних вен. Спостерігаючи за венозним пульсом можна приблизно визначити тиск у правих відділах серця та оцінити надлишкову кількість рідини в кровоносному руслі.

2.2.Засоби дослідження ССС

Серед сучасних засобів дослідження серцево-судинної системи виділяють основні, що реєструють зміни стану серцево-судинної системи та попереджають про можливі захворювання. Саме від засобів та методів дослідження залежить подальше діагностування серцево-судинної системи. Деякі з засобів дослідження мають переваги, які значно перевищують недоліки, наприклад доступність, ціна дослідження та швидкість результатів.

2.2.1. Електрокардіографія

Електрокардіографія - це перший інструментальний метод дослідження біоелектричних потенціалів, що генеруються м'язами працюючого серця.

Крива, що відображає зміну цих потенціалів в часі, називається електрокардіограмою, а медичні прилади для її реєстрації - електрокардіографами.

На рис.2.2.1 зображено блок-схему електрокардіографа, який реєструє зміну біоелектричних потенціалів в часі.



Рис.2.1 – Блок-схема електрокардіографа

Кардіограф (електрокардіограф) - це медичний багатоканальний (може мати 1,3,6,12 каналів відведення) комп'ютерний портативний прилад, який використовується для проведення електрокардіографічних обстежень в кардіологічних відділеннях лікарень, в кабінетах інтенсивної терапії та функціональної діагностики поліклінік і стаціонарів, в машинах швидкої допомоги і в приватній практиці.

Будь-кардіограф повинен прийняти і посилити серцеві сигнали, очистити їх від шумів. Чим більше відведень електрокардіограми може зареєструвати кардіограф, тим вищий ступінь очищення кардіосигналів від шумів він виробляє. І тим більше точно він реєструє навіть найменші відхилення в роботі серця.

Сучасний кардіограф - багатфункціональний, високоточний, компактний і надійний прилад, зручний і нескладний у використанні, має

ергономічний дизайн і малі габарити - необхідний в медичній практиці. Більш того, вважається, що кардіограф уже в недалекому майбутньому стане затребуваним медичним приладом для домашнього користування. Уже сьогодні прості громадяни бажають купити кардіограф з метою контролювати роботу серця амбулаторно.

Кардіограф забезпечений висококонтрастним рідкокристалічним дисплеєм і вбудованим акумулятором. ЕКГ реєструється в 1 (3,6,12) відведеннях з автоматичним інтерпретування результатів вимірів. Вбудований принтер сучасного кардіографа роздруковує електрокардіограму і висновок. Т

аким чином - автоматично виявляється серцеве захворювання і ставиться діагноз. Звичайно, останнє слово завжди тільки за лікарем, але мати можливість виявити відхилення в роботі серця на ранніх стадіях - це значить запобігти настанню інфарктів, аритмій та інших небезпечних захворювань серця.

Кардіограф фіксує напругу, або різницю електричних потенціалів між двома точками. Тобто відбувається реєстрація сумарної електричної активності серця. Клітини міокарда, перебуваючи в стані спокою, заряджені зовні позитивно, а зсередини негативно. При цьому на стрічці ЕКГ, яку реєструє кардіограф, фіксується ізолінія, тобто пряма лінія. Коли провідна система серця поширює збудження (електричний імпульс), клітинні оболонки міокарда переходять у стан збудження. При цьому полярність клітинних мембран змінюється на протилежну (зовні "-", зсередини "+"), відбувається деполяризація. Після чого через деякий час клітини міокарда відновлюють первинну полярність, переходячи в стан спокою, відбувається реполяризація.

Електричний імпульс, який посилає кардіограф, послідовно поширюється по відділах серця, викликає деполяризацію клітин міокарда. В процесі деполяризації клітина зсередини виявляється частково позитивно

зарядженої, а частково - негативно зарядженої. У цей момент виникає різниця потенціалів, яку фіксує кардіограф. Скорочення міокарда відповідає деполяризації, розслаблення - реполяризації. Кардіограф записує електрокардіограму у вигляді сумарної різниці потенціалів всіх клітин міокарда, її ще називають електрорушійною силою серця.

Електрокардіограма (ЕКГ) здорових людей в істотному ступені залежить від їх статури, віку, умов знімання біоелектричних потенціалів і їх реєстрації. Проте, на кривій ЕКГ завжди можна розрізнити певні зубці та інтервали, що відображають послідовність збудження м'язи серця. При виникненні захворювань амплітуди зубців і їх тривалість, а також тривалість інтервалів між зубцями, можуть значно змінюватися. Перші електрокардіографи з'явилися в медичних установах приблизно в 1910 р, і хоча з тих пір вони були істотно вдосконалені, сам метод електрокардіографії зазнав лише незначні зміни.

ЕКГ дозволяє діагностувати різні види патології серця. Дослідження ЕКГ роблять з метою :

- визначення ритму серця (синусовий, вузловий та ін.);
- визначення частоти серцевих скорочень (ЧСС);
- виявлення порушень провідності - синоартеріальна (СА) блокада, атріовентрикулярна (АВ) блокада, блокади ніжок пучка Гіса;
- виявлення порушень ритму - позачергових серцевих скорочень (екстрасистол), фібриляції передсердь (або миготливої аритмії), тріпотіння передсердь, вузловий тахікардії (АВУРТ), синдрому WPW та ін.;
- діагностувати ішемічну хворобу серця (ІХС), гостре або хронічне ушкодження міокарда; отримати інформацію про внесердечної патології (тромбоемболія легеневої артерії та ін.).

Електрокардіограмою називається періодична крива, яка відображає поширення збудження по міокарду.

Реєстрація ЕКГ здійснюється за допомогою біполярних і уніполярних відведень. При біполярних обидва електроди є активними, тобто реєструється різниця потенціалів між ними. При уніполярних відведеннях реєструється різниця потенціалів між активним електродом і індиферентним, які мають нульовий потенціал. Його утворюють інші електроди, з'єднані разом. Біполярними є стандартні відведення, запропоновані Ейнтховеном, а уніполярними посилені відведення від кінцівок. Стандартних відведень три: I відведення - права і ліва рука, II права рука і ліва нога, III - ліва рука і ліва нога. При підсилених відведеннях реєструється різниця потенціалів між активним електродом на одній з кінцівок і індиферентним, утвореним електродами на двох інших кінцівках.

При відведенні aVR активний електрод знаходиться на правій руці, aVL - на лівій, а aVF - лівій нозі. Посилені відведення служать для отримання більшої амплітуди елементів електрокардіограми. Відведення від кінцівок дають фронтальну проекцію поширення збудження. Його горизонтальну проекцію відображають грудні уніполярні відведення по Вільсону. Таких відведень шість: V_1 - четверте міжребер'ї біля правого краю грудина, V_2 - четверте міжребер'ї біля лівого краю грудина, V_3 - точка між V_2 і V_4 , V_4 - в п'ятому міжребер'ї по середньключичної лінії, V_5 - на передній пахвовій лінії, V_6 - середній пахвовій лінії.

На ЕКГ виділяють позитивні і негативні зубці P, Q, R, S, T, а також сегменти і інтервали. Напрямок зубців визначають щодо ізоелектричної лінії, при цьому позитивні спрямовані вгору. Сегментами називаються відстані між двома зубцями.

Наприклад сегмент PQ це проміжок між кінцем зубця Р і початком зубця Q. Інтервали включають 1 зубець і наступний за ним сегмент. Тому інтервал PQ це відстань від початку зубця Р і до початку зубця Q.

Зубець Р називається передсердним. Він відображає поширення збудження по обом передсердиям. Його тривалість 0,05-0,1 сек., А амплітуда до 0,25 мВ.

Сегмент PQ свідчить про повне охоплення обох передсердь збудженням, а також його поширення на атріовентрикулярний вузол і пучок Гіса. Загальна тривалість інтервалу PQ 0,12-0,18 сек.

Комплекс QRST називають шлуночкових. Зубець Q відображає збудження сосочкових м'язів. R - поширення збудження по шлуночках, а S повне охоплення збудженням обох шлуночків. Тому комплекс зубців QRS називається електричною систолою шлуночків. Його тривалість 0,06-0,09 сек, а амплітуда зубця R 1-1,5 мВ.

Амплітуда зубця Q не повинна перевищувати $1/4 R$, а його тривалість бути не більше 0,03 сек. Величина і тривалість зубця S не вимірюються. Сегмент ST вказує на повне охоплення збудженням міокарда шлуночків. Зубець T відповідає фазі реполяризації шлуночків. Його амплітуда 0,05 - 0,25 мВ, а тривалість 0,16-0,24 сек. Загальна тривалість інтервалу PQ 0,12-0,18 сек.

Величина і тривалість зубця S не вимірюються. Сегмент ST вказує на повне охоплення збудженням міокарда шлуночків. Зубець T відповідає фазі реполяризації шлуночків. Його амплітуда 0,05 - 0,25 мВ, а тривалість 0,16-0,24 сек. Загальна тривалість інтервалу PQ 0,12-0,18 сек.

Величина і тривалість зубця S не вимірюються. Сегмент ST вказує на повне охоплення збудженням міокарда шлуночків. Зубець T відповідає фазі реполяризації шлуночків. Його амплітуда 0,05 - 0,25 мВ, а тривалість 0,16-0,24 сек. Сегмент ST вказує на повне охоплення збудженням міокарда

шлуночків. Зубець Т відповідає фазі реполяризації шлуночків. Його амплітуда 0,05 - 0,25 мВ, а тривалість 0,16-0,24 сек. Сегмент ST вказує на повне охоплення збудженням міокарда шлуночків. Зубець Т відповідає фазі реполяризації шлуночків. Його амплітуда 0,05 - 0,25 мВ, а тривалість 0,16-0,24 сек.

2.2.2. Реографія

Реографія – неінвазивний метод дослідження пульсового кровонаповнення органів і частин тіла, який базується на реєстрації зміни струму високої частоти під час його проходження через тканини організму. В залежності від зони дослідження розрізняють грудну реографію, реографію легень, реографію судин головного мозку, реографію судин кінцівок.

Реограф (рис.2.2.2) може використовуватися для оцінки стану центрального і периферичного кровообігу при гострих і хронічних порушеннях в різних судинних участках, розмежування функціональної і органічної судинної патології. Залежно від застосовуваної системи реографічних відведень комплекс може використовуватися для проведення реоенцефалографічних, реовазографічних, реокардіографічних і реогепатографічних досліджень.



Рис.2.2 - Вигляд реографа

Закладені в режим реокардіографія методики інтегральної реографії поєднанні з можливістю проведення тривалого моніторингового спостереження дозволяють використовувати комплекс для контролю ефективності фармакотерапевтичного і хірургічного втручань. Повна атравматичність, нешкідливість досліджень, висока оперативність отримання даних робить комплекс незамінним як в клінічній, так і в науково-дослідницькій практиці.

Для оцінки функціонального стану серцево-судинної системи досить часто використовується метод тетраполярної реографії. За допомогою цього методу експериментальним шляхом визначають такі важливі параметри центральної гемодинаміки, як систолічний (СОК, мл) і хвилинний (ХОК, л/хв) об'єми крові. Систолічний і хвилинний об'єми крові представляють фізіологічні показники, які найбільш повно характеризують кровопостачання організму в цілому. Вони залежать від віку, статі, ваги людини, положення тіла у просторі, температури навколишнього середовища, рівня тренуваності тощо.

Змінюються ці параметри і при захворюваннях серця, що призводить до декомпенсації серцево-судинної системи, яка може супроводжуватися наприклад, вираженим зниженням ХОК. Нормалізація ж величин СОК і ХОК у процесі лікування або реабілітації може свідчити про ефективність терапевтичних і відновлювальних заходів.

2.2.3. Сфігмографія

Сфігмографія – це неінвазивний метод дослідження серцево-судинної системи, який базується на графічній реєстрації коливань артеріальних стінок при проходженні пульсової хвилі. Утворення пульсової хвилі є тісно пов'язане з викидом ударного об'єму крові в аорту, який викликає приріст тиску в артеріях та їх розширення, і визначається, як артеріальний пульс.

Формування артеріального пульсу під дією сили та швидкості серцевих скорочень, ударного об'єму крові та артеріального тиску, еластичності і тонуусу стінок артерій відображається на пульсовій кривій – сфігмограмі.



Рис.2.3 - Набір для проведення сфігмографії

Сфігмограми, які записані в однієї і тієї самої людини, можуть відрізнятися в залежності від анатомічної локалізації приймача пульсу, фізичних властивостей датчиків та фізико-математичних характеристик кривих. Криві пульсу, які зареєстровані на артеріях, що розташовані ближче до серця (дуга аорти, підключична і санні артерії), називаються сфігмограмами центрального пульсу. В свою чергу сфігмограма периферичного пульсу визначає особливості поширення пульсової хвилі в

периферичних артеріях. Система для сфігмографічних досліджень зображена на рис.2.2.3, яка складається з приймача пульсових коливань, датчиків (перетворювачів сигналу) та реєструючого прибору.

Самими поширеними в практиці є приймачі у вигляді манжету, який закріплений навколо шиї чи будь-якого сегменту кінцівки. Криві пульсу, записані за допомогою манжетів, відрізняються деякими особливостями і називаються об'ємними сфігмограмами.

При вивченні фазової структури серцевого циклу і деяких параметрів центральної гемодинаміки виконують дослідження об'ємних сфігмограм та кривих центрального пульсу, пізніше синхронізують з електрокардіограмою та фонокардіограмою.

Також за допомогою сфігмографії досліджують скоротливі властивості міокарда, динаміку сили та швидкість серцевих скорочень, проводять оцінку тону артерій та стан місцевого кровотоку.

За допомогою методу сфігмографії, заснованого на графічній реєстрації коливань артеріальної стінки, традиційно визначається швидкість розповсюдження пульсової хвилі (ШРПХ), яка також є важливим діагностичним показником функціонального стану серцево-судинної системи організму.

У зв'язку з тим, що ШРПХ істотно залежить від таких параметрів як величина артеріального тиску (в основному діастолічного), в'язкість крові, стан навколишніх тканин, тонічна напруга гладкої мускулатури стінок артерій, цей метод уможливорює оцінювання не тільки даної функції, але і функціонального стану судин у цілому. Реєстрована за допомогою цього методу крива (сфігмограма) є такою, що циклічно повторюється з кожним серцевим скороченням. Вона починається крутим підйомом (с-d), пов'язаним із кровонаповненням судини під час систоли серця і позначається як анакрота пульсової хвилі. Після крутого підйому відбувається більш тривалий спуск

кривої – катакрота, яка уривається інцизурою (efg), яка відбиває механічні процеси, пов'язані із закриттям напівмісячного клапана аорти і частковим відтоком крові назад – услід за рухом клапанів.

Проте рух крові назад до серця негайно ж зустрічає перешкоду: закриті напівмісячні клапани, які відбивають хвилю крові. Вона повертається, знов розтягуючи стінки судини (зубець q). Така форма пульсової кривої характерна для центральних сфігмограм, тоді як криві пульсу периферичних судин значно простіші.

Для оцінки функціонального стану крупних артеріальних судин пульсові датчики встановлюють на сонній артерії (на рівні верхнього краю щитовидного хряща), на променевій артерії (в точці промацування пульсу) і на стегновій артерії (середина пахової зв'язки). За відстанню між початками підйомів сфігмограм визначають запізнювання пульсової хвилі. За часом запізнювання пульсових кривих і за відстанню між крапками, із яких записуються Основні методи діагностики функціонального стану серцево-судинної системи організму - пульсові криві, визначається ШРПХ (швидкість розповсюдження пульсової хвилі) судинами м'язового типу (на ділянці соннапроменева артерія) і судинами еластичного типу (на ділянці соннастегнова артерії).

2.2.4 Пульсометрія

Пульсометрія - (від лат. Pulsus - удар, поштовх і грец. Metreo - вимірюю) вимірювання частоти пульсу. Дане діагностування показує відмінність в психофізіологічному стані напругу спортсмена: м'язового, нервово - емоційного, терморегуляторного. За допомогою пульсометрії можна визначити складно виконувані вправи і визначити підготовленість організму до них.

Гідність методу пульсометрії обумовлено наступними критеріями:

- простота;

- доступність підрахунку вихідних показників ЧСС;
- висока оперативність контролю процесів і реакцій в організмі;
- можливість визначити відхилення і виявити зміни на ранніх етапах;
- провести підрахунок оцінки зміни стану організму.

Пульсоксиметр (SpO_2) безперервно вимірює насичення крові периферичних судин киснем (напр., Стопа, палець ноги або руки) неінвазивним методом, процес вимірювання зображено на рис.2.2.4. Він використовується для спостереження за хворими, які схильні до ризику розвитку гіпоксії.



Рис.2.4 - Вимірювання сатурації пульсоксиметром

Спостереження за SpO_2 дає інформацію, як про серцево-судинної, так і про респіраторній системі, і надає детальну інформацію про перенесення кисню в крові. Прилад широко використовується, оскільки ґрунтується на неінвазивному методі вимірювання, виробляє постійні вимірювання, легкий в застосуванні і безболісний.

Пульсоксиметричний датчик містить два світлодіоди, які пропускають червоний і інфрачервоний світло через кінцівки тіла. Переданий світло потім приймається фотодетектором. Насичена киснем кров поглинає світло не так, як збіднена. Тому кількість червоного і інфрачервоного світла, поглиненого

кров'ю, що протікає через зручну периферійну зону тіла, зазвичай палець у дорослих та ступня у новонароджених, може бути використано для обчислення відношення насиченого киснем гемоглобіну до загального гемоглобіну в артеріальній крові. Монітор відображає це відношення як процентний вміст SpO₂. Нормальні значення зазвичай мають величини від 95 до 100%.

Якість вимірювань SpO₂ залежить від правильності застосування і розміру датчика, адекватного потоку крові через місце вимірювання і впливу навколишнього світу.

Пульсометрія, як метод вимірювання серцево-судинної системи, дозволяє встановити залежність реакції організму від величини досконалої фізичного навантаження.

Щоб визначити функціональний стан підготовленості серця, необхідно поррахувати пульс після виконання стандартних вправ. В якості контролю серцевої діяльності і її адаптації до спортивних навантажень, як правило, застосовується вимір пульсу в спокійному статичному стані.

Ортостатична реакція (ОСР), яка визначає різницю пульсу випробуваного при різкій зміні положення тіла, показує СС схильність до різкого зниження артеріального тиску, кисневого голодування головного мозку і іншим відхилень судинної системи. При підрахунку ЧСС норму визначають однакові показники ОСР. Якщо показники розходяться і збільшуються, це означає, що організм погано пристосовується до навантажень

2.2.5 Монітор пацієнта

Монітор пацієнта - це прилад для постійного контролю параметрів життєдіяльності тяжкохворих або оперованих пацієнтів. Монітор пацієнта дозволяє істотно полегшити спостереження за хворими, які перебувають в палатах інтенсивної терапії і реанімації. Сьогодні монітор

пацієнта використовується у всіх клініках, де неможливо обійтися без повноцінного спостереження - будь то повноцінна анестезія або хірургічне втручання, інтенсивна терапія або післяопераційний

Сучасний монітор пацієнта - це медична техніка з широким функціональним профілем, що застосовується для відстеження стану всіх груп пацієнтів - дітей різного віку, включаючи новонароджених, дорослих і людей похилого віку.



Рис.2.5 – Зовнішній вигляд монітора пацієнта

Повний контроль над станом хворого монітор пацієнта здійснює завдяки поєднанню в ньому функцій багатьох медичних апаратів. Монітор пацієнта може комплектуватися і володіти вбудованими акумулятором, термопринтером, датчиками неінвазивного артеріального тиску (НІАТ) і частоти пульсу, датчиками температури тіла, частоти дихання, пульсоксиметром, капнографом, декількома відведеннями ЕКГ і навіть програмою розрахунку фармакологічних доз і аналізу ST сегмента і аритмій.

Прилад оснащений рідкокристалічним екраном, на який одночасно виводяться всі необхідні життєво важливі показники стану пацієнта, що

дозволяє не тільки прийняти своєчасні заходи в разі тривожних сигналів, але і здійснити належну профілактичну роботу, відстежуючи значення показників приладу і проводячи їх аналіз.

Компактний і легкий монітор пацієнта зручний в установці і транспортуванні. Сучасні виробники цього медичного обладнання випускають монітори пацієнта, які призначені для використання в машинах швидкої допомоги.

Різні моделі медичної техніки, об'єднані назвою "монітор пацієнта", Можуть мати до десятка різних варіантів конфігурації. Так звані "бюджетні" моделі моніторів пацієнта зазвичай оснащені стандартним набором для відстеження необхідних параметрів життєдіяльності пацієнта, в той же час інші, більш дорогі моделі цієї медичної техніки, є спеціалізованими базами для оснащення конкретного відділення необхідними модулями, такими, наприклад, як інвазивний артеріальний тиск (ІАТ), серцевий викид (СВ) та інші.

Стандартно контрольовані параметри, які повинен вимірювати монітор пацієнта- це показники ЧСС, сатурації (SpO2), неінвазивного артеріального тиску та ЕКГ. Постійний моніторинг ЕКГ, на жаль, проводиться не завжди: що знаходяться в умовах жорсткої економії російські лікарні часто змушені економити на чому, і зокрема на одноразових електродах. У цьому випадку доцільно оснастити відділення декількома моніторами пацієнта з базовим набором функцій, яких буде достатньо для якісного моніторингу життєвих показників пацієнтів і для їх успішного лікування. Але в ряді випадків, наприклад, коли мова йде про дитячої реанімації або про хворих в дуже важкому стані, стандартного набору функцій, який може відстежити монітор пацієнта, недостатньо.

Є головні характеристики монітора пацієнта:

1. Монітор пацієнта повинен бути довговічним і надійним. Практика показує, що одні монітори пацієнта, введені в експлуатацію, працюють від включення до першої поломки кілька днів, тоді як інші служать вірою і правдою 10-15 років.

2. Параметри, які вимірює монітор пацієнта, повинні бути точними. Тобто, цифри, які виводяться на дисплей приладу, не повинні викликати сумнівів у своїй достовірності. Це можуть гарантувати тільки серйозні шановні компанії-виробники, які розробляють і вдосконалюють свої моделі, вкладаючи в них потужні фінансові та інтелектуальні ресурси. Монітор пацієнта - це дзеркало, яке відображає протікають в організмі пацієнта процеси, і дзеркало це не повинно спотворювати дійсність. Ціна помилки приладу може виявитися занадто дорогою, оскільки вимірюється вона в людських життях.

Таблиця 2.1.

Переваги та недоліки засобів дослідження серцево-судинної системи людини

Засоби дослідження	Переваги	Недоліки
Електрокардіограф	Дешевий метод дослідження, можливість виявлення хвороб серця,	Дослідження лише в даний момент часу, великий вплив зовнішніх чинників
Реограф	Неінвазивний метод дослідження, одночасна реєстрація та обробка сигналів	Не має можливості використовувати за межами лікарні – лише стаціонарний

Сфігмоманометр	Не вимагає живлення, показує максимально точний рівень тиску, недорогий, зручний в транспортуванні	Точність залежить від швидкості стравлювання повітря в манжеті; не можна робити декілька вимірів поспіль
Пульсометр	Моніторинг серцевих скорочень; використовується під час тренувань	Місце розташування датчика
Монітор пацієнта	Вимірювання декількох показників одночасно	Деякі параметри вимірюються інвазивно; лише для стаціонарного використання

Ще одним корисним та високоякісним методом дослідження серцево-судинної системи є електрохемілюмінесцентний аналіз (ECLIA). В основі методу лежить імунологічна реакція антигенів з антитілами. Чутливість і специфічність даного методу дуже висока і становить понад 90%. Матеріалом для дослідження служить сироватка крові або сеча.

Електрохемілюмінесцентний імунологічний аналіз (ELCIA) - це нова техніка розробки імунологічного аналізу, яка використовує концепцію електрохемілюмінесценції. У концепції електролюмінесценції проміжні продукти генерують електрохімічно. Потім ці електронні проміжні сполуки досягають збудженого стану і призводять до випромінювання світла. Довжина хвилі, на якій випромінюється світло, відповідає енергетичному

зазору. Таким чином, хемілюмінесценція виробляється внаслідок одного або декількох реагентів, які електрохімічно виробляються на електроді.

ECLIA не тільки добре погоджується з аналізом ELISA, але й має досить широкий лінійний діапазон, що дозволяє одноразове розведення вимірювань концентрації без необхідності проводити серійні розведення. Відсутність антигенної конкуренції дозволяє одночасно тестувати близькоспоріднені антигени, такі як пластинчасті антигени, що представляють різні алелі одного і того ж білка, що може повідомляти про перехресні реакції - або відсутність таких - серологічних реакцій.

2.3 Аспекти діагностики захворювань серцево-судинної систем при COVID-19

Настороженість щодо COVID-19 у пацієнтів, які вперше звернулися до лікаря зі скаргами на серцебиття і відчуття утруднення в грудях. Оцінка супутніх респіраторних симптомів (лихоманка і кашель) і епідеміологічного анамнезу. При появі скарг на аритмію, відчуття серцебиття, болі і дискомфорт в області серця, епізоди слабкості і запаморочення, синкопальні стани назначається ЕКГ.

Щоденна реєстрація ЕКГ при важкій формі COVID-19. По можливості - друк електрокардіограм здійснювати з внутрішнього монітора, щоб мінімізувати контамінацію обладнання. Контроль рівня біомаркерів. · Роль різних лабораторних маркерів в оцінці тяжкості клінічного статусу і прогнозу у пацієнтів з COVID-19 в даний час вивчається.

Слід розглянути регулярний контроль рівня тропоніну (щодня в ВРІТ, через день - у стаціонарних пацієнтів) для виявлення пацієнтів групи ризику. Ізольованого підвищення тропоніну недостатньо для

діагностики інфаркту міокарда, необхідно враховувати клінічні прояви, зміни ЕКГ, даних ехокардіографії (ЕхоКГ). Частота гострого інфаркту міокарда 1 типу при COVID-19 низька.

Більш високі рівні інтерлейкіну - 6, D-димеру, глюкози, фібриногену, високочутливого С-реактивного білка в плазмі крові є маркерами тяжкості COVID-19 і можуть бути використані для стратифікації ризику і визначення тактики ведення пацієнтів. Діагностика тромботичних ускладнень відповідно до діючих рекомендацій.

BNP або NT-proBNP - біомаркери міокардіального стресу і часто підвищуються у пацієнтів з важкими респіраторними захворюваннями. Клінічна значущість цих змін неясна. Підвищення BNP або NT-proBNP не повинно служити підставою для зміни/інтенсифікації терапії серцевої недостатності за відсутності клінічних підстав.

Проведення ЕхоКГ у пацієнтів з COVID-19 і підвищенням натрійуретичний пептид слід обмежити випадками, коли результати дослідження ймовірно можуть вплинути на результат.

Ехокардіографія

Не рекомендується рутинне виконання в умовах пандемії COVID-19. Використання тільки за показаннями, за умови, що результати дослідження забезпечують клінічну користь:

- погіршення в клінічному стані пацієнта;
- значне підвищення рівня тропоніну;
- значущі зміни на ЕКГ;
- шок;
- серцева недостатність de novo;
- розвинулася стійка аритмія.

Обмежити тривалість дослідження за рахунок участі тільки досвідченого персоналу, використання скорочених протоколів, спрямованих на вирішення конкретної клінічної задачі;

Виконувати дослідження за місцем надання допомоги для зниження ризику поширення інфекції, пов'язаного з транспортуванням пацієнта;

Запис дослідження для можливості дистанційної інтерпретації результату, залучення інших експертів до аналізу;

Черезстравохідну ЕхоКГ, стрес-ЕхоКГ по можливості відкласти;

Обмежити участь в дослідженнях у пацієнтів з підозрюваною/підтвердженою COVID-19 медичного персоналу з груп високого ризику:

- у віці старше 60 років;
- з хронічними серцево-судинними захворюваннями;
- з бронхо-легеневої патологією;
- вагітних.

Ультразвукове дослідження легень

Рекомендовано використовувати для диференціальної діагностики задишки, оцінки характеру, вираженості ураження легеневої тканини і динаміка, особливо в умовах недоступності комп'ютерної томографії (КТ) легень.

Тестування навантаження - навантажувальні тести, як правило, не рекомендовані у осіб з активною інфекцією COVID-19;

Будь-яке питання про можливість виконання навантажувальних тестів повинно вирішуватися кардіологом.

Комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія

Необхідно оцінити доцільність проведення дослідження в кожному конкретному випадку. У пацієнтів з підозрою на інфікування і у пацієнтів з підтвердженою COVID-19 користь від КТ серця в більшості

клінічних сценаріїв, ймовірно, буде нижче, ніж ризик впливу і зараження медичного персоналу. Ці випадки повинні розглядатися на індивідуальній основі.

КТ серця може бути кращим методом обстеження для виключення ІХС або коронарної анатомії високого ризику (у порівнянні з коронарною ангіографією), для виключення тромбозу вушка лівого передсердя і внутрішньосерцевого тромбозу до виконання кардіоверсії.

Термінове виконання КТ серця рекомендується в наступних ситуаціях: ·

Гострий біль в грудній клітці з достатньою клінічною ймовірністю ІХС;

Стабільна біль в грудній клітці з високим ризиком ускладнень або при підозрі на коронарну анатомію високого ризику;

Пацієнти, які потребують термінового втручання (наприклад, транскатетерної імплантації / реконструкції аортального або мітрального клапанів, закриття вушка лівого передсердя);

Оцінка стану вушка лівого передсердя при гострій фібриляції передсердь перед відновленням синусового ритму;

Гострий розвиток кардіоміопатії в стаціонарі при низькій проміжній передтестовій ймовірності ІХС, коли КТ серця може змінити тактику ведення;

Оцінка дисфункції штучного лівого шлуночка;

Гостра симптомна дисфункція протеза клапана, інфекційний ендокардит, можливий абсцес клапана;

Знову виявлені новоутворення серця, ймовірно злоякісні, при необхідності планування біопсії або хірургічного втручання;

Виняток тромбозу лівого шлуночка при сумнівній ЕхоКГ, коли альтернативні діагностичні дослідження (наприклад, магнітно-резонансна томографія (МРТ)) неможливі.

2.4 Розроблена методика оцінювання серцево-судинної системи

Для оцінювання стану серцево-судинної системи необхідно використовувати методику, що поєднує в собі не лише засоби дослідження та обробку результатів, а й безпосередньо програмне забезпечення, що служить аспектом впливу на подальший діагноз.

На рис.2.6 зображено розробку апаратно-програмного комплексу, що складається з трьох етапів: перший етап - збір персональних даних, другий - збір біологічних показників, третій - аналіз та надання рекомендацій.

Перший етап проводиться за допомогою лікарів, як проводять попередній анамнез для визначення чинників впливу на стан системи.

Другий етап пов'язаний з використанням засобів дослідження стану серцево-судинної системи, що служать для отримання значень основних показників характерних для захворювання при COVID-19.

Третій етап поєднує в собі обробку отриманих персональних даних та значення показників серцево-судинної системи. Після чого відбувається надання рекомендацій лікарю щодо додаткових досліджень.

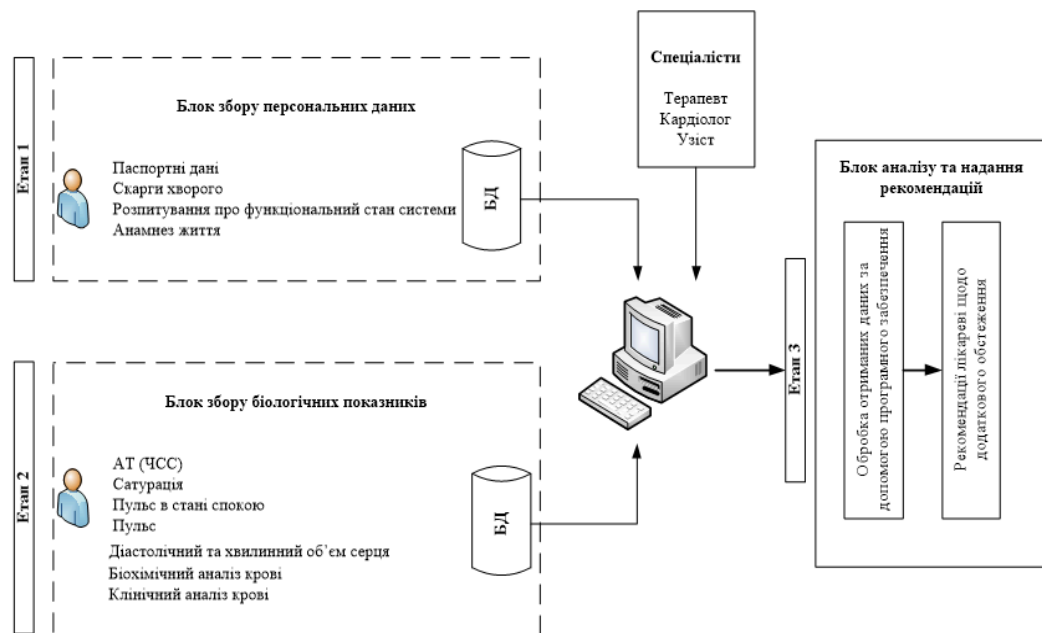


Рис.2.6 - Розробка апаратно-програмного комплексу

На етапі попереднього анамнезу проводиться збір персональних даних про пацієнта, який включає в себе:

1) Паспортні дані

Паспортні дані - це дані про пацієнта такі як ПІБ, стать та вік. Ці дані певне діагностичне значення, адже вони можуть впливати ймовірність появи того чи іншого захворювання.

2) Скарги хворого

Скарги хворого - дані про біль в певній частині організму або хронічні захворювання, що є характерною ознакою для певного виду захворювання. Скарги хворого записуються в певному порядку та нонуються всі деталі, які можуть впливати на результати та виявлення діагнозу.

3) Розпитування про функціональний стан системи

Проводиться для збору даних про стан кожної системи та для подальших рекомендацій щодо дослідження.

4) Анамнез життя

Дані про спосіб життя пацієнта, його шкідливі звички, можливі спадкові вади або операції, травми та інші ушкодження.

На рис.3.3.2 детально зображено етап попереднього анамнезу.

Анамнестичні дані заносять в історію хвороби чи медичного карту пацієнта, в якій зберігається повна інформація про нього, зокрема і анамнестичні дані, на період лікування.



Рис.2.7 - Попередній анамнез

Правильно зібраний анамнез є запорукою встановлення правильного діагнозу і вже на цьому етапі можна встановити або припустити діагноз хворого.

Наступний етап - це збір біологічних показників (табл.2.4), що необхідно досліджувати при COVID 19.

Таблиця 2.2

Лабораторні показники, які необхідно досліджувати при COVID 19

Показники	Значення
-----------	----------

D-димер	Вказують на зв'язок між високими значеннями D-димера (> 1 мкг / мл) і летальним результатом COVID-19.
C-реактивний білок	СРБ підвищений у пацієнтів з COVID-19. Рівень СРБ пов'язаний з тяжкістю перебігу захворювання, смертністю, потребою в О2.
RDW(ширина розподілу еритроцитів)	Норма - 42 ± 5 фл., при важкому перебігу хвороби норма збільшується до 60 фл.
Тропонін	Підвищення тропоніну пов'язане з COVID-19 кардіоміопатією, рідше - з інфарктом міокарда.
Число тромбоцитів	Легка тромбоцитопенія часто зустрічається у пацієнтів з COVID-19. Рідко <100 / мкл; дуже низькі значення вказують на поганий прогноз
Число лімфоцитів	При тяжкому перебігу COVID-19 і високу смертність, постійна або погіршується лімфопенія, співвідношення нейтрофілів до лімфоцитів (NLR) > 3 .
Феритин	Високі рівні розглядаються як прогностичний маркер важкого перебігу COVID-19.

Всі біологічні показники збираються за допомогою засобів дослідження серцево-судинної системи.

На третьому етапі отримані біологічні показники обробляються за допомогою програмного забезпечення. Після чого за алгоритмом на рис.2.8 надаються рекомендації лікарю, щодо подальших дій.

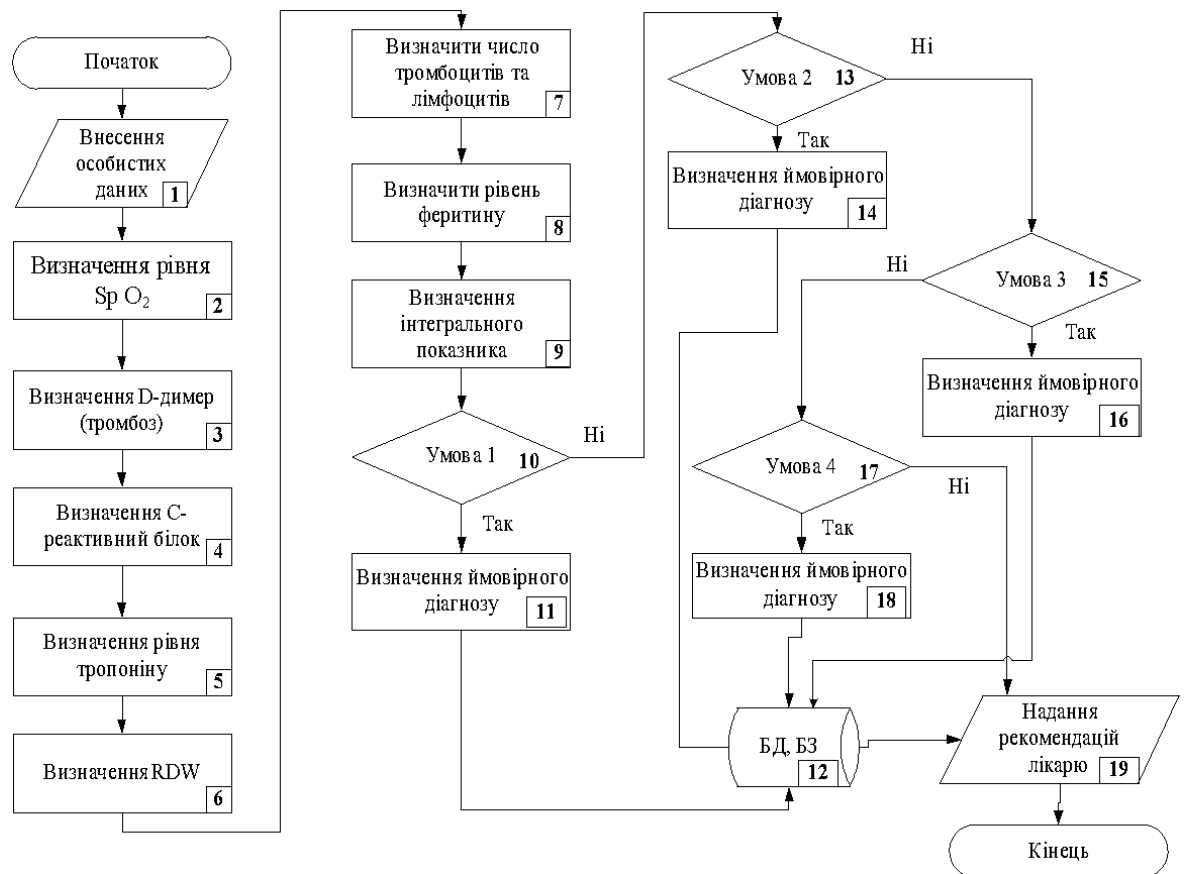


Рис.2.8 - Алгоритм системи прийняття рішень щодо рекомендацій

Відповідно до алгоритму прийняття рішень щодо рекомендацій, після внесення показників визначається інтегральний показник, який після проходження умови дає змогу зробити діагноз та надати подальші рекомендації лікарю.

Висновок до розділу 2

У другому розділі дипломного проекту було розглянуто основні методики, засоби дослідження серцево-судинної системи, а також аспекти діагностики захворювань CCC при COVID-19. Проаналізувавши переваги та недоліки кожного методу, постала задача розробки методики оцінювання стану серцево-судинної системи. Адже існують певні аспекти захворювань при COVID 19, що потребують детальної діагностики.

Кожен етап діагностування перебігу коронавірусної хвороби має бути оснащений необхідним обладнанням та проведенням методикою дослідження CCC для виявлення захворювань.

Розроблена методика оцінювання серцево-судинної системи складається з трьох етапів, що в свою чергу детально описують попередні дії для оцінки.

Перший етап полягає в зборі анамнезу, тобто збір персональних даних: паспортні дані, скарги хворого, анамнез життя, що в свою чергу можуть впливати на виникнення різних видів хвороб.

Наступний етап - збір біологічних показників, що мають особливе значення для хвороб CCC при COVID 19.

На останньому етапі зібрані дані проходять обробку за допомогою програмного забезпечення та за певним алгоритмом. Після отримання оброблених результатів надаються рекомендації лікарю щодо додаткового дослідження.

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА АПАРАТНО- ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ ДІАГНОСТИКИ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

3.1. Середовище розробки та мова програмування

Серед бурхливо розвиваються систем комп'ютерної математики (СКМ), в першу чергу орієнтованих на чисельні розрахунки, особливо виділяється матрична математична система MATLAB. Через велику кількість поставляючих з системою пакетів розширення MATLAB, ця система є і найбільшою з СКМ, орієнтованих на персональні комп'ютери. Обсяг її файлів вже перевищує 3 Гб. Система фактично стала світовим стандартом в області сучасного математичного і науково-технічного програмного забезпечення.

Ефективність MATLAB обумовлена перш за все орієнтована на матричні обчислення з програмною емуляцією паралельних обчислень та спрощеними засобами завдання циклів. Останні версії системи підтримують 64 розрядні мікропроцесори і багатоядерні процесори, наприклад заходів Intel Core 2 Duo та Quad, що забезпечують високі показники за швидкістю обчислень і швидкості математичного імітаційного моделювання.

В MATLAB вдало реалізовані засоби роботи з багатовимірними масивами, великими і розрідженими матрицями і багатьма типами даних. Система пройшла багаторічний шлях розвитку від вузько спеціалізованого матричного програмного модуля, використовуваного тільки на великих ЕОМ, до універсальної інтегрованої СКМ, орієнтованої на масові персональні комп'ютери класу IBM PC, AT і Macintosh, робочі станції UNIX і навіть суперкомп'ютери. MATLAB має потужні засоби діалогу, графіки та комплексної візуалізації обчислень.

Система MATLAB пропонується розробниками (корпорація The MathWorks, Inc.) як лідируючий на ринку, в першу чергу на підприємствах

військово-промислово комплексу, в енергетиці, в аерокосмічній галузі та в машинобудуванні мова програмування високого рівня для технічних обчислень, розширюваний великим числом пакетів прикладних програм - розширень.

Найвідомішим з них стало розширення Simulink, що забезпечує блочне імітаційне моделювання різних систем і пристроїв. Але і без пакетів розширення MATLAB являє собою потужну операційну середу для виконання величезного числа математичних і науково технічних розрахунків і ви чисельний і створення користувачами своїх пакетів розширення і бібліотек процедур і функцій. Нові версії системи мають вбудований компілятор і дозволяють створювати виконувані файли. Типовий комплекс MATLAB + Simulink (рис. 0.1) містить інструментальні «ящики» Toolboxes з великим числом пакетів розширення MATLAB і Blocksets для розширення можливостей системи візуально орієнтованого блочного імітаційного моделювання динамічних систем Simulink. Вони працюють як разом, так і окремо від системи MATLAB + Simulink.

У розробці пакетів розширення для MATLAB беруть участь багато наукових шкіл світу і університети. Багато пакети охоплюють великі напрямки науки і техніки, такі як оптимізація відгуку нелінійних систем, моделювання пристроїв і систем механіки та енергетики, обробка сигналів і зображень, вейвлети, біоінформатика, генні алгоритми, нечітка логіка, нейронні мережі і т. Д.

MATLAB - це середовище і мова технічних розрахунків, призначений для вирішення широкого спектра інженерних і наукових завдань будь-якої складності будь-яких галузях.

Це одночасно:

- Мова інженерних розрахунків
- Графічні додатки (додатки з графічним інтерфейсом)

- Засоби розробки програмного забезпечення
- Більше сотні прикладних програм (toolboxes) - професійних розширень системи і її адаптації під рішення певних класів математичних і науково-технічних завдань.

3.2. Переваги застосування MATLAB

Повноцінний фреймворк для розробки систем та навчання алгоритмів з штучним інтелектом на великих даних для задач машинного зору, обробки сигналів, систем управління та аналізу текстових даних.

Проектування вбудованих алгоритмів за допомогою моделювання та автоматичної генерації коду для систем управління та обробки сигналів.

Створення стендів на базі контрольно-вимірювального обладнання та пристроїв збору даних для автоматизації випробувань і регресивного тестування.

Моделювання за допомогою систем диференціальних рівнянь в чисельному і символьному вигляді, статистичне моделювання та вирішення завдань математичне оптимізації.

Безшовне розгортання алгоритмів на призначених для користувача машинах, корпоративних серверах і web-ресурсах у вигляді програм або бібліотек.

Використання скриптової мови в Simulink дозволяє автоматизувати широкий спектр завдань: перебір параметрів за методом Монте-Карло, аналіз чутливості параметрів моделі, розпаралелювання моделей, підбір оптимальних параметрів, запуск скриптів з будь-якого триггеру в моделі, запуск алгоритмів верифікації та генерації коду, а також автоматична побудова моделей.

3.3. Опис програмно-апаратного комплексу діагностування серцево-судинної системи

Розробка апаратно-програмного комплексу полягає в поєднанні апаратної та програмної частин. Апаратно-програмний комплекс створює збір, обробку, зберігання та відображення інформації про стан серцево-судинної системи в реальному часі.

Апаратна частина складається з пристроїв збору та обробки інформації, в даному випадку ними служать засоби дослідження серцево-судинної системи: електрокардіограф, реограф, монітор пацієнта, пульсоксиметр та ін.

Програмна частина - це спеціалізоване програмне забезпечення, яке обробляє та інтерпретує дані, зібрані апаратною частиною. В якості програмного забезпечення служить система MATLAB, що орієнтована на персональні комп'ютери.

Система Matlab має середовище GUIDE, що служить для створення додатків з графічним інтерфейсом користувача. Робота в цьому середовищі досить проста - елементи управління (кнопки, списки, що розкриваються і т.д.) розміщуються за допомогою миші, а потім програмуються події, які виникають при зверненні користувача до даних елементів управління.

Додаток може складатися як з одного основного вікна, так і з декількох вікон і здійснювати вивід графічної і текстової інформації, в основне вікно програми і в окремі вікна. Ряд функцій MATLAB призначений для створення стандартних діалогових вікон відкриття і збереження файлу, друку, вибору шрифту, вікна для введення даних та ін., якими можна користуватися у власних додатках.

Середовище GUIDE має ряд засобів, які полегшують проектування програми:

- сітку з можливістю прив'язки об'єктів до неї, лінійки і лінії вирівнювання (меню Tools, пункт Grid and Rules);
- Інструменти вирівнювання об'єктів (меню Tools, пункт Align Objects або кнопка Align Objects на панелі управління середовища GUIDE); редактор меню, який дозволяє створювати меню програми і контекстні меню (меню Tools, пункт Menu Editor або кнопка Menu Editor на панелі управління середовища GUIDE);
- Браузер об'єктів для швидкого переходу до їх властивостями (кнопка Object Browser на панелі управління середовища GUIDE);
- редактор порядку обходу елементів управління клавішею Tab (меню Tools, пункт Tab Order Editor або кнопка Tab Order Editor на панелі управління середовища GUIDE).

Для створення вікна GUIDE використовується програма MATLAB, в якій в подальшому буде створено декілька вікон для внесення персональних даних, умов згоди та показників серцево-судинної системи при COVID 19, а також надання рекомендації лікарю щодо додаткових досліджень. На рис.3.1 зображено діалогове вікно для створення вікна GUIDE.

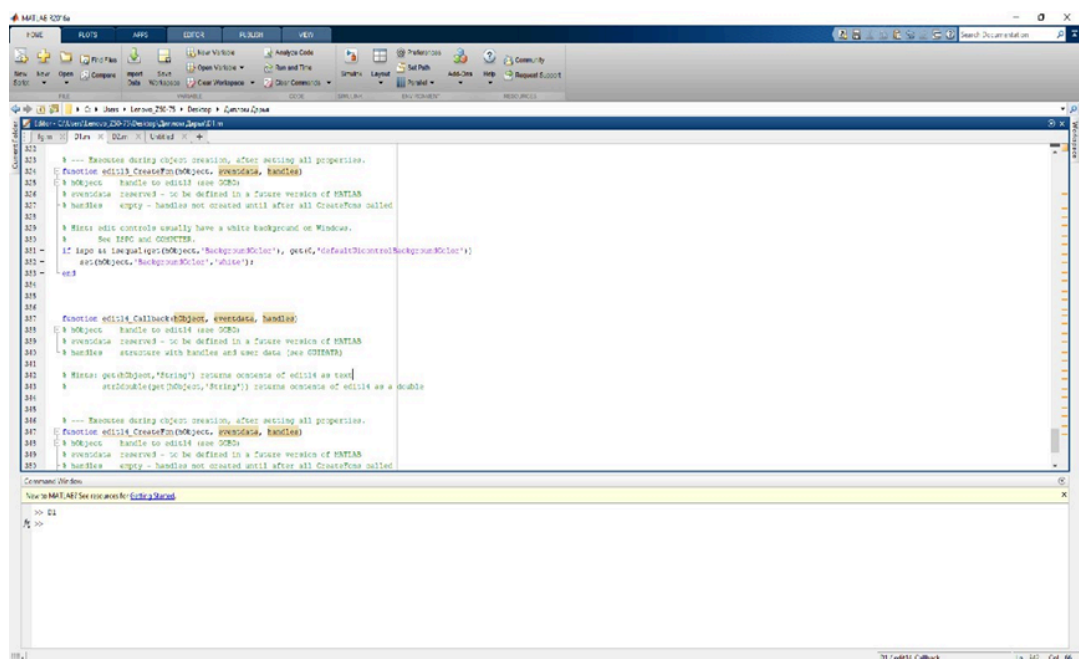


Рис.3.1 - Код для створення вікна GUIDE

Після потрібно вибрати бланк вікна, який необхідно. На рис.3.2 зображено обраний бланк для створення вікна GUIDE, що буде служити вікном для прийняття умов згоди пацієнтом.

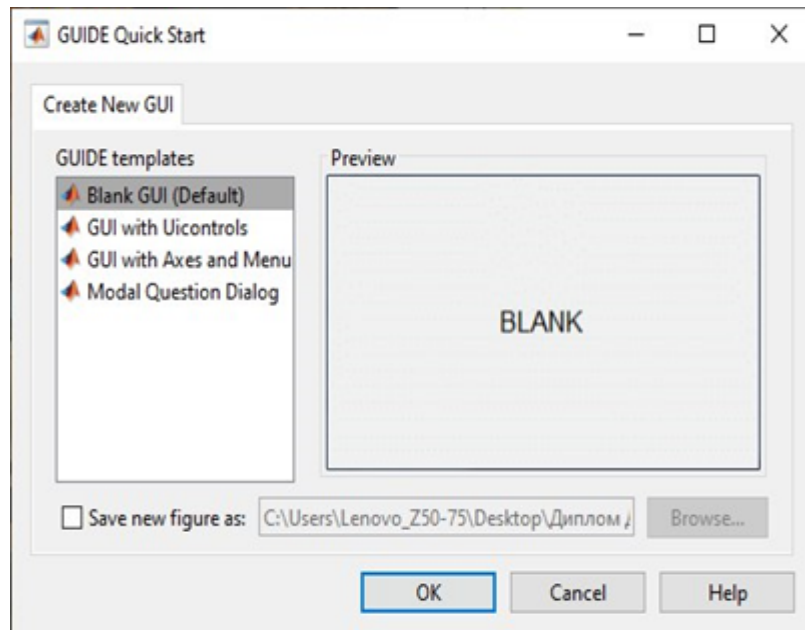


Рис.3.2 - Вигляд шаблону для створення вікна GUIDE

Після вибору бланка створюється вікно, в якому потрібно внести персональні дані(рис.3.3), а саме:

ID-номер пацієнта;

ПІБ пацієнта;

дата народження;

стать;

адреса проживання.

Персональні дані Пацієнта

ID- номер пацієнта	011256
ПІБ пацієнта	Іванов Іван Іванович
Дата народження	10.10.1952
Стать	чоловіча
Адреса проживання	м.Київ, в. Шевченківська, б.14, кв.142

Далі

Рис.3.3 - Внесення персональних даних

Потім пацієнт має прийняти умови згоди (рис.3.4), в яких вказано , що дані підлягають збору, обробці, реєстрації, зберіганню та ін.

Надаючи свої персональні дані, я згоден з умовами політики конфіденційності та даю свою згоду на обробку своїх персональних даних на умовах, викладених в цьому документі. Згода на обробку персональних даних надається в момент оформлення картки пацієнта шляхом проставлення позначки під текстом «Я приймаю умови угоди».

Зокрема, користувач дає свою згоду на обробку його персональних даних, в тому числі, на будь-яку дію чи сукупність дій, таких як збір, реєстрація, накопичення, зберігання, адаптування, зміна, відновлення, використання і поширення (розповсюдження, реалізація, передача) , знеособлення, знищення персональних даних, у тому числі з використанням інформаційних (автоматизованих) систем.

Користувач також дає згоду на інші дії з його персональними даними в письмовій (паперовій), електронній та іншій формі, включаючи, але не обмежуючись наступними персональними даними:

- * ПІБ користувача;
- * Вік, стать;
- * Адреса проживання, адреса електронної пошти, контактний телефон.

☐ Я приймаю умови угоди

Далі

Tag: figure1 Current Point: [807, 461] Position: [680, 517, 901, 461]

Рис.3.4 - Вигляд вікна GUIDE “Умови згоди”

Після прийняття згоди, потрібно внести значення показників серцево-судинної системи, які було знято раніше за допомогою засобів дослідження.

SpO2, %	98	Рівень феритину, нг/мл	85
RDW-CV, %	_____	Рівень тропоніну, мг/под	_____
RDW-SD, %	_____	Число лімфоцитів, к-ть/л	_____
Д-димер, мкг/мл	0.005	Число тромбоцитів, к-ть/л	_____
		С-реактивний білок, мг/л	_____

Визначення інтегрального показника стану серцево-судинної системи

Рис.3.5 - Внесення значень показників серцево-судинної системи

Значення показників порівнюють з нормою та в залежності від результатів надаються рекомендації лікарю щодо подальших додаткових досліджень. Встановлення діагнозу відбувається лише за підтримки лікаря, а рекомендації щодо подальшого діагностування та використання засобів дослідження вказує система. Після збору значень показників серцево-судинної системи, визначається інтегральний показник, що має певний вплив на прогноз динаміку ССС.

3.4. Аналіз програмно-апаратного комплексу та результати показань серцево-судинної системи

Розробка апаратно-програмного комплексу полягає в наданні рекомендацій для лікаря щодо додаткових досліджень.

Після обробки внесених даних та значень біологічних показників визначається діагноз та відсоток його ймовірності, а також за талб 3.1 визначається ступінь тяжкості захворювання Sars-COVID-19, в результаті чого надаються рекомендації для лікаря.

Кожне захворювання має свій характер та особливі симптоми, що виявляються при зміні показників: збільшення або зниження нормованого значення. В табл.3.1 наведено характер зміни показників в залежності від ступеня тяжкості перебігу хвороби.

Таблиця 3.1

Критерії степенів тяжкості COVID-19

Ступінь тяжкості/ Показник	Легка	Середня	Тяжка	Критична
Температура тіла	нормальна або субфебрильна, фебрильна	підвищення температури тіла (частіше фебрильна)	підвищення температури тіла (субфебрильна, фебрильна, рідко нормальна)	підвищення температури тіла (субфебрильна, фебрильна, рідко нормальна)
Задихка	немає затруднення дихання	задихка при навантаженнях	задихка при незначному навантаженні розмові, в спокої	задихка в спокої
ЧСС	<20 в хв.	20-22 в хв.	23-30 в хв	> 30 в хв.
SpO2 в спокої	> 95%	94- 95%	90-93%	<90%

Показники загального аналізу крові	вміст лейкоцитів, нейтрофілів, тромбоцитів в межах референсних значень	незначна лімфопенія (більше 15%)	лейкопенія / лейкоцитоз, лімфопенія (менше 10%)	лейкопенія / лейкоцитоз, виражена лімфопенія, тромбоцитопенія, анемія
УЗД/КТ	відсутність змін	1.Рентген - туманні затемнення, часто округлої морфології, з периферичним і нижнім розподілом по легеням; 2.КТ 1-2 обсяг ураження легень до 50%	1. Рентген -признаки двостороннього вірусного ураження легень 2.КТ 3-4 обсяг ураження легень > 50%	1. Рентген -признаки значного двостороннього вірусного ураження легень 2. КТ 4 обсяг ураження легень 75 -100%

Після визначення ступеня тяжкості захворювання визначаються найбільш доцільні методи дослідження. На рис.3.6 зображено приклад надання рекомендацій, якщо визначеним діагнозом являється – серцева недостатність, а ймовірність - 98% та ступінь тяжкості – тяжка.

Діагноз: Серцева недостатність

Ймовірність діагнозу: 98%

Ступінь тяжкості захворювання Sars-Covid-19: Тяжка

Рекомендації для лікаря:

Дотримання основних принципів, що стосуються способу життя, викладених в діючих рекомендаціях.
 Планове відвідування медичних установ, соціальних структур або планову госпіталізацію під час пандемії COVID-19 доцільно відкласти.
 Проведення планової вакцинації та санації порожнини рота недоцільно в зв'язку з високим ризиком контамінації COVID-19 в медичних установах. Хворим, які перебувають в листі очікування трансплантації серця, повинна бути забезпечена можливість телефонного контакту з лікарем.

Рис.3.6 – Рекомендації для лікаря щодо хвороби серцевої недостатності

Відповідно до біологічних значень визначаються не лише додаткові дослідження, а й додаткове визначення інших показників для дослідження порушення ритму серця (рис.3.7).

Діагноз: Порушення ритму серця

Ймовірність діагнозу: 64%

Ступінь тяжкості захворювання Sars-COVID-19: Середній

Рекомендації для лікаря:

Реєстрація ЕКГ в 12 відведеннях, приліжкові ЕКГ-моніторинг у пацієнтів, що знаходяться в ВРІТ;
 Визначення рівня тропоніну;
 Визначення рівня NT-proBNP при стійких і злоякісних порушеннях ритму;
 Оцінка центральної венозної сатурації (ScvO2) при наявності центрального венозного доступу у пацієнтів в ВРІТ (мета ScvO2 > 60%);
 Оцінка тиреоїдного статусу (визначення рівня тиреотропного гормону);
 ЕхоКГ за місцем надання допомоги.
 Проведення електрохімілюмінесцентного аналізу для визначення показників крові.

Рис.3.7 - Рекомендації щодо дослідження порушення ритму серця

В результаті отримання рекомендацій полегшує процес дослідження серцево-судинної системи, а також прискорює процес аналізу показників CCC при Sars-COVID-19.

3.5. Рекомендації для лікаря

Кінцевим результатом розробки апаратно-програмного комплексу діагностики серцево-судинної системи є надання рекомендацій лікарю щодо додаткових досліджень та подальших дій. Після визначення діагнозу можна сформулювати рекомендації щодо подальшої діагностики захворювань серцево-судинної системи при COVID-19. Серед всіх захворювань CCC при COVID-19 виокремлюють особливі випадки, що потребують детального дослідження.

1) Артеріальна гіпертензія

Хворим з АГ не рекомендуються планові візити до терапевта та кардіолога, при наявності технічної можливості вони можуть бути замінені на телемедичні консультації та телемоніторинг. Корекція АГ у хворих на COVID-19 проводиться виходячи з загальних клінічних рекомендацій. Для пацієнтів на ШВЛ та парентеральному живленні доцільно скасовувати таблетовані препарати і проводити корекцію АТ парентерально в залежності від даних моніторингу.

Слід уникати надмірного зниження артеріального тиску, особливо ангіографії з урахуванням високого навантаження на персонал рентген ангіографічних операційних в умовах високого потоку екстрених пацієнтів.

2) Гострий коронарний синдром при COVID-19

Частота · Точних даних про частоту ГКС при COVID-19 немає. Можлива більш висока захворюваність в період пандемії.

Особливості в період пандемії: ГКС (гострий інфаркт міокарда і нестабільна стенокардія) – невідкладне стан, що характеризується зберігається високою частотою несприятливих наслідків в період лікування в стаціонарі і асоційоване зі значним збільшенням ризику несприятливий подій у віддаленому періоді.

Високий ризик розвитку ГКС характерний для тих же категорій пацієнтів (старші вікові групи, супутні АГ, СД, ІХС), що і важкий перебіг COVID19 з високим ризиком летального результату.

Розвиток ОКС може бути патогенетично пов'язаний з інфекційним процесом. Специфічне ураження міокарда, характерне для COVID-19 і часто супроводжується підвищенням рівня тропоніну, може створювати труднощі при диференціальній діагностики та сприяти гіпердіагностики ОКС на тлі коронавірусної інфекції.

У разі надходження значної кількості пацієнтів з COVID-19 в умовах відносного дефіциту ресурсів системи охорони здоров'я і необхідності проведення медичного сортування вступників пацієнтів з ГКС, слід орієнтуватися на можливість відкласти проведення ЧКВ пацієнтам невисокого ризику за умови проведення в повному обсязі консервативної терапії, збереженні доступу до екстреним ЧКВ пацієнтам високого ризику і з ускладненнями.

У разі появи симптомів ГКС, змін ЕКГ, підвищення рівня тропоніну, порушень локальної скоротливості і зниження глобальної скоротливості лівого шлуночка за даними ЕхоКГ у пацієнта з важким перебігом COVID-19, що потребує лікування в умовах реанімаційного відділення, необхідна ретельна оцінка доцільності виконання коронарографії, оскільки в переважній більшості подібних випадків дані зміни не пов'язані зі значним

обструктивним ураженням коронарного русла або інтракоронарним тромбозом.

Наявність COVID-19 або необхідність проведення протиепідемічних заходів не повинні призводити до обмеження доступу пацієнтів з ГКС до необхідної медичної допомоги, насамперед, черезшкірним коронарним втручанням (ЧКВ).

Діагностика : в умовах поширення коронавірусної інфекції підвищення рівня тропоніну може визначатися специфічним ураженням міокарда або міокардитом, стрессорною кардіоміопатією або інфарктом міокарда 2 типу, жваво на тлі інфекції, тому інтерпретація результатів визначення рівня тропоніну повинна проводитися в контексті клінічної картини .

При діагностиці ГКС слід орієнтуватися на весь комплекс клінічних проявів - типові клінічні симптоми, зміни ЕКГ, порушення локальної скоротливості лівого шлуночка, характерні ускладнення (порушення ритму і гостра СН).

Рутинне визначення рівня тропоніну пацієнтам без клінічних проявів гострого коронарного синдрому, що мають неспецифічні симптоми на тлі коронавірусної інфекції, не рекомендується.

Маршрутизація пацієнтів з ГКС на рівні регіону в умовах епідемії повинна бути переглянута. У разі наявності в регіоні декількох ЧКВ-центрів, розташованих на невеликій відстані (наприклад, в межах одного міста) слід розглянути можливість направляти пацієнтів з підтвердженим COVID-19 або високим ризиком інфекції (симптоми, встановлений контакт з хворим) і ОКС в один ізолюваний ЧКВ-центр.

При наявності тільки одного ЧКВ центру, що займає декілька рентген операційних, одна з них повинна бути виділена в ізолювану зону для інфікованих пацієнтів, із суворим поділом потоків пацієнтів з коронавірусною

інфекцією (або її високою ймовірністю) і неінфікованих, включаючи роздільні палати реанімації та інтенсивної терапії.

При наявності одного ЧКВ-центру з одною рентген операційною необхідний поділ потоків пацієнтів в залежності від епідеміологічного статусу, включаючи роздільні палати реанімації та інтенсивної терапії, і впровадження протоколу проведення інтервенційних втручань інфікованим пацієнтам з дотриманням необхідних заходів захисту і проведенням заключної дезінфекції.

При зміні порядку маршрутизації пацієнтів з ГКС необхідно враховувати наявні регіональні особливості (доступні можливості проведення реперфузійної терапії, додатковий ліжковий фонд, можливості амбулаторного спостереження в разі ранньої виписки), поточну епідеміологічну ситуацію і її прогнозовану динаміку.

Рекомендується організація амбулаторного спостереження пацієнтів, виписаних із стаціонару, з використанням дистанційних технологій, з метою підтримки ранньої виписки зі стаціонару пацієнтів, що знаходяться в стабільному стані. Протиепідемічні заходи при наданні допомоги пацієнтам з ГКС · Оцінку епіданамнезу, наявності симптомів, характерних для COVID-19 (особливо задишки), вимірювання температури тіла необхідно проводити на якомога більш ранніх етапах надання допомоги, оптимально – на догоспітальному етапі. Хворих з високою ймовірністю наявності COVID-19 необхідно госпіталізувати в профільовані стаціонари, при їх наявності в регіоні. · У установах на рівні прийомних відділень необхідно організувати оцінку надходять пацієнтів з ГКС, більш

детальну у пацієнтів у стабільному стані. Потоки пацієнтів з ГКС без симптомів вірусної інфекції або пневмонії, з низькою ймовірністю COVID-19 і пацієнтів з відомим контактом з інфікованими і / або симптомами коронавірусної інфекції доцільно розділити з моменту надходження в стаціонар, однак, все екстрено госпіталізовані в стаціонар пацієнти, аж до лабораторного виключення коронавірусної інфекції, повинні розглядатися як інфіковані. Терміново госпіталізіруємих з поданням про ОКС пацієнти повинні піддаватися в стаціонарі тестування на COVID-19. У пацієнтів з негативним тестом в стабільному стані слід розглядати ранню виписку зі стаціонару на амбулаторне спостереження для збільшення доступності ліжкового фонду та зниження ризику інфікування в умовах стаціонару.

Загальні рекомендації по тактиці ведення: при наданні допомоги пацієнтам з ГКС в поєднанні з COVID-19 або при підозрі на коронавірусну інфекцію слід дотримуватися принципів діючих клінічних рекомендацій з діагностики та лікування ОКС як в частині визначення тактики лікування, так і по відношенню до медикаментозної терапії.

Слід враховувати можливість значних міжпрепаратних взаємодій при одночасному призначенні противірусних препаратів, антиагрегантними препаратами та пероральними антикоагулянтами, проте, в даний час дана проблема вивчена недостатньо для обґрунтування практичних рекомендацій. ОКС з підйомом сегмента ST. При ОКСпST як оптимального методу реперфузійної терапії в ранні терміни захворювання слід розглядати

проведення первинного черезшкірного втручання, якщо можлива своєчасна транспортування пацієнта в інвазивний стаціонар.

Висока частота відсутності обструктивного ураження коронарного русла за даними коронарної ангіографії у пацієнтів з ОКСпST в поєднанні з коронавірусною інфекцією і необхідність строгих протиепідемічних заходів не повинні служити обмеженням для проведення коронарографії пацієнту з переконливими клінічними проявами захворювання. Разом з тим, у разі важкого перебігу COVID-19, наявності пневмонії, що вимагає спостереження в умовах відділення реанімації, проведення респіраторної підтримки, ймовірність розвитку інфаркту міокарда 1 типу низька, і проведення коронарографії, в більшості випадків, є недоцільним. тромболітичну терапію необхідно розглядати при неможливості своєчасної транспортування пацієнта з ОКСпST в інвазивний стаціонар, або обмеженості ресурсів ЧКВ-центру, в тому числі, неможливості безпечно виконати втручання в рекомендовані терміни пацієнту з підтвердженою коронавірусною інфекцією або високою її ймовірністю.

Обмежені можливості виконання первинних втручань інвазивними стаціонарами в умовах несприятливої епідеміологічної ситуації слід розглядати як підставу для розширення використання тромболітичної терапії на догоспітальному етапі.

ОКС без підйому сегмента ST в поєднанні з COVID-19 слід проводити ретельну диференціальну діагностику і стратифікацію ризику для визначення показань до проведення коронарографії. У пацієнтів дуже високого ризику, відповідно до діючих рекомендацій, слід розглядати проведення коронарографії в короткі терміни (рання інвазивна стратегія).

У пацієнтів з підтвердженим або ймовірним COVID-19 в поєднанні з ОКС б/п ST проміжного ризику, у клінічно стабільних пацієнтів високого ризику, а також при передбачуваному ІМ 2 типу, краща початкова

консервативна стратегія, з виконанням коронарографії в разі дестабілізації стану або відстрочено, після одужання від коронавірусної інфекції.

У порівнянні з проведенням стрес-тестів КТ-коронарна ангіографія більш краща для виключення обструктивного ураження коронарних артерій у пацієнтів, госпіталізованих з поданням про ОКС б/п ST .

3) Порушення ритму серця при COVID-19

Неспецифічне, прискорене серцебиття було загальним проявом інфекції у 7,3%, аритмія відзначилася у 16,7% пацієнтів з COVID-19. Аритмії були більш поширені у пацієнтів, що знаходяться в ВРІТ в порівнянні з іншими стаціонарними пацієнтами (44,4% проти 6,9%).

Причини розвитку аритмій при COVID-19 не визначені, можуть бути обумовлені порушеннями метаболізму, гіпоксією, нейрогормональними або запальними змінами в умовах вірусної інфекції у пацієнтів як з наявністю ССЗ, так і без їх анамнезу.

Можливий механізм – гіпокаліємія, генез якої пов'язують з потенційним впливом вірусу на РААС. Протівірусні препарати можуть призводити до подовження інтервалу QT, що вимагає регулярного ЕКГ–контролю. Виникнення злоякісних тахіаритмій при підвищенні рівня тропоніну повинно викликати підозру щодо наявності у пацієнта міокардиту. Діагностика:

Реєстрація ЕКГ в 12 відведеннях, приліжкові ЕКГ-моніторинг у пацієнтів, що знаходяться в ВРІТ;

Визначення рівня тропоніну;

Визначення рівня NT-proBNP при стійких і злоякісних порушеннях ритму;

Оцінка центральної венозної сатурації (ScvO₂) при наявності центрального венозного доступу у пацієнтів в ВРІТ (мета ScvO₂ > 60%); · Оцінка тиреоїдного статусу (визначення рівня тиреотропного гормону); · ЕхоКГ за місцем надання допомоги.

На сьогоднішній день не існує специфічних рекомендацій з профілактики та / або лікування порушень ритму і провідності серця у пацієнтів з COVID-19. Досліджувана в даний час терапія для лікування COVID-19 може мати лікарську взаємодію з антиаритмічними препаратами, і / або застосування такої терапії саме по собі може бути асоційоване з розвитком тахіаримії.

Невідкладна терапія при тахіаритміях у пацієнтів з COVID-19: фібриляція передсердь / тріпотіння передсердь, бета-адреноблокатори при відсутності СН і / або шоку. При наявності СН або низького артеріального тиску доцільно застосування аміодарону. Немає даних про більш високий ризик ураження легень на тлі терапії аміодароном. При нестабільній гемодинаміці - електрична кардіоверсія.

У пацієнтів з підтвердженою / підозрюваною інфекцією COVID-19 рекомендується відкласти всі планові інтервенційні втручання, в тому числі імплантації пристроїв корекції порушень провідності і лікування СН. При наявності екстрених і життєвих показань - інтервенційні / хірургічні аритмологічні втручання має сенс здійснювати після оцінки ризику і потенційних переваг втручання.

На час пандемії COVID-9 планові візити пацієнтів для оцінки і корекції роботи імплантованих пристроїв доцільно перенести. Контроль роботи імплантованих пристроїв по можливості здійснювати за допомогою засобів дистанційного моніторингу.

4) Міокардит і перикардит при COVID-19

Серед 150 пацієнтів з інфекцією COVID-19 зареєстровано в структурі 68 летальних випадків, міокардит з розвитком гострої СН діагностований в 7% випадків. У 33% випадків поєднане пошкодження міокарда сприяло погіршенню перебігу захворювання, приводячи до розвитку фатальних подій.

Міокардит і перикардит є потенційними проявами COVID-19 і можливою причиною гострого кардіального пошкодження. Описані випадки блискавичного (фульмінантного) міокардиту в умовах високого вірусного навантаження з утворенням моноклеарних інфільтратів за даними аутопсійного дослідження. Однак в даний час немає даних про підтверджених перикардит або міокардит, асоційованих з інфекцією COVID-19, за результатами біопсії або МРТ серця.

Діагностика: ЕхоКГ за місцем надання допомоги, при необхідності повний протокол трансторакальної ЕхоКГ.

Біомаркери: тропонін, МВ-КФК, NT-proBNP. В даний час не визначена роль ендоміокардіальної біопсії.

Виконання МРТ серця слід обговорювати в кожному конкретному випадку кардіологічної командою експертів. Принципи лікування: корекція СН і противірусна терапія. У міру отримання нових даних можливе обговорення застосування для лікування протизапальних препаратів, таких як колхіцин та ібупрофен. У пацієнтів з низьким серцевим викидом, що не відповідає на медикаментозну терапію, показана механічна підтримка кровообігу. В якості тимчасової кардіореспіраторної підтримки за показаннями можливо розглянути застосування віно-артеріальний екстракорпоральної мембранної оксигенації.

5) Серцева недостатність і COVID-19

Пацієнти з СН складають групу ризику тяжкого перебігу COVID-19 і ускладнень. У дослідженні, проведеному в Китаї, СН спостерігалася у 23% пацієнтів, госпіталізованих з COVID-19, і зустрічається частіше у померлих

пацієнтів в порівнянні з тими, що вижили (51,9% проти 11,7%). У США в ОРИТ клінічно виражену СН мали 42% пацієнтів, госпіталізованих з COVID-19, у 67% надалі з'явилася потреба в вазопресорній підтримці, у 72% в середньому через 1,5 дня від госпіталізації - потреба в ШВЛ.

Загальні рекомендації по тактиці ведення:

Дотримання основних принципів, що стосуються способу життя, викладених в діючих рекомендаціях.

Планове відвідування медичних установ, соціальних структур або планову госпіталізацію під час пандемії COVID-19 доцільно відкласти.

Проведення планової вакцинації та санації порожнини рота недоцільно в зв'язку з високим ризиком контамінації COVID-19 в медичних установах.

Хворим, які перебувають в листі очікування трансплантації серця, повинна бути забезпечена можливість телефонного контакту з лікарем.

Висновок до розділу 3

У третьому розділі дипломного проекту було розроблено апаратно-програмний комплекс діагностики серцево-судинної системи людини. Програмним забезпеченням для розробки АПК стала матрична математична система MATLAB, яка має вагомі переваги, ефективність якої зорієнтована на матричні обчислення з програмною емуляцією паралельних обчислень та спрощеними засобами завдання циклів, що в свою чергу спрощує обробку даних.

Реалізація програмної частини АПК здійснена за допомогою GUIDE, при роботі з яким можна створювати вікна GUI за допомогою вибору потрібних елементів управління і переміщення їх у вікно GUI.

Таким чином, були створені вікна для внесення особистих даних пацієнта, прийняття умов згоди на використання даних, внесення значень

показників серцево-судинної системи при COVID-19 , а також надання рекомендацій щодо подальших додаткових досліджень.

Подальші рекомендації для лікаря з'являться в результаті порівняння обраних показників з нормою. Після чого відомо діагноз та необхідність використання певного методу дослідження, що в свою чергу скорочує час та надає можливість попередити про ймовірність виникнення певного виду захворювання.

ВИСНОВКИ

2020 рік минув в умовах розповсюдження важкої та руйнівної коронавірусної інфекції, яка спричиняє вагомий вплив на організм людини. В поєднанні важкого перебігу коронавірусної інфекції та захворювання серцево-судинної системи формує додаткові складності в діагностиці та визначенні діагнозу.

Саме тому постає питання діагностики стану серцево-судинної системи пацієнта впродовж всього періоду перебігу захворювання.

Для вирішення проблеми були поставлені задачі:

- 1) проведення аналізу існуючих методів дослідження стану серцево-судинної системи;
- 2) розробка програмного комплексу для оцінювання стану серцево-судинної системи на основі проаналізованих методів;
- 3) створення АПК для аналізу стану серцево-судинної системи під час захворювання коронавірусною інфекцією та прогнозування діагнозу серцевих захворювань.

В процесі написання дипломного проєкту було розглянуто будову та роль серцево-судинної системи в організмі, а також її основні показники та можливі види захворювання. Рання діагностика показників серцево-судинної системи може впливати на подальший розвиток захворювань.

Діагностика показників серцево-судинної системи людини відбувається за допомогою засобів дослідження, які наведено в другому розділі. Кожен засіб дослідження має свої переваги та недоліки, що частотно впливають на процес діагностики.

Проаналізувавши переваги та недоліки методів, була розроблена методика оцінювання стану серцево-судинної системи, яка має три основних етапи. Першим етапом методики є збір персональних даних, що частково мають вплив на розвиток захворювання.

Другий етап - збір біологічних показників, які обробляються на третьому етапі.

Третій етап - завершаючий, на якому відбувається обробка отриманих даних та зібраних біологічних показників. Після обробки обробки результатів лікарю надаються рекомендації щодо додаткових досліджень.

Даний апаратно-програмний комплекс є чудовою методикою для дослідження серцево-судинної системи впродовж всього захворювання, який поєднує в собі засоби дослідження та обробку результатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ (ДСТУ)

1. Илясов, Л.В. Биомедицинская измерительная техника: учебное пособие для вузов. — М.: Высшая школа, 2007. — 342 с.
2. Цифровые устройства и микропроцессоры: Методические указания. Мичурина М.М., Сушкин И.Н.-Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2001. 68 с.
3. Гершунский Б.С. Расчет основных электронных и полупроводниковых схем в примерах. — К.: ИКУ, 1993. — 250с.
4. ГОСТ ИЕС 60601-2-51-2011. Изделия медицинские электрические. Часть 2-51. Частные требования безопасности с учетом основных функциональных характеристик к регистрирующим и анализирующим одноканальным и многоканальным электрокардиографам. М.: Стандартиформ, 2013.
5. Подмастерьев, К.В. Генератор тестовых сигналов для поверки и сертификационных испытаний электрокардиоаппаратуры / К.В. Подмастерьев, А.В. Козюра // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. — Орел: ОрелГТУ, 2010. — №1/279 (592). — С. 82-87.
6. [Электронный ресурс]: <https://www.nihonkohden.com>
7. Бондар С.И. Трехвыводные стабилизаторы напряжения // Радиоаматор. — 2000, №1. — С. 31-32.
8. Электрокардиография. [Электронный ресурс]:
<http://medarticle17.moslek.ru/articles/47110.htm>
9. Налетова А.М. Электрокардиографы и их поверка. — М.: АСМС, 2006. — 56 с.
10. [Электронный ресурс]:
<https://xreferat.com/55/22-2-serdechno-sosudistaya-sistema.html>

11. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 8.1 (1.10.2020г) МЗ РФ, с.226

12. Временные методические рекомендации МЗ РФ Версия 7 от 03.06.2020. «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)».

13. Головацький А.С., Черкасов В.Г., Сапін М.Р., Парахін А.І. Анатомія людини. У трьох томах. Том третій. - Вінниця: Нова Книга, 2009. -367с.

14. [Електронний ресурс]:
<https://solena.ua/news/pochti-70-ukraintsev-umirayut-ot-serdechno-sosudistyh-zabolevanij-finny-dali-tsennyj-sovet/>

15. [Електронний ресурс]:
<https://tvir.biographiya.com/sercevo-sudinni-zasobi/>

16. Шандра О.А., Община Н.В. Нормальна фізіологія: Вибрані лекції: Навч. посібник / За ред. О. А. Шандри. — Одеса: Одес. держ. мед. Ун-т, 2005. — 322 с.(Б-ка студента -медика)

17. [Електронний ресурс]: <http://um.co.ua/9/9-17/9-179109.html>

18. [Електронний ресурс]:
<https://phc.org.ua/news/sercevo-sudinni-zakhvoryuvannya-golovna-prichina-smerti-ukrainci-v-visnovki-z-doslidzhennya>