Державний вищий навчальний заклад

«Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Фізико-технічний факультет

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

**Дипломна робота**

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: ***Медичні кріотехнології***

Виконав: магістрант Ⅱ курсу, групи Фа(м-21)

(спеціальності) 104-Фізика та астрономія

Уруський Микола Іванович

Керівник: кандидат фіз.-мат.наук, професор

Прокопів В. В.

Рецензент: Ліщинський І.М.,к.ф.-м.н,

доцент, завідувач кафедри фізики і методики

викладання

Івано-Франківськ - 2020 р.

# Зміст

# Вступ

# 1.Історичний аспект………………………………………………………… 3

**2**.**Відомості про кріотерапію……………………………………………….. 5**

# 3.Кріохірургія………………………………………………………………… 6

***4.*Кріохірургія в стоматології………………………………………………. 10**

***4.1* Крохірургія пульпітів…………………………………………………. 11**

**5. Кріохірургія і етапи її розвитку…………………………………………. 14**

**Кріогенна техніка в медицині**

***6.* Класифікація кріохірургічних інструментів…………………………… 26**

**7.Основні кріогенні цикли………………………………………………….. 29**

**8. Кріогенні інструменти і апаратура……………………………………... 34**

**8.1 Комплекс апаратури для локального руйнування внутрішньо-мозкових пухлин …………………………………………………………….. 41**

# Список використаної літератури………………………………………… 51

# 

# Вступ

# 1.Історичний аспект

У давній медицині одним з найпоширеніших методів було лікування холодом. Рецепт, який датований 3500 р. до н.е., містить багато рекомендацій як лікувати поранення грудної клітки, голови та інших ділянок тіла,холодом. Гіпократ та його учні теж знали про ці методи та цілющі властивості холоду. За допомогою холодної води та льоду вони тамували біль при травмах, подагрі, зупиняли кровотечу з ран, полегшували страждання хворих на правець та при корчах. Під час розкопок у Помпеї були знайдені матеріали в яких згадується про методи лікування холодом. Гай Юлій Цезар і Август холодом лікували артрит і ревматизм про це ідеться в давніх документах. При хронічній лихоманці на Сході, хворих обгортали простирадлами які намочували в льодяну воду, а також обкладали хворого пакетами з льодом. В середні віки теж пам'ятали про цей ефективний спосіб терапії. Річард Левине Серце після тяжкого поранення був врятований лише за допомогою холоду - його тіло обклали снігом. Під час війни 1812 року Лоррей ампутовував кінцівки, обкладаючи їх льодом. Маючи досвід лікування поранених М. І. Пирогов під час Кримської війни, застосовував холод при кровотечах. В середині минулого століття для лікування головного болю та інших захворювань англійський лікар Д. Арнотт використовував мішки які наповнював сіллю та льодом. Під час такого використання льоду та мішків з сіллю шкіра стає блідою та тугою. Під час охолодження зменшується кровотеча зменшується біль та виділення з рани. Після того як винайшли термометр стало можливим контролювання температури тіла. Пізніше почали ще активніше використовувати охолодження організму з лікувальною метою. Проте в деяких випадках охолодження призводило до ускладнень, нирок та діяльності серцево-судинної системи. Вальтер встановивши що при охолодженні тіла сповільнюється частота серцевих скорочень. Встановивши що після охолодження тварина перестає відчувати біль і її можна оперувати. Пізніше Російські вчені Тарханов, Холодковський та Заболотний дали більш конкретне визначення поняттю гіпотермія і заклали поняття сучасної методики прийому кріотерапії. В середині 20 ст. з'явився стимул для зростання технічного інтересу до застосування холоду в біології та медицині, що привело до створення нової наукової дисципліни – кріобіології. Яке є теоретичною основою кріогенного методу в клініці, медицині. Фактичні матеріали що накопичувались по впливу низьких температур на різноманітні біологічні об'єкти: віруси,насіння рослин, мікроби і одноклітинні організми . Це показує, що жива клітина при температурі нижчій за 0°С може перетворитися в лід. Мазура встановив, що живі клітини замерзають повністю при t - 20° С. Також можна вважати , що клітина яка переходить у твердий стан помирає. Галузь медичної науки, яка займається застосуванням та вивченням впливу холоду як лікувального засобу називається кріомедицина. З досягненнями кріогенної техніки та медичного приладобудування в останні десятиріччя 20 ст стало встановленням кріомедицини як окремої галузі. Лікувальна дія холоду заключається в наступному: руйнування паталогічно змінених тканин, зупиненні кровотечі та зменшувати біль. Як лікувальний фактор в медичній практиці застосовують кріомедицину. Вивчення клінічної ефективності трансплантації клітин, тканин та органів при низьких температурах. Клінічні випробування а також впровадження в медичну практику кріогенної апаратури та інструментарію. Застосування гіпотермії можна віднести до окремого напрямку кріомедицини, яка застосовується в клінічній практиці. Перша операція в 1954р в Радянському Союзі в умовах гіпотермії зробив В. М. Шамов. Холод використовується в загальній хірургії, онкології, терапії, оториноларингології, гінекології, нейрохірургії, дерматології з лікувальною метою. Найширше її використання знайшли в кріохірургії. В 1977 групі вчених України за успіхи в розвитку кріохірургії було присуджено Державну премію УРСР, а 1978 групі вчених м. Харкова – Державну премію СРСР.

Кріомедицина на даний момент часу розділяється на три види: кріотерапія, кріохірургія і гіпотермія. Кріохірургія – це видалення різних тканин, шляхом деструкції і некрозу від заморожування рідким азотом за допомогою спеціальних наконечників, які підбираються по діаметру фахівцем (потрібно підібрати діаметр трохи більше розміру видалення). Кріотерапія – менш ґрунтовні процедури, але дають багатозначні ефекти, такі як збільшення обсягу волосся на голові, розгладження зморшок, усунення вугрової висипки і целюліту, усунення капілярів, що близько підходять до лиця і так далі. Тут використовуються різні носії холоду: охолоджена вода, лід, сніг, зріджені гази. Кріохірургія розділяється на такі види процедур, як аерокріопілінг і кріодермабразія або в народі шліфування шкіри. Аерокріопілінг – це пілінг холодним повітрям, який використовуються для видалення плоских бородавок, дрібних рубчиків, акне, лентиго та інших малоприємних утворень. Кріодермабразія же використовується для шліфування шкіри і видалення рубців. Процедуру пропонують виконати переважно в холодний сезон пори року з метою уникнення можливих пігментних плям від сонячних променів. Сам сеанс виконується протягом 5-7 хвилин, потім шкіра шліфується і при необхідності повторюються процедури до повного усунення рубця. Кріомедицина унікальна тим, що дозволяє повністю уникнути страху перед лікарем в порівнянні з острахом перед звичайною операцією. Всі відчуття абсолютно безболісні, максимально неприємні з них – це легке поколювання в обробленому місці. Єдиними недоліками в порівнянні зі звичайною медициною є те, що некроз відвалюється досить довго протягом 3-6 тижнів, та й потім шкіра повністю регенерується протягом 3-6 місяців. Хоча в багатьох випадках це варто того. Вчені знайшли спосіб врятувати судини в організмі людини від атеросклерозу і позбавити організм від згубного холестерину, який позначається на стані судин.

**2**.***Відомості про кріотерапію***

Для відведення тепла від тканин та у лікувально-профілактичних цілях застосовується кріотерапія. Застосовування у фізіотерапії процедури місцевого та загального впливу. Розрізняють такі типи лікувальних температур: низькі та наднизькі. Для загального впливу наднизькими температурами використовують установки загальної аеро-кріотерапії . За допомогою азото-повітряної суміші здійснюється загальне охолодження до -160...-170°С. Багато дослідників вважать що робоча температура -130 °С. Тривалість процедури визначають від 2 до 3,5 хвилин. Охолодження тканин відбувається таким чином і воно супроводжується зниженням метаболізму, споживання кисню та поживних речовин. Також зменшується транспортування кисню та речовин . Такі зміни розвиваються у поверхневих тканинах та носять зворотний характер. В умовах патології кріотерапія має антидепресивну, протитривожну, знеболюючу, протизапальну, протинабрякову, судинорозширюючу, нормалізуючу тонус венозних та лімфатичних судин, трофіко-регенераторну, десенсибилізуючу, імуномодулюючу дію. Під час стимулювання лімфо системи мозку виробляються ендорфіни що знеболюють та мають ейфоріючу дію. Кріогенна фізіотерапія являє собою сплав новітніх досягнень в області фізики та фізіології й по праву відноситься до технологій XXI століття. Науковий аналіз вікового досвіду дозволить визначити механізм стимулюючої дії холоду на людське тіло. Про лікувальні властивості холоду знали ще стародавні, Авіцена й Гіппократ у своїх роботах писали про цілющі властивості холодних компресів. Катерина II й А.В. Суворов використовували лід і крижану воду кожний ранок. Перші наукові розробки в області кріотерапії почали проводити в Японії близько 50 років тому. Японським ученим необхідно було вирішити дуже складне завдання – знайти можливість відновлювати рухливість, зменшувати біль у суглобах і поліпшувати загальне самопочуття хворих. На допомогу прийшли газоподібні середовища низьких температур, а простіше говорячи, суміш парів рідкого азоту й повітря від -120 0C до -180 0C – саме вони дозволили здійснити справжню революцію у світі медицини. Практична кріотерапія у колишньому СРСР почалася на 20 років пізніше, але на відміну від Європи і Японії, тут кріогенні комплекси на той момент стали впроваджувати не ревматологи, а фізіотерапевти.

# 3.Кріохірургія

Методику лікування холодом, засновану на гіпотермії, використовують і в хірургії (особливо в онкологічній), цей метод називається кріохірургія. Важливе значення в кріохірургії має швидкість заморожування. Для кріодеструкції живої тканини відносно важливим є швидке заморожування із зниженням температури з швидкістю приблизно 50° у хвилину і більш повільне відтавання (10-12° у хвилину). У зв'язку з цим Л.К. Лозина-Лозинским було сформовано класифікацію швидкості охолодження. В експериментах Джилл (W. Gіll) установив, що повторні цикли заморожування і відтавання підвищують інтенсивність деструктивного впливу холоду на клітини, особливо на більш резистентні до холоду пухлинні клітини. Важливе значення має питання про зміни кровоносних судин під впливом низьких температур. Багатьма експериментально-морфологічними дослідженнями було доведено , що капіляри та дрібні артерії і вени в межах вогнища кріо руйнування некротизуються повністю. Стінки великих артерій після відтавання зберігають анатомічну структуру. При гістологічному дослідженні Э.И. Кандель знайшов незначні зміни внутрішньої еластичної мембрани. Такі методи дали можливість сформулювати наступні основні положення.

1. Кріовплив дозволяє повністю руйнувати заданий обсяг нормальної чи патологічної тканини, що розташовується як і в глибині будь якого органа так і на поверхні тіла .

2. Для мінімальної травматизатизації і для запобігання кровоточивості доступ до глибоко розміщених тканин здійснюється тонким кріохірургічним інструментом.

3. Вплив холоду на живі тканини безболісний і не потребує знеболення.

4. Виникаюче вогнище під час руйнування тканин холодом володіє своєрідною біологічною інертністю що викликає мінімальну реакцію навколишніх тканин.

5. Щоб запобігти ушкодженню здорових клітин може бути використане локальне заморожування тканини що оточує вогнище кріо-руйнування .

6. Для безболісного і безкровного видалення уражених тканин використовують холодовий вплив . Він блокує артеріальні і венозні судини що допомагає робити розрізи майже безкровними.

7. Висока стійкість стінки великих судин до низьких температур, дозволяє відновлення нормальною кровотоку навіть після повного заморожування. Що дозволяє за допомогою холоду видаляти нормальні чи, пухлинні тканини у безпосередній близькості до цих судин.

8. Тимчасове оборотне вимикання функцій охолоджуваної структури, що допомагає зниженню температури тканини , служить функціональним тестом перед необоротною деструкцією.

9. Вогнища руйнування швидко загояться, але викликають утворення грубих рубців та великих косметичних дефектів.

Кріохірургічний метод знаходить застосування також в офтальмології, онкології, гінекології, нейрохірургії, дерматології, педіатрії, урології, та проктології. В онкології кріохірургія застосовується для руйнування доброякісних і злоякісних пухлин різних органів і тканин. Вперше в 1851р Арнотт зробив заморожування вогнищ та утворень шийки матки і раку молочної залози . Багато досліджень по заморожуванню ракових клітин як іn vіtro, так і в експериментах на тваринах було встановлено, що ці клітини мають більшу резистентність до низької температури, ніж нормальні клітини організму. Причини ще не встановлені. Проте показано, що, хоча після заморожування до твердого стану більшість ракових клітин гине, невелика їхня частина може вижити і з'явитися джерелом подальшого росту пухлини. Для зменшення ймовірності подальшого джерела росту, рекомендується проведення повторних сеансів для досягнення повного знищення злоякісної пухлини. Під час заморожування до t° - 20° гинуть усі клітини будь-якої пухлини так вважав Купер. Кріохірургія розвивається по двох напрямках в онкології. Перше - прагнення до радикального видалення пухлини. Коли застосування холоду вважається не ефективним ,а оперативне втручання неможливе. Другий напрямок - це використання кріохірургії як паліативної операції при неоперабельних чи інкрабельних злоякісних новоутвореннях. Це використовується з метою тимчасово, відновити прохідність порожнистих органів та зменшити біль. Багато операцій було успішно проведено кріогенним методом при раку шкіри обличчя, порожнини рота , носоглотки та волосистої частини голови. З метою відновлення прохідності стравоходу при неоперабельному раку Гейдж (A. Gage, 1968) робив кріодеструкцію пухлини через езофагоскоп. Після такої операції хворі мали можливість протягом визначеного часу вживати рідку їжу. Здавалося зникнення кісткових пухлин з наступним поступовим заміщенням вогнища кріонекрозу нормальною кістковою тканиною. Апарати для кріохірургії це технічні пристрої, наконечники яких охолоджуються різними холодоагентами. А також елементи спрямованого та обмеженого по площі дії на органи і тканини для здійснення видалення та руйнувань різних пухлин . Після того як одержали зріджені гази Уайт (А, С. Whіte, 1889) використав рідке повітря для деструкції доброякісних новоутворень. Пізніше Пьюзі (W. A. Рusey, 1907) застосував у дерматології аплікацію "сухим льодом". На початку 20ст з'явилися перші апарати з охолоджуваними металевими наконечниками. Найбільш досконалим з них був кріокаутер Лорта-Жакоба з порожнистим металевими наконечниками, охолоджуваними кристалами вуглекислоти, що знайшов застосування і дерматології. У 1969 р. Б.А. Комаров запропонував прилад локально кріодії. Він базувався на автономній дії з паро-рідинною циркуляцією азоту. Він був створений для застосування офтальмології й інших областей медицини. Конструкції апаратів одержали різні назви, у яких частково чи цілком відбита їх робота та призначення в медицині: кріокаутер, кріодеструктор , кріоапплікатор, кріоманіпулятор, кріофак, кріоекстрактор. Практичні методи прийому кріотерапії, на даному етапі використання, полягають у загальному впливі на організм людини холоду. Подібні процедури застосовуються в лікувальних, профілактичних, реабілітаційних та косметичних цілях. У спектрі медичного застосування переважна доля кріотерапевтичних процедур відноситься до кріохірургії, онкологічної хірургії та гіпотермії. Профілактичні прийоми кріотерапії здійснюються для надання організму життєвого тонусу та здатності стійкого опору до негативного впливу оточуючого середовища, загартовуванні, викоріненні причин подальшого захворювання у системах життєдіяльності. Реабілітаційні кріотерапевтичні процедури використовуються переважно для виправлення фізичних ушкоджень та травм. Щодо косметичного використання кріотерапії, її застосування здійснюється як новітній метод омолодження, догляду за шкірою, тощо. Застосування терапевтичних процедур у всіх вище згаданих цілях, розповсюджене явище для суспільства у ХХІ сторіччі. Географічне поширення застосування цих процедур медицині охоплює загалом більше 100 країн світу. Отже наявна позитивна тенденція розповсюдження та розвитку, що вказує на продуктивність подібної методики у сучасному суспільстві і медицині.

***4.Кріохірургія в стоматології***

Холод являється одним з найдавніших відомих людині анестезуючих засобів. Вже античні природодослідники вказували на обезболюючі і цілющі властивості охолодження. Однак окремі знахідки і спостереження не могли стати основою повноцінного методу . На протязі багато століть скальпель залишався головним ,і як здавалось, єдино можливою зброєю хірурга в боротьбі за життя і здоров’я людини . Тільки широко розгорнуті в наш час дослідження в галузі фізики низьких температур і досягнень кріогенної техніки дозволив створити інші більш сучасні ,безпечні і економніші інструменти,які знайшли застосування в нейрохірургії , дерматології , гінекології, оториноларингології та інших.

Дослідженнями радянських і зарубіжних вчених установлено що швидке охолодження живої тканини веде до її загибелі і наступному відторгненню елементів , які зазнали впливу низьких температур. Поряд з цим відзначені і такі переваги низькотемпературного методу лікування , як безболісний вплив , який пояснюється втратою нервовими волокнами чутливості при охолодженні, безкровність, значне зменшення кількості рецидивів, хороший косметичний ефект( відсутність шрамів і грубих рубців деформацій). У наступні роки кріогенний метод лікування знайшов застосування і в стоматології,але його розповсюдження певною мірою стримувалось відсутністю доступного широкому колу практичних лікарів літератури ,саме цю прогалину і покликана заповнити справжня робота .

Авторами відображений багаторічний досвід створення кріогенних приладів стоматологічного призначення,результати експерементальних досліджень і клінічних спостережень, а також впровадження низькотемпературних методів лікування в стоматології. Розглянуті питання забезпечення локального охолодження, знаходження і реалізація оптимальної швидкості пониження температури охолоджувальних тканин, макро і мікро зміни тканин при глибокому охолодженні.

Створення оригінальних конструкцій ряду хірургічних інструментів, розробка методики експериментальних досліджень і впровадження їх в клінічну практику стали можливими завдяки тісному співпрацю ванні учених Фізико-технічного інституту низьких температур АН УССР і працівників кафедри терапевтичної стоматології Українського інституту удосконалення лікарів. Кріотехнології використовуються для різного застосування в стоматології.

***4.1 Крохірургія пульпітів***

Приступаючи до лікування пульпітів за допомогою стоматологічної апаратури представляли що результати експериментів на видалених зубах людини і на зубах піддослідних тварин в більшій чи меншій степені тотожні результу кріодії на запалену пульпу зубу людини. Однак, як і реакція хворого на кріовплив , швидкість замороження , розморожування і відтавання пульпи. В певному періоді можливо безболісне видалення , достатньо одноразової кріодії для ампутації і екстерпації, чи є можливість закінчити лікування пульпітів в одне відвідування хворого залишалося невідомим. Ці принципово важливі питання можна було вирішити шляхом клінічних спостережень.

З накопиченням клінічного досвіду уточнювалися показання до кріохірургії , удосконалювалися способи кріо впливу та методика їх застосування в клініці.

Клінічна частина роботи базувалася на результаті кріохірургії необоротних форм пульпітів 450 зубів у 422 хворих. Диференціальну діагностику пульпітів проводили відповідно до розробленої клініко-морфологічної класифікації. У ній передбачені наступні клінічно різні форми запалення пульпи:

1.Загальні пульпіти

2.Хронічні пульпіти

3.Загострені гнійні пульпіти

Серед усіх видів пульпітів здебільшого незворотні форми запалення (75-80%), які не можуть бути вилікувані звичайними методами і засобами та вимагають часткового або повного видалення пульпи. Як видно кріохірургію застосовували при незворотних формах запалення, пов'язаних з частковим або пів ним видаленням пульпи. Результати лікування оцінювали по суб'єктивних об'єктивних даних, отриманими безпосередньо після кріо впливу в найближчі і віддалені терміни. До позитивних відносили ті випадки, коли в період розморожування була можлива безхвороблива ампутація або екстирпація. Протягом контрольного періоду (найближчі та віддалені терміни) хворі не пред'являли жодних скарг. Вилікувані зуби активно брали участь в акті жування, а також були відсутні больові відчуття при перкусії. Рентгено графічні зміни в тканинах періодонта не виявлялась, анатомічна форма коронок була відновлена ​​пломбами. Слизова оболонка альвеолярних відростків в області проекції верхівок коренів не мала видимих ​​запальних змін. Після встановлення діагнозу захворювання каріозну порожнину препарували: видаляючи нависаючі краї емалі проводили некротомію можливо навіть ширше розкривання порожнини зуба.

Якщо вона розташовувалась на aпроксімальній поверхні, то її виводили на жувальну поверхню, тобто створювали доступ до дна каріозної порожнини. Залежно від обсягу порожнини зуба застосовували ін'єкційні голки з діаметром отворів 0,2 і 0,3 мм. Голку встановлювали на наконечнику кріообприскувача (КАС-01), який попередньо готували до роботи згідно інструкцій по експлуатації. Потім кінець голки фіксували на відстані 1-2 мм від перфораційного отвору і натиснувши на важіль клапана подачі, направляли паро рідку суміш азоту на розкриту пульпу і дно каріозної порожнини. Кріодію слід проводити протягом 4-8с.. Зменшення середнього часу кріовпливу на пульпу людини, що становить 6с. порівняно з 8с. з у тварин було обумовлено патологічними змінами в пульпі при пульпіті, що приводять до зменшення теплоємності тканини.

З припиненням подачі кріоагента необхідно негайно ж розкрити порожнину зуба і ампутувати коронкову пульпу. НЕ можна направляти струмінь азоту на стінки порожнини і на емаль зубу, так як різниця в коефіцієнті теплового розширення емалі та дентину може привести до розтріскування емалі. Всі втручання, пов'язані з ампутацією або екстирпацією, можливі лише в фазі розморожування пульпи, яка триває в межах 1 хв після припинення подачі кріоагента .

Якщо лікування проводили ампутаційним методом то після гемостазу .На канали наносили пасту проти мікробних проти запальних і стимулюючих рідин і зуб закривали пломбою. При видаленні коронкової пульпи проводили повторну дію корінних каналів на протязі 2-3с а потом видаляли кореневу пульпу. Після гемостазу і висушування кореневий канал і порожнину зубу пломбували звичайним матеріалом.

***Ампутаційний*** метод лікування пульпітів в умовах глибокого охолодження застосовували у 52 хворих в 67 зубах. Результати лікування здійснювали шляхом контрольованих оглядів пацієнтів. Для огляду було запрошено всіх хворих. Враховуючи ці обставини були розділені на 2 періоди від 6 до 12 місяців і від 12 до 24 місяців. Таке лікування дало свої результати не тільки в найближчі але і у віддалені терміни. При порівняно невеликій кількості захворювань результати склали 89-100% з коефіцієнтом довіри 0.999.

Хворі не пред’являли ніяких скарг пломби щільно прилягали до країв порожнин і встановлювали анатомічну форму зуба. Також при такому лікуванні можливі і побічні ефекти такі як рецидив карієсу.

***Екстерпаційне***  лікування пульпітів в умовах короткочасного глибокого охолодження проведено в 370 хворих . З 383 зубів які піддавались лікуванню в більшості під час обробки каріозних порожнин застосовувалась кріодія 4-8с. після цього ампутовували коронкову пульпу. В більшості випадків коренева пульпа видалялась безболісно та повністю. Тільки в деяких випадках її видаляли по частинах. Також після огляду хворі не скаржились на болі зуби брали учась у повноцінному процесі жування.

**5**. ***Кріохірургія і етапи її розвитку***

В 1977р. світова наукова спільнота відмічала століття кріогеніки, рахуючи початком наукового розвитку фізики і техніки низьких температур роботи Л.Кальєте (Франція ) і Р.Пікте (Швейцарія) 1877р. по зрідженню кисню початком відчизняних робіт по кріогеніці було створення в 1928 лабораторії фізики низьких температур в Українському фізико технічному інституті АН УРСР (Харків) , а праці наукових шкіл як провідних вчених Л.В.Шубнікова і Л.Д.Ландау на довгі роки визначили шляхи розвитку цієї науки в нашій країні . В 1936 в Москві почав роботу ще один кріогенний центер – Інститут фізичних проблем АН СРСР , відомий роботами наукових шкіл великих вчених – П.Л.Капіце і Л.Д.Ландау .

В складі Академії наук УРСР з 1960 року в Харкові працює Фізико технічний інститут низьких температур АН УРСР , представляючи собою науково виробниче об’єднання яке координує розвиток в республіці фізики і техніки низьких температур . В останні два десятиліття досягнення фізики низьких температур і кріогенного машинобудування знайшли широке застосування і в інших областях науки і техніки. Розвиваються низькотемпературне матеріало введення , над провідникове електромашино будування , кріогенна радіоелектроніка , над провідникове приладобудування , кріохірургія , кріобіологія .

***Кріохірургія*** – метод лікування, який заключається в локальному розрушенні патологічно змінених частин біологічної тканини з допомогою низько температурних апаратів . Кріобіологія – наука про низько температурне консервування і довго термінове зберігання клітин , тканин ізольованих органів і організмів в життєво здатному стані .

Роботи досліджень механізмів кріоконсервування , вивченню життєздатності клітин біологічних об’єктів після деконсервування, створенню банків тканин і органів для довготермінового зберігання в біологічно повноцінному стані ведуться в Інституті проблем кріобіології і кріомедицини АН УРСР (Харків )

В даний час для тонких медико- біологічних досліджень і ранньої діагностики ряду захворювань розробляються високочутливі надпровідникові прилади . Створені і освоюються магнітні (безконтактні ) кардіографи ,надпровідникові магнітні енцефалографи , болометричні і охолоджені фотоприймачі , теплові зори високого розширення , надпровідникові міографи. Ми обмежимося розглядом деяких проблем кріохірургії.

Застосування холоду поряд з цілющими травами голко сколюванням є одним з самих давніх в історії людства методів лікувальної дії на організм хворої людини. Ходові компресори для лікування переломів кісток черепу і поранень грудної клітки застосовувались ще в Давньому Єгипті за 2500р до нашої ери (Папірус Сміта). Такі рекомендації зберігаються також у творах Гіппократа. В 19ст. охолодження при лікуванні ран широко використовував Н.П Пирогов . Холод є одним із самих давніх анестезуючих засобів . Місцеве застосування ефіру, викликаю чого охолодження і анестезію м’яких тканин запропоновано Річардсоном в 1866р. для обезболювання невеликих розрізів , скриття абсцесів. З 1891 з цією ж ціллю стали використовувати маючи ще меншу точку кипіння хлор етилу який не втратив практичного значення і в сучасній медицині . В 1938 T. Fay вперше провів загальне пониження температури тіла хворого до 30ºС. Така температура підтримувалася на протязі декількох днів. Цей новаторський експеремент дозволяє рахувати Fay основоположником методу загальної гіпотермії , який увійшов у медичну практику .Метод загальної і локальної гіпотермії не є предметом розгляду даної монографії і детально представлений в спеціальній літературі .Ідея використання руйнуючих властивостей низької температури вперше реалізована в кінці 19ст. в дерматології у хворих з доброякісними новоутвореннями шкіри . Для цієї цілі використовували суміш льоду з сілью при температурі 253 К, суміш алкоголю з ефіром і м’ятним спиртом, суміш хлоретилу з хлор метаном . Даний метод лікування після введення в медичну практику снігової вуглекислоти вже в той час отримав назву кріотерапії. В Росії кріотерапію при ураженнях шкіри вперше застосував в 1909 А.П.Савельєв . Пізніше кріогенний метод використовували для лікування гемангіом , бородавок, родимих плям, червоної волчанки, Всі дії перечислені вище застосовували кріодію з допомогою снігової вуглекислоти. Новим кроком у розвитку кріогенного методу стало застосування в якості кріоагенту рідкого азоту . Перші експерименти які широко використовували рідкий азот при лікуванні захворювань шкіри. Таким чином, народження кріохірургії історично зв’язано з дерматологією.

Слідом за дерматологією метод заморожування з ціллю розрушення патологічних утворень проникає в урологію. Сечовий міхур- перший із внутрішніх органів , підданий лікувальній дії низьких температур. Ще в 1927 de Quervain розрізав мочовий міхур і заморозив його пухлини сухим льодом - снігової вуглекислоти – до 194К. Після створення техніки локального охолодження тканин при надійній вакуумній ізоляції шляхів, які проводять холод, відкрився доступ до патологічних утворень , розташованих в глибині незмінних тканин без їх істотних пошкоджень. Це зумовило швидкий розвиток кріохірургічної техніки і методів в різних галузях клінічної медицини і насамперед в урології. W.Soanes i M.Gonder першими повідомили про успішне відновлення сечевипускання шляхом заморожування пухлин простати у хворих з протипоказаннями до інших оперативних методів лікування. Перша в нашій державі операція кріодеструкції аденоматозного передміхурової залози було проведено в 1968р. ,а з 1973 роботи в цьому напрямку успішно продовжувались. Кріодеструкція доброякісних і ракових пухлин простати здійснюється хірургами різних країн.

W.Soanes i M.Gonder створили прилади і розробили кріохірургічне лікування пухлин сечового міхура. Створення “ кріоскальпеля”, дозволило застосувати гемостатичні властивості заморожування при розрізі нирки .

Розвиток кріогенної техніки в 50 роки ⅩⅩ ст. дозволило створити складні сучасні прилади для кріогенної деструкції в глибині тканин і органів людини. Одною з перших медичних спеціальностей, освоїли метод крігенного лікування за допомогою таких приладів, стала нейрохірургія. Першим хто застосував метод заморожування при операціях на головному мозку був нейрохірург J.Cooper. Слідом за ним кріохірургічний метод успішно був застосований і в інших країнах. В СССР кріохірургічні операції на базальних гангліях головного мозку вперше здійснив Є.И.Кандель. Протягом останніх років кріохірургічні операції на головному мозку проводять багато нерохірургів.

Перші стереотоксичні операції кріогенним методом були проведені в хворих паркінсонізмом. Оригінальний стереотоксичний аппарат для цих цілей розробив Л.В.Зелонджевим, В.Н.Замошниковим і Н.В Кузнецовою. Опублікований аналіз в цій галузі дозволив сформулювати наступні висновки:

1. Найближчі та віддалені результати оцінюються позитивно : зникнення чи різке зменшення тремору досягає у 92% хворих, ригідності –у 96% хворих. Після операції число позитивних результатів знижується до 75-80% у зв’язку із збільшенням вираженості симптомів на не прооперованій стороні або ж рецидиву до операційних порушень.

2. Помітно зменшується ризик операцій, про що свідчить значне зменшення частоти і тяжкості післяопераційних ускладнень (менше 7%) і летальності (менші 1%).

3.Значно рідше (до 4%) виникають температурні реакції в після операційному періоді .

4.Розширюються показники до стереотаксичним операціям у хворих, які раньше по віку обо тяжкості захворювання були визнані неоперуючими .

Розроблені і застосовані в клініці кріохірургічні стереотаксичні операції у хворих деформуючою м’язовою дистонією, включаючи її локальною формою – спастичну кривошию. Приблизно у 70% хворих отримані добрі результати в віддалені терміни після операції. При цьому у 30% прооперованих хворих спостерігалось практично повне одужання.

Кріохірургічна деструкція таламічних ядер або субталамічної зони дуже ефективна. Менш надійні результати отримані при подвійному атетозі, виникаючим на грунті резус конфлікта або сімейної травми . Деякий позитивно ефект досягнутий після кріохірургічної операції при важких больових синдромах, які не піддаються іншим методам традиційного хірургічного лікування. В цілому кріохірургічний метод лікування є дуже важливим досягненням, забезпечуючи істотний прогрес стереотаксичної нейрохірургії. Створена апаратура і розроблені клінічні методи дозволили значно підвищити безпечність і збільшити ефективність стереотаксичних операцій. В офтальмології кріохірургічний метод застосовується давно. Ідея першої кріогенної операції хворого зі значним відслоюванням сітківки під час якої використовували сухий лід при операціях з приводу відслоювання сітківки з хорошим терапевтичним результатом. Однак цей метод був незаслужено забутий і лише в 60ті роки ХХ століття відновилась клінічна практика дозованого локального охолодження в хірургії відслоювання сітківки. Ідея застосування локального заморожування в області циліарного тіла з ціллю зниження внутрішньо очного тиску у хворих глаукомою . Кріогенний метод почав широко застосовуватись в офтальмології тільки в 1967р. В лікуванні різних захворювань рогової оболонки кріохірургія застосовується зовсім недавно. В 1964р. вперше здійснено успішне лікування герметичного кератиту дозованим заморожуванням рогової оболонки в місцях її захворювання. Простота , доступність, хороша переносимість і висока ефективність сприяли швидкому розповсюдженню кріогенного методу при лікуванні гепертичних і інших форм поверхневих кератитів. Кріогенний метод отримав розвиток при лікуванні патологій рогової оболонки і оточуючих її відділів очного яблука . Успішно застосовувана кріоаплікації при стійких помутніннях роговиці, склеритах,епісклеритах. Також застосовували локальну дію холоду при неоваскуляризації роговиці після кератопластики і як підготовчу процедуру перед трансплантацією роговиці. W.Mayer застосував кріогенну техніку для лікування дистрофії роговиці. З допомогою кріогенного методу здійснювались лікування птеригууму. Застосування кріоаплікації при помутніннях ендотелію і пролапсу скловидного тіла після інтрокапсулярної екстракції катаракти. Некротичний ефект кріохірургічного втручання використовували для руйнування внутрьоочних пухлин : ретинобластоми, метастатичної карціоми, меланоми , судинних новоутворень. Слід зазначити, що запропонований в 1961р. метод кріоекстракції катаракти виявився наскільки ефективним, що в даний час немає ні одної офтальмологічної клініки в світі де б він не був застосований. Розширюється освоєння кріохірургічних методів і в оториноларингології. Одним із перших в цій області клінічної медицини застосували кріодію. Використання безпосередньо дію снігової вуглекислоти і сухим вуглекислим льодом при лікуванні туберкульозних уражень носа, порожнини рота , рото-глотки, і гортані. Створення різних по важкості і функціональним показникам кріоінструментів із застосуванням рідкого азоту дозволило розробити методи кріохірургії папіломатозу гортані .

Дослідження в цій галузі продовжують розвиватись і в інших медичних центрах. Розроблена методика кріохірургічного видалення поліпів із порожнини носу. Застосований кріохірургічний метод лікування при вазомоторному і гіпертрофічному ринітах. Також застосовується дія низьких температур для припинення кровотечі з носу. Успішно застосуване поєднання руйнуючих і гемо статичних кріодій для локального заморожування телеангіоектазій при хворобі Рандю-Ослера. Почались клінічні дослідження по кріохірургії лабіринту при хворобі Меньєра. Методика поверхневого і підслизової кріодії при гіпертрофічному риніті. Локальне заморожування при рецедивній гранулемі і контактній язві голосових звязок успішно застосував H.Leden i R.Rand.

Вперше проведене лікування хворих, які страждають судинними і шкіряними новоутвореннями зовнішнього слухового проходу, барабанної порожнини і порожнини носа с допомогою мініатюрного криоаплікатора.

Кріохірургія широко і ефективно застосовується в гінекологічній практиці. Перша робота,яка повідомляла про використання кріохірургічного методу при захворюваннях ,які супроводжуються маточною кровотечею, належить W.Cahan, A.Brockunier . Надалі кріохірургію застосовували при дисфункціональних маточних кровотечах. В СССР кріохірургічний метод лікування дисфункціональних і післяпологових маточних кровотечах почали застосовувати він показав простоту, безпечність і високу ефективність кріохірургічного лікування дисфункціональних маточних кровотеч, в тому числі і важких,які не піддавалися іншим методам терапії. Результати застосування методу свідчать про те що наряду з місцевими змінами в матці в механізмі лікувального лікувального ефекту деяку роль можуть грати і загальні зміни у вигляді нормалізації взаємовідносин регуляторних систем , зокрема системи гіпоталамус- гіпофіз- яєчники. Метод кріокоагуляції конкурує з діатермохірургічним при доброякісних паталогічних процесах на шийці матки – так званих ерозія, дисплазіях відносяться до передраковим станах. Він має ряд явних переваг в порівнянні з діатермокоагуляцією. Проведені спостереження підтвердили , що при поліпах шийки матки і гострокінцевих кондиломах кріохірургічне лікування дуже ефективне, попереджує виникнення можливих рецидивів і являється більш щадним , чим діатермохірогічна дія. Останні обставини мають особливо важливе значення при необхідності лікування під час вагітності. Вперше в 1930р. використали двоокис вуглецю та застосували кріодію при геморою. В 1964р. повідомили про використання попередньо охолодженого рідким киснем кріозонд при лікуванні геморою, анальних тріщин і гострокінцевих конділом . M.Lewis поклав початок широкому застосуванню кріодії в проктологічній клініці. В СССР в 1973р. повідомили про кріогемороідектоміях , розвивають досвід кріохірургічних операцій при геморою. Простість методу, безболісність і безкровність операцій мале число ускладнень , швидкість репаративних процесів після відторгнення ділянок кріонекрозу без утворення масивних рубців і на кінець підсилення протипухлинних імунітету – основні гідності кріогенного методу лікування в проктології.

На протязі 15 років співробітники Онкологічного наукового центру АМН СССР, Київського наукового–дослідного рентгенорадіологічного і онкологічного інституту Міністерства охорони здоров’я УССР, Всесоюзного науково-дослідного і випробувального інституту медицинської техніки Міністерства охорони здоров’я СССР проводились експериментальні, клінічні і технічні досліди застосування кріогенного методу в онкології. Результати аналізу обширних клінічних даних , отриманих при кріодії на злоякісні пухлини різних органів і тканин , дозволили використовувати його в якості як радикального, так і паліативного методу лікування. В онкологічні практиці кріогенне лікування широко застосовується і самостійно, і як компонент комбінованого методу в поєднанні з хірургічним лікуванням, хіміотерапією лазерною дією, ультразвуком і імунотерапією.

Недостатня ефективність багатьох теперішніх терапевтичних методів лікування в стоматології, в деяких випадках викликають ускладнення і побічні ефекти, функціональні і косметичні порушення при довгих термінах лікування стимулювали в останні десятиліття розвитку кріогенної хірургії в цій області медицини.

Відомо , що при лікуванні пульпітів на протязі більш чим 100 років широко застосовується миш’якова кислота, яка на ряду з девіталізуючою дією надає токсичну дію і на періакепальні тканини. При лікуванні лейкоплакії і інших передракових захворювань єдиним радикальним методом терапії на протязі багатьох років являється видалення уражених частин. Це клопітка, потребуча стаціонарного лікування, операція. В останні роки в стоматології все ширше використовується безкровне і безболісне видалення паталогічно видозмінених органів і тканин шляхом їх кріодеструкції.

В стоматології одним з перших кріогенний метод лікування був застосований на руйнуванні карціоми губи і порожнини рота за допомогою установки ,яка подавала рідкий азот на строго локалізовану частину тканини в результаті чого заморожувався її обмежена частина. Температура зонду при цьому знижувалась до 113-93 К. Пухлини невеликих розмірів заморожували повністю на протязі 30-60с. під місцевою анестезією. Більш великі пухлини видаляли за декілька підходів. У хворих раком порожнини рота і глотки використовували зонд напівсферичної форми з діаметром 9.5мм. Форма і розмір зонду забезпечували максимальну холодову потужність: на протязі 10хв заморожували частину тканини діаметром 5см. Оптимальна експозиція складала 3-5 хв. Результати досліджень застосування кріогенного методу на протязі 1964-1969р. дозволили авторам зробити висновки ,що заморожування тканин при раку губи і порожнини рота – єдиний вид лікування в зв’язку з неможливістю радикальної операції. Застосування кріотерапії в амбулаторних умовах для лікування лекоплакії у 20 людей. Використовували рідкий азот в розпиленому типі з попередньою анестезією 1% розчином лідокаїну. Автори прийшли до висновку , що кріогенний метод має ряд переваг: легкість застосування , короткочасність процедури,мінімальний біль,незначна кровотеча. Оптимальною температурою при лейкоплакії автори враховують-20ºС. Для лікування стійких і рецидивуючих захворювань слизової оболонки був застосований кріоаплікатор Jагzab зі змінними наконечниками. Холодоагент СО2 що надходить з балона, охолоджує наконечник aпплікатора до (-60) - (- 75) ° С. Автор статті зазначив простоту і зручність криогенного методу і можливість застосування його в амбулаторних умовах.

Про успішне використання кріометода при лікуванні лейкоплакії порожнини рота в 30 випадках використовували кріозонд довжиною 9,5 мм. Результати лікування дали можливість рекомендувати застосування криогенного методу в стоматологічній практиці. Під місцевою анестезією при раку ясен проводили дворазове заморожування з експозицією 3 хв із застосуванням рідкого азоту (-170°С). На мою думку , метод кріохіруprіі дає хороший ефект при лікуванні карціономи ясен після безуспішного застосування радіотерапії та хіміотерапіі і може застосовуватися в амбулаторній практиці. Опубліковані результати порівняльної оцінки криогенного методу, електрохірургії і звичайного видалення при лікуванні доброякісної пухлини порожнини рота у макак. При електрохірургіі в порівнянні з видаленням загоєння протікало повільніше, але при впливі низьких температур утворювалося значно менше рубцевої тканини. Гістологічні волокна колагену були тонші і мали правильне розташування. Застосування анестезії холодом для видалення 44 зубів у 27 хворих. Температура на кінчику наконечника після включення апарату в електро- і водопровідну мережу досягала - 20°С. Охолоджений наконечник прикладали до ясен в області зуба який видаляють . Вважають дану методику досить простою і рекомендують застосовувати її під час видалення зубів у дітей, хворих з лабільною психікою і при наявності протипоказань до ін’єкційного обезболення.

В роботі Jarzab представлені успішні результати, досягнуті в лікуванні гіперпластичних змін на слизовій оболонці рота за допомогою кріохірургії. Спеціально сконструйований апарат , приєднаний до балона з СО2 забезпечував зниження температури до (-60) - (-70) °С. В залежності від давності захворювання проводилася одноразова аплікація протягом 30-120 с. Проведено хірургічне лікування 23 хворих з діагнозами папіломатоза , гіперплазії слизової оболонки твердого неба, папіломи , фіброми. Метод кріохірургії використовувався також в лікуванні гемангіом в області порожнини рота і губ. Метод кріохірургії використовувався також в лікуванні гемангіом в області порожнини рота і губ . Для заморожування операційного поля застосовувався апарат, що охолоджується рідким СО2. Автор вважає кріохірургію цілком безпечною і дає хороший косметичний ефект методом, що особливо важливо у випадках гемангіом в зоні обличчя. Крім того, вона вважає, що кріохірургія може доповнювати оперативне втручання при рецидиві гемангіоми. Застосування кріотерапії на «білих» ураженнях слизової оболонки порожнини рота, до яких автори відносять різного роду епітеліальні дисплазії. Підкреслюється необхідність біопсії перед початком лікування. Оптимальні результати були отримані при дворазовому застосуванні аплікації з швидким заморожуванням до-160 ° C і повільним відтаванням . Перевагами методу є : відсутність болю під час операції і після неї, створення м'якого рубця при загоєнні рани, мінімальна кровотеча, можливість лікувати великі поразки. До недоліків слід віднести необхідність мати апаратуру і рідкий азот, більш довга тривалість лікування в порівнянні з ножовим перетином. У вітчизняній стоматології кріогенний метод отримав розвиток в останнє десятиліття. У 1972 вченими Фізико-технічного інституту температур АН УССР по медико технічному завданню кафедри терапевтичної стоматології Українського інституту удосконалення лікарів сконструювали кріоінструменти які утворювали управляємо паро-рідкий струмінь азоту.

В подальшому були розроблені нові моделі, з яких кріообприскувач КАС-О1 затверджений Комітетом з нової медичної техніки МОЗ СРСР до промислового виробництва. Співробітниками кафедри терапевтичної стоматології Укранського інституту удосконалення лікарів проведені біофізичні і експерементально-морфологічні дослідження впливу низьких температур на пульпу зуба і слизову оболонку порожнини рота, розроблені методи лікування незворотних форм пульпітів, передракових і інших захворювань порожнини рота.

Кріотерапія злоякісних новоутворень щелепно-лицевої ділянки присвячені роботи Л. І. Трушкевич , А. І. Яцків , І. П. Балієвa ,А. І. Пачес , М. М. Соловйова, пародонтозу Н.Ф Данилевського , А. П. Грохольського ,гемангіом, Г. Г. Митрофанова, Б. А. Комарова. Цікавість викликає в застосуванні низьких температур при лікуванні герметичних стоматитів. Важається, що аморожування вогнища ураження до 233 К і повторна кріодія на нього після відтавання значно знижують концентрацію вірусу в ньому. Пов’язане це зі зменшенням кількості аденозинтрифосфату, що знижує активність ДНК-і РНК-вірусів. Зменшення активності вірусу зумовлено утворенням інтерферону, який з'являється при руйнуванні клітин. На підставі цих даних застосовували метод кріотерапії при лікуванні 29 пацієнтів з герпетичним стоматитом. Для охолодження було використано вуглекислота (опромінення 6-10 с), однак, найкращий ефект при лікуванні стоматиту дає рідкий азот. У 27 спостерігалось відновлення, у 2 не мав ефекту. Особливу увагу приділяється використанню кріогенного методу продромальному періоді герметичного стоматиту, запобігаючи утворенню бульбашок. Вплив низькими температурами, здійснене після висипання , бульбашки потребує ретельного лікування всіх елементів ураження. Кріотерапія зупиняє патологічний процес. Застосований кріогенний метод анестезії твердих тканин аплікацією вуглекислого газу на поверхні зубної коронки. Розглядається цей метод простим по техніці виконання та придатним для використання в умовах поліклінічного прийому, а також інші методи анестезії. Таким чином, як короткий аналіз літературних даних показує, існують достатні можливості для використання криогенного методу лікування в стоматології.

Кріохірургічні інструменти, призначені для нейрохірургії, оториноларингології, гінекології, офтальмології, онкології і інших областей медицини, мало прийнятні для лікування вогнищ ураження порожнини рота, шкірних покривів обличчя і червоної облямівки губ. Дослідження по використанню низьких температур для лікування передракових захворювань та необоротних форм пульпітів стали можливі після створення кріоінструментів стоматологічного призначення , що використовують в якості кріоагента рідкий азот. Впровадження кріохірургічних інструментів і методів лікування в клінічну практику забезпечує прогресивну зміну різних показників комплексного критерію ефективності: соціальних, медичних і економічних.

***Кріогенна техніка в медицині***

***6. Класифікація кріохірургічних інструментів***

В даний час немає загальноприйнятої класифікації кріохірургічних інструментів. Відома класифікація відображає тільки різновиди інструментів, в яких використовуються кріогенні рідини, наприклад рідкий азот, а також містить рекомендації по наближеній оцінці зон заморожування. Широке застосування і різноманіття вимог , умов експлуатації, а також відмінність використовуваних методів кріогенного охолодження зумовили появу великої номенклатури кріохірургічних інструментів різних типів і конструкцій. Представлена класифікація відображає найбільш важливі для практики особливості кріохірургічних інструментів, які мають принципове значення при виборі того чи іншого типу. В основу класифікації покладено такі ознаки: кріогенний цикл цикл або метод охолодження, спосіб передачі холоду до наконечника або до біологічної тканини і її призначення.

Кріохірургічні інструменти поділяються наступним чином:

1. За кріногенним циклом або методом охолодження на інструменти, в яких використовується

a) ефект дроселювання газів

б) кріогенні рідини

в) газові криогенні машини

г) термоелектричні (Пельтьє) і гальванотермомагнітні (Еттінгаузена) ефекти

д) комбіновані способи охолодження, що представляють поєднання двох і більш зазначених методів

2. За способом передачі холоду до наконечника або до біологічної тканини

a) з'єднані з кріогенератором з дистанційним розташуванням інструменту відносно кріогенератора з розташуванням кріогенератора безпосередньо в інструменті

6) автономні, в яких використовується газоподібний, рідкий або твердий кріоагент , розташований в рукоятці інструменту, призначений для деструкції екстракції функціональних впливів заморожування перед екстирпацією і кріорезекцією

Інструменти для деструкції, в свою чергу, поділяються на ті які руйнують великі або малі ділянки (обсяги) патологічної тканини, а також призначені для використання при захворюваннях зовнішніх і внутрішніх органів людини. Вибір певного типу кріохірургічного інструменту в кожному конкретному випадку обумовлюється комплексом показників і вимог, виконання яких забезпечує його нормальне функціонування. Наприклад, для клінік, віддалених від центрів виробництва кріогенних рідин, через труднощі які пов'язаних з транспортуванням та короткочасним зберіганням кріоагентів в посудині Дьюара, доцільно застосовувати інструменти, що використовують замкнутий кріогенний цикл.

Цінність кріогенних систем замкнутого циклу полягає в тому, що кріоагент, введений в систему, протягом усього періоду експлуатації використовується багаторазово, без підзарядки і виведення його в навколишнє середовище. В даних інструментах можуть бути застосовані системи, в цикл яких грунтується на ефекті дроселювання. В якості робочих речовин для поліпшення енергетичних і масогабаритних показників нині в дросельних системах застосовуються відповідним чином підібрані суміші кріоагента . Перехід на суміші дозволив при тому ж рівні охолодження в кілька разів збільшити дросель-ефект. Для короткочасної роботи можуть бути використані дросельні системи відкритого типу, в яких використовують запас стисненого газу, який зберігається у балонах. Для медичних цілей найбільш зручні і широко застосовуються в якості кріоагента таких систем закис азоту і кисень, однак застосування кисню ускладнюється підвищеними вимогами по техніці безпеки. Слід підкреслити, що системи відкритого типу відрізняються простотою, малими масогабаритними розмірами, низькою вартістю, підвищеною надійністю і широко застосовуються в офтальмології та гінекології.

У клініках, які мають фахівців з кріогенної техніки, з метою автономної роботи можуть бути використані серійно випускні на базі газових крногенних машин ЗИФ-1003 малогабаритні зріджувачі. При цьому незважаючи на малу продуктивність застосування їх в кріохірургії доцільно, оскільки необхідний запас кріоагента готується до початку операції. Зріджувачі забезпечують можливість використання автономних кріохірургічних інструментів зручних в маніпуляції простих, надійних но з малим часом кріодії. Для збільшення, при необхідності, часу кріодії придатні інструменти з дистанційним розташуванням щодо посудини Дьюара заповненого кріогенною рідиною. Інструмент і посудину Дьюара з'єднуються теплоізольованим гнучким шлангом. Вельми обмежено застосовуються кріохірургічні інструменти, в яких використовуються термоелектричні (Пельтьє) і гальванотермомагнітні (Еттінгаузена) ефекти. Охолоджувачі такого типу безпосередньо перетворюють електричну енергію в тепловий потік і мають необмежений ресурс через відсутність в конструкції схильних до зносу елементів. Однак недостатньо низькі робочі температури, діапазон яких 200-300 K , не дозволяють використовувати інструменти з термоелектричними охолоджувачами для руйнування великих обємів тканини. Тому найбільш перспективні кріохірургічні інструментами є ті, в охолоджувачах яких використовуються криогенні цикли і методи охолодження, що забезпечують більш низьку температуру охолоджуваних наконечників кріоінструментів і велику холодопродуктивність.

Клінічними дослідженнями встановлено, що в більшості випадків задовільні характеристики режимів замороження біологічних тканин можуть бути отримані шляхом використання температур «азотного» рівня (77 K), вже зараз широко застосовуються в медичній практиці . Для певних практичних завдань доцільно застосування більш низьких температур. Однак зниження температур охолоджуваного наконечника інструмента, наприклад до «неонового» рівня (23 К), пов'язане зі значним ускладненням і подорожчанням кріогенного обладнання.

***7.Основні кріогенні цикли***

Всі кріохірургічні інструменти забезпечують локальне заморожування патологічно змінених ділянок тканини за допомогою кріогенних рідин, одержуваних на стаціонарних зріджувальних станціях, або генераторів холоду, розміщених в робочих наконечниках. Ми розглянемо основні кріогенні цикли і області застосування різних методів отримання низьких температур, які широко використовуються в медицині. Перенесення тепла від охолоджуваного тіла до навколишнього середовища,тобто штучне охолодження, здійснюється за допомогою зворотного термодинамічного циклу. Отримання низької температури і її підтримання можливі при безперервному відводі тепла від тіла при низькій температурі і передачі тепла тіла з високою температурою, іншими словами, штучне охолодження являє процес перенесення тепла з низькотемпературного рівня на більш високий рівень температур. Діаграми холодильного циклу, які показують зміну тиску Р і об’єму V, а також температури Т і ентропії S робочих тіл, що беруть участь в процесах стиснення і розширення. До найбільш поширеними робочими тілами ні низькотемпературних установок відносяться різні гази: повітря, , а також їх суміші.

За початковий стан робочого тіла умовно прийнята точка 1, відповідна початку процесу підведення тепла до робочого тіла (ділянка кривої 1 -А-2) і кінця процесу відведення тепла від робочого тіла (ділянка кривої 2-В-1). Точка 2 відповідає кінцю процесу підведення тепла до робочого тіла і початку його відводу. Процеси, що становлять цикл, такі, що точки 1 і 2 характеризують також стану робочого тіла відповідно на початку і кінці процесу розширення і стиснення. Особливістю даного циклу є те, що в нього не входять адіабатні процеси, однак висновки, які будуть приведені нижче, справедливі для будь-якого холодильного циклу. Кількість тепла яке відводиться від охолоджуваного тіла, відповідає а-1-А-2-в, а робота яка витрачається в циклі L-відповідає 1-A-2-В-1. До тіл, що сприймають тепло (з більш високою температурою), має перейти кількість тепла яке більше кількості тепла, що відбирається від охолоджуваних тіл (з менш високою температурою), на величину роботи циклу, тобто . Процес розширення в загальному випадку може протікати по будь-якому термодинамічному циклу, але обов'язково з пониженням температури робочого тіла. У теоретичних циклах розширення протікає при постійній ентальпії (дроселювання) або постійної ентропії . У циклі з постійною ентропією при розширенні проводиться робота, що передається зовнішньому споживачеві: в нашому випадку – біологічній тканині, що піддається заморожуванню. Ізоентальпійне розширення (дроселювання), зване ефектом Джоуля-Томсона, полягає в різкому зниженні тиску газу Р від = сonst до сonst при проходженні його через вузький отвір. Відповідно до першого закону термодинаміки підводиться до газу тепло Q розприділяється на зміну внутрішньої енергії газу і здійснення роботи розширення

(2.1)

Де і внутрішня енергія і об’єм газу до підведення тепла , а і після. Звідси при умові відсутності теплообміну з навколишнім середовищем (Q=0)

(2.2)

В термодинамічних розрахунках сума величин внутрішньої енергії і здійснюваної роботи називається ентальпією або тепло збереженням

Отриманий вираз справедливо як і для ідеального так і для реального газу: при дроселюванні ентальпія газу не змінюється. Для ізоентропійного розширення в установку повинна входити розширювальна машина – детандер.

Найпростіша установка кріогенного охолодження замкнутого типу містить компрессор, теплообмінники, і пристрої для розширення робочого тіла. В компрессорі робоче тіло стискається від тиску при постійній температурі . При цьому робоче тіло охолоджується проходячи через теплообмінник , нагрівається від зустрічного потіку охолоджуваного тіла і повертається в компрессор.

Теплообмінники в залежності від призначення діляться на три групи . В першій групі теплообмінників , це холодильники, від стисненого газу відводиться тепло, яке знижує його температуру. В другій групі здійснюється обмін між потоком ,який іде до розширювального пристрою і повертається в компрессор після розширення: при цьому робоче тіло теоретично відновлює температуру до початкових значень. В третій групі здійснюється відведення робочого тіла від охолоджуваного обєкту. Холодопродуктивність за цикл визначається як тепло процессу . Так як даний процесс носить ізобарний характер то холодопродуктивність дорівнює перепаду ентальпій. При ізоентропійному розширенню холодопродуктивність циклу більша ніж при ізоентальпійному. Збільшення холодопродуктивності циклу при ізоентропійному розширенню визначається роботою розширення яка передається зовнішньому споживачеві.

Застосування ізоентропійного розширення може забезпечити більш низькі температури робочого тіла. Дійсна робоча температура в розширювальній машині в звязку з ростом ентропії через неідеальну ізоляцію буде вища при початковому тиску 20МПа і складе 133-123К. З данного випадку можна винести рішення що звичайний холодильний цикл непридатний для отримання кріогенних температур навіть в тому випадку, якщо здійснюється розширення всього робочого тіла в детандері. Отримання необхідного для такого циклу високого тиску і в кінці процессу зтиснення потребує важких і дороговартісних компрессорів.Високі стани зтиснення робочого тіла в детандері пред’являють ще більш важкі вимоги до його конструкції. Цикл кріогенного охолодження відрізняється від інших холодильних циклів областю температур яка знаходиться нижче 120К. В результаті досліджень циклів встановлено , що для отримання в кінці процессу розширення робочого тіла яке набагато нижче за 120К необхідно спочатку забезпечити більш низьку температуру робочого тіла ніж температура навколишнього середовища. Таке охолодження робочого тіла можна здійснити,застосувавши принцип регенерації. Кріогенна установка в якій використовується принцип регенерації відрізняється від раніше розглянутих, наявністю теплообмінника що представляє собою два канали у виглді труб які мають тепловий контакт і закріплені між собою зваркою чи пайкою. По цим каналам здійснюється зустрічний рух робочого тіла . Принцип регенерації заключається в здійсненні наступних процесів. Робоче тіло після стиснення в ступенях компрессора і охолодженням в проміжкових і кінцевих холодильниках до температури навколишнього середовища додатково охолоджується перед розширенням в теплообміннику робочим тілом , знизивши свою температуру і ентальпію після розширення в детандері або дроссельному приладі. При цьому для охолодження нової порції робочого тіла може використовуватись вся його кількість або частина яка брала участь в розширенні.

В обох випадках кількість тепла,яке можна відвести від робочого тіла яке бере участь в циклі розширення більш чим потрібно для охолодження нової порції робочого тіла . Цей надлишок холоду характирезує холодопродуктивність циклу. В першому випадку це кількість тепла яке відводиться від охолоджуваного тіла в камері в другому холодопродуктивність визначається тією кількістю робочого тіла яке не бере участь в охолодженні його нової порції. Після компрессору в якому робоче тіло стискається від тиску воно переміщається дальше по каналу теплообмінника , температура його при цьому знижується за рахунок зустрічого потоку . Із каналу прямого потоку теплообмінника робоче тіло поступає в розширювальний пристрій де його температура і тиск зменшуються. Робоче тіло в холодильній камері поглинає тепло охолоджуваного тіла знижуючи його температуру і повертається в компрессор.

Застосування регенеративних циклів зв’язано з деякими ускладненнями установки однак регенеративний цикл являється єдиним способом для отримання кріогенних температур. Регенерація тепла в циклі дозволяє застосувати в кріогенних установках помірні ступені зтиснення в компрессорі і малі степені розширення в детандері . В регенеративному циклі робоче тіло знижує свою температуру і ентальпію. Однако різниця ентальпій не визначає холодопродуктивність циклу оскільки частина холоду в процесі повинна затрачена на охолодження робочого тіла високого тиску . Підсумуємо зміну ентальпії при ентропійному розширенні .Таким чином як для циклу з дроселюванням так і для циклу з детандером введення принципу регенерації не змінює структуру рівняння яке визначає холодопродуктивність але не збільшує холодопродуктивність однако дозволяє отримати більш низькі температури.

Всі кріогенні цикли доречно ділити на наступні три групи :

1.Цикли в яких ціле робоче тіло розширюється при дроселюванні

2.Цикли в яких одна частина робочого тіла розширюється в дроссельному приладі а інша в детандері.

3.Цикли в яких ціле робоче тіло розширюється в детандері або холодильно-газові машині.

Перші дві групи циклів отримали поширення в установках для зрідження і розділу газів . Третя группа циклів застосовується в кріогенних установках для охолодження певних обєктів до кріогених температур . Найрідше всього установки з циклами цієї групи працюють по замкнутому кріогенному циклу і можуть використовуватись для зрідження циркулюючого робочого тіла . Кріогенні цикли третьої групи як найбільш компактні і економні доречно використовувати у великих спеціальних клініках і дослідницьких центрахне тільки для забезпечення кріогенними рідинами інструментів які часто використовуються в кріохірургії і для программного заморожування кісткового мозку, крові ,органів і тканин.

Розглянені тільки ті цикли які широко застосовуються для виробництва кріогенних рідинякі використовуються в кріохірургічних інструментах розхідного типу для короткочасного локального замороження патологічно змінених тканин.Крім кріогенних циклів в деяких областях медицини , наприклад в офтальмології, використовується термоелектричний ефект Пельтьє, який заснований на наступному фізичному явищі : якщо через ланцюг яка складається із спаїв двох різних матеріалів пропустити електричний струм то один спай охолоджується а інший нагрівається. Різниця температур гарячого і холодного спаїв пропорційна прикладеній напрузі. Очевидно що ефективність термоелектричного приладу буде вища при застосуванні матеріалів які мають малу теплопровідність. Тому найбільш широке застосування знайшли напівпровідникові термоелементи які складаються з двох послідовно з’єднаних напівпровідників прямокутної чи круглої форми . Один з напівпровідників електронний інший дірковий.Напів провідники з’єднані мідними пластинами в спаї. Термоелементи можна послідовно з’єднювати в батареї.

Враховуючи складну технологію виготовлення охолоджуваних приладів з застосуванням термоелектричного ефекту їх велику масу і недостатньо низькі робочі температури в кріохірургії такі прилади мають обмежене застосування- тільки в офтальмології.

***8. Кріогенні інструменти і апаратура***

Сьогодні, коли в розпорядженні лікарів перебувають наднизькі температури, перед цілющим холодом розкриваються небувалі горизонти.

**Апарат «Кріо Джет Міні»** забезпечує стабільне охолодження навколишнього повітря (до –30 °С) та подачу охолодженого осушеного повітряного струменя за допомогою спеціального гнучкого шланга.

**Kryotur 600** — настільний апарат для генерації холоду за допомогою термоелектричних модулів (елементи Пельтьє). Вплив холодом дозований і відбувається за допомогою голівок до –10 °С або манжет, охолоджених до +12 °С. Також до комплекту додаються: охолоджуючі голівки для короткочасного охолодження; охолоджуючі манжети для охолодження тривалого або з інтервалами, біоциклами; аплікатор екстремального холоду (до –35 °С) зі змінними насадками.

**Застосування.** Для швидкого досягнення анальгетичного ефекту; створення гарних передумов для проведення лікувальної гімнастики й ерготерапії через попереднє купірування болю та зниження м’язового тонусу; застосування при відкритих ранах для зупинки кровотечі, купірування болю, попередження запалення й запобігання виникненню набряків; при медичній необхідності для зниження дозування застосовуваних фармакологічних засобів.

**Cryoflow 700/1000** — пересувний пристрій для виробництва холодного повітряного потоку до –32 °С.

Не дає прямого контакту зі шкірою: ідеально для відкритих ран і чутливих до холодного повітря пацієнтів, повітряний потік регулюється від 100 до 1000 л/хв із можливістю регулювання потоку до 10 разів за одну лікувальну сесію, гнучкий шланг із подвійною стінкою й різними насадками (довжина 1,60 м). Має голівку, що обертається на 360°, вибір насадок 5, 15 і 25 мм, дружнє меню та чіткий РК-дисплей. Кріогенна апаратура побудована відповідно до сучасних уявлень про оздоровчий вплив наднизьких температур, дозволила на порядок підвищити позитивні результати низькотемпературних процедур і звела до мінімуму дискомфорт від контакту з холодним середовищем. Кріогенна фізіотерапія найшвидша й найкомфортніша косметологічна процедура. Суть кріогенної терапії полягає в тому, що людина на короткий час (2-3 хвилини) по шию занурюється в шар охолодженого до температури -120...-160°С газу. Температура й час процедури підібрані з урахуванням особливостей шкіряного покриву людського тіла, тому в ході процедури охолонути встигає тільки тонкий поверхневий шар у якому розташовані теплові рецептори, а сам організм не встигає відчути помітного переохолодження. Більше того, завдяки особливим властивостям холодного газу процедура досить комфортна, відчуття холоду зненацька приємне особливо в літню пору. Ті, хто на собі випробував кріотерапію охоче повторюють ці процедури, навіть не дивлячись на порівняно високу вартість (приблизно 20$ за сеанс). Причиною популярності кріотерапії є те, що вплив на рецептори шкіри викликає в організмі потужний викид ендрофінів. Для того, щоб отримати такий же ефект необхідно 1,5 - 2 години інтенсивного фізичного навантаження.

Безпечний для організму вплив виявляється настільки сильним, що ендрофіни виробляються в людей у стані важкої абсиненції, 2-3 хвилини й тяжка ранкова недуга відступає. Але, це тільки перші результати, головний ефект кріотерапії в тому, що весь організм відновлюється після впливу холодом. Різко зростає імунітет, відступають всі види болю, активізується обмін речовин у шкірі. Процедура дає колосальний косметичний ефект особливо при лікуванні целюліту. Список позитивних результатів від застосування кріотерапії можна продовжувати нескінченно, тому що ця процедура нормалізує імунітет й обмін речовин, тобто усуває першопричини усіх хвороб. Але для успіху потрібно використати спеціальне устаткування й дотримуватися методики кріотерапевтичного впливу. Безпечна тривалість кріотерапії близько 180 секунд, причому навіть до кінця процедури втрати теплоти від внутрішніх органів відповідають нормальному стану організму (70-90 Вт). А ось при купанні у крижаній воді відвід теплоти від ядра тіла в три рази більше норми. Відповідно до прийнятої класифікації гіпотермічних процедур крижані ванни можна використовувати тільки як тренувальний засіб, тому що дратівлива дія холодної води при малій тривалості процедури незначна. Тому, традиційні гіпотермічні процедури дають обмежений ефект впливу на хворих. Інша справа вплив за допомогою наднизьких кріогенних температур. У цих умовах, позитивні наслідки стимулюючих процедур якісно зростають. Кріотерапія може розглядатися тільки як стимулююча процедура, тому що втрати теплоти від ядра тіла в межах безпечної тривалості процедури відповідають фізіологічній нормі, а дратівлива дія в 2...3 рази перевищує максимальні результати водних процедур. Реакція організму сильніша, чим ближче небезпечна температура. Причому реакція гіперболічна. Декілька секунд на протязі яких поверхня шкіри перебуває при температурі -2 °С викликають гіпотермічний стрес наслідки якого виявляються на протязі декількох годин, а то і днів. Кріотерапія забезпечує оптимальний температурний стан шкіряного покриву через 50..60 секунд. А ось при купанні в крижаній воді навіть через 3 хвилини шкіра має температуру 5...6 °С, реакція на таке охолодження значно слабкіша. Перевага дратівливої дії над тренуючою, забезпечує доступ до кріотерапії широких шарів пацієнтів практично без обмежень. Відомі випадки успішного застосування кріотерапії при підвищеній температурі тіла. Вже сьогодні список галузей медицини, у яких застосовується кріотерапія виглядає в такий спосіб:

· пульмонологія - лікування бронхіальної астми, хронічних бронхітів;

· травматологія, артрологія, ревматологія - реабілітація після травми, зокрема переломів костей, лікування захворювань опорно-рухового апарату (ревматоідний артрит і т.д.);

· гастроентерологія - лікування хронічного гастриту, виразкової хвороби, хронічних холециститів;

· дерматологія - лікування гострих і хронічних запальних процесів, вторинних дегенеративно - дистрофічних поразок шкіри, при таких шкірних захворюваннях, як: псоріаз, нейродерміт, себорея, екзема, еритематоз, склеродермія, червоний плоский лишай;

· невропатологія - лікування захворювань нервової системи, (ДЦП, розсіяний склероз, міастенія, мігрень, паркінсонізм й ін.) і проявів системних хвороб або травм (болючі, спастичні, паретичні, рефлекторні й нейродегенеративні синдроми);

· профілактична медицина - профілактика й лікування синдрому хронічної утоми й інших астенічних розладів, профілактика простудних захворювань і підтримка стійкого гомеостазу. Не дає прямого контакту зі шкірою: ідеально для відкритих ран і чутливих до холодного повітря пацієнтів, повітряний потік регулюється від 100 до 1000 л/хв із можливістю регулювання потоку до 10 разів за одну лікувальну сесію, гнучкий шланг із подвійною стінкою й різними насадками (довжина 1,60 м). Має голівку, що обертається на 360°, вибір насадок 5, 15 і 25 мм, дружнє меню та чіткий РК-дисплей.

Місцева кріотерапія викликає такі фізіологічні ефекти:

— знеболювальний: низька температура сповільнює провідність нервових закінчень, з одного боку, і знижує чутливість болючих рецепторів, з іншого;

— протизапальний: знижує виробництво речовин, які провокують болючу реакцію й тим самим істотно зменшує запальні реакції, зменшуючи температуру;

— звуження й розширення судин: охолодження тканин тіла призводить до звуження судин, як артеріальних, так і капілярних. При тривалому лікуванні охолодження призводить до розширення судин, а потім знову до їхнього звуження;

— підвищення тонусу м’язів, зменшення спастичності та зниження мимовільної (рефлекторної) активності м’язів.

***Кріохірургія*** -порівняно молода галузь медицини. Її швидкий розвиток став можливим в результаті створення сучасної кріогенної апаратури для кріодеструкції тканин і різних новоутворень у людини. Широке поширення отримали кріохірургічні методи лікування за кордоном. Слідом за першим кріозондом Дж. Купера в 1961 р була створена серія апаратів різних конструкцій і призначення, в тому числі і апаратів, що працюють на рідкому азоті. До них слід віднести кріохірургічні апарати фірми «Linde Division of Union Carbid Corpоration» (CША), зокрема СЕ-2, який оснащений приладом, за допомогою якого вимірюється, записується і регулюється температура кріозонду від 310 до 77 К, і електронагрівачем для витіснення рідкого азоту через шланг до крнозонду.

А відміну від незручного в маніпулюванні через шланг, що зв’язує його з посудиною Дьюара, апарат СЕ-2 кріохірургічний aпарат СЕ-3 автономний і компактний, оскільки кріоагент знаходиться в рукоятці кріозонда. Ці якості СЕ-3 особливо важливі при застосуванні його в офтальмології. Кріохірургічний апарат СЕ-4, призначений для кріодеструкції передміхурової залози, має дві додаткові голчасті термопари для вимірювання температури тканин, що оточують передміхурову залозу. Температура наконечника кріозонду регулюється з точністю до 1% з допомогою електронного вимірювання і ручного регулюючого пристроїв. Мається на увазі також нагрівач для швидкого відігрівання і вилучення наконечника із замороженої тканини. Найбільш простий з апаратів серії СЕ кріохірургічний аппарат СЕ-6, що забезпечує подачу рідкого азоту з стандартної посудини Дьюара до кріозонду який немає приладів для виміру і регулювання температури. Кріогент або розбризкується на охолоджувану поверхню, або заморожування проходить на площині яка доторкається наконечника. Хірург визначає ступінь і глибину заморожування візуально.

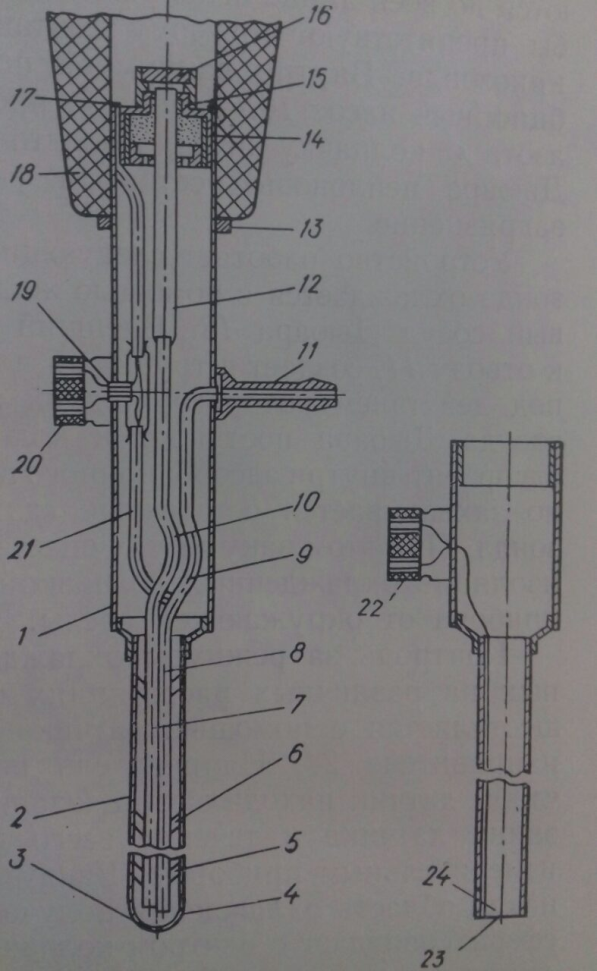
Фірма «L'air Liquide» (Франція) випускає кріохірургічний апарат «Сгуal», в якому, як і в апаратах типу СЕ, в якості кріоагента використовується рідкий азот, що надходить до кріозонда під тиском з контейнера. Тиск всередині контейнера з рідким азотом створюється шляхом подачі в нього газоподібного азоту з спеціального балону, для чого не потрібно електроенергії, як в апаратах типу СЕ.

Фірма «Spembly Technical Products» (Aнглія) створила хірургічний охолоджувальний апарат АCU-2, який дешевше, ніж апарат типу СЕ, в зв'язку з чим широко застосовується в клінічній практиці для руйнування доброякісних новоутворень,видалення поліпів, папілом і ангіом в порожнині носоглотки, стравоходу і дихальних шляхів, а також для зупинки кровотеч після тонзилектомії. В якості кріоагента в апараті використовується рідка вуглекислота, яка надходить до кріозонда з балона по гнучкому шлангу. На кінці кріозонду є термопара для вимірювання температури зонда і мікронагрівач. У Радянському Союзі над створенням і удосконаленням кріохірургічної апаратури інтенсивно працював ряд колективів: Інститут фізичних проблем АН СРСР, Всесоюзний науково-дослідний і Фізико-технічний інститут низьких температур АН УРСР. При проведенні кріохірургічних досліджень важливу роль відіграє візуальний контроль за процесом охолодження і вимірюванням температур на замороженому ділянці тканини. Розробляються безконтактні методи вимірювання температур за допомогою спеціально створеної для цієї мети апаратури - мікроскопа і тепловізора , - що дозволяють реєструвати зміну температури охолоджувальної тканини в діапазоні 233-273 К. При проведенні безконтактних вимірювань об'єкт заморожування містився перед інфрачервоним мікроскопом ІКМ-ЗМ. Наконечник кріозонду приводився в контакт з об'єктом і починався процес охолодження. Процес заморожування, що відбувається в тканині, спостерігався на екрані відеоконтрольного пристрою. Вивчення темпу зростання замороженої зони, максимального її розміру і оптимального часу кріодії, а також програмного регулювання температури присвячені дослідження, виконані в Інституті фізики АН УРСР спільно з Київським науково-дослідним інститутом нейрохірургії. Виходячи з медико-технічних вимог , однією з центральних завдань є створення зручних, порівняно простих, економічних в експлуатації, дешевих і широкодоступних інструментів. До вимог реалізація яких необхідна для кріодеструкції пухлин, відноситься отримання високих швидкостей охолодження. Тому при створенні серії кріохірургічних інструментів використовувалась типова конструкція в якій посудина з рідким або твердим кріоагентом , наприклад рідким азотом чи твердою вуглекислотою, максимально наближені до охолодженого наконечника кріозонду , кріоаплікатора. У Всесоюзному науково-дослідному і випробувальному інституті медичної техніки розроблений кріоаплікатор для локального заморожування піднебінних мигдалин, час роботи якого при одноразовому використанні азоту в посудину становить 4-5 хв. В інституті фізичних проблем АН УРСР розроблені і кілька типів кріохнрургічних інструментів . Серед них слід відзначити нейрохірургічний прилад, в якому кріозонд суміщений зі знімним пінопластовим резервуаром. Примусове видалення парів здійснюється приєднанням дренажної трубки до хірургічного відсмоктування біля операційного столу.

***8.1 Комплекс апаратури для локального руйнування внутрішньо-мозкових пухлин***

Вперше в СРСР прилад такого типу був розроблений в Інституті фізичних проблем АН УРСР і згодом удосконалений Інститутом фізики АН УРСР. Прилад Інституту фізики АН УРСР, що представляє комплекс апаратури для локального руйнування внутрішньо-мозкових пухлин, складається з трьох основних частин: криозонда, направлювача і посудини для рідкого азоту. Кріозонд складається з корпусу (1) і голки (2) . Положення посудини (18) на корпусі криозонда фіксується кільцем (13). Відведення (11) служить для під'єднання кріозонду до апарату, який забезпечує циркуляцію рідкого азоту всередині кріозонду.

Голка кріозонду представляє собою тонкостінну трубку діаметром 2-4мм із нержавіючої сталі. Нижній кінець голки закритий тонкостінним срібним ковпачком(4). Прилад приєднюється до приладів які реєструють температуру за допомогою електричних колодок (20) кріозонду (22) і напрямлювача (24) призначеного для введення голки з активним наконечником нижній кінець якого має датчик(23).



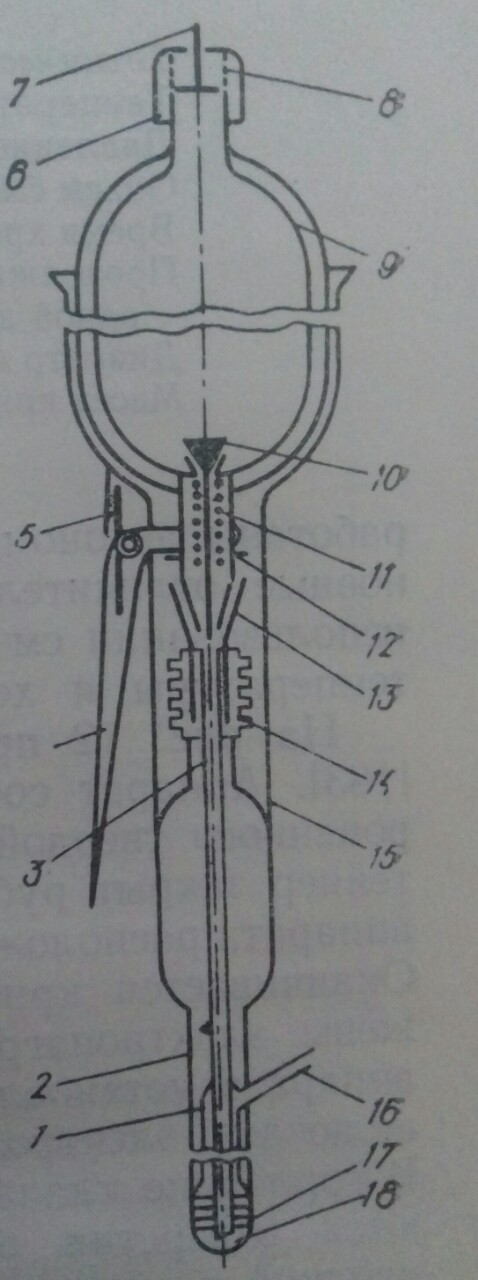
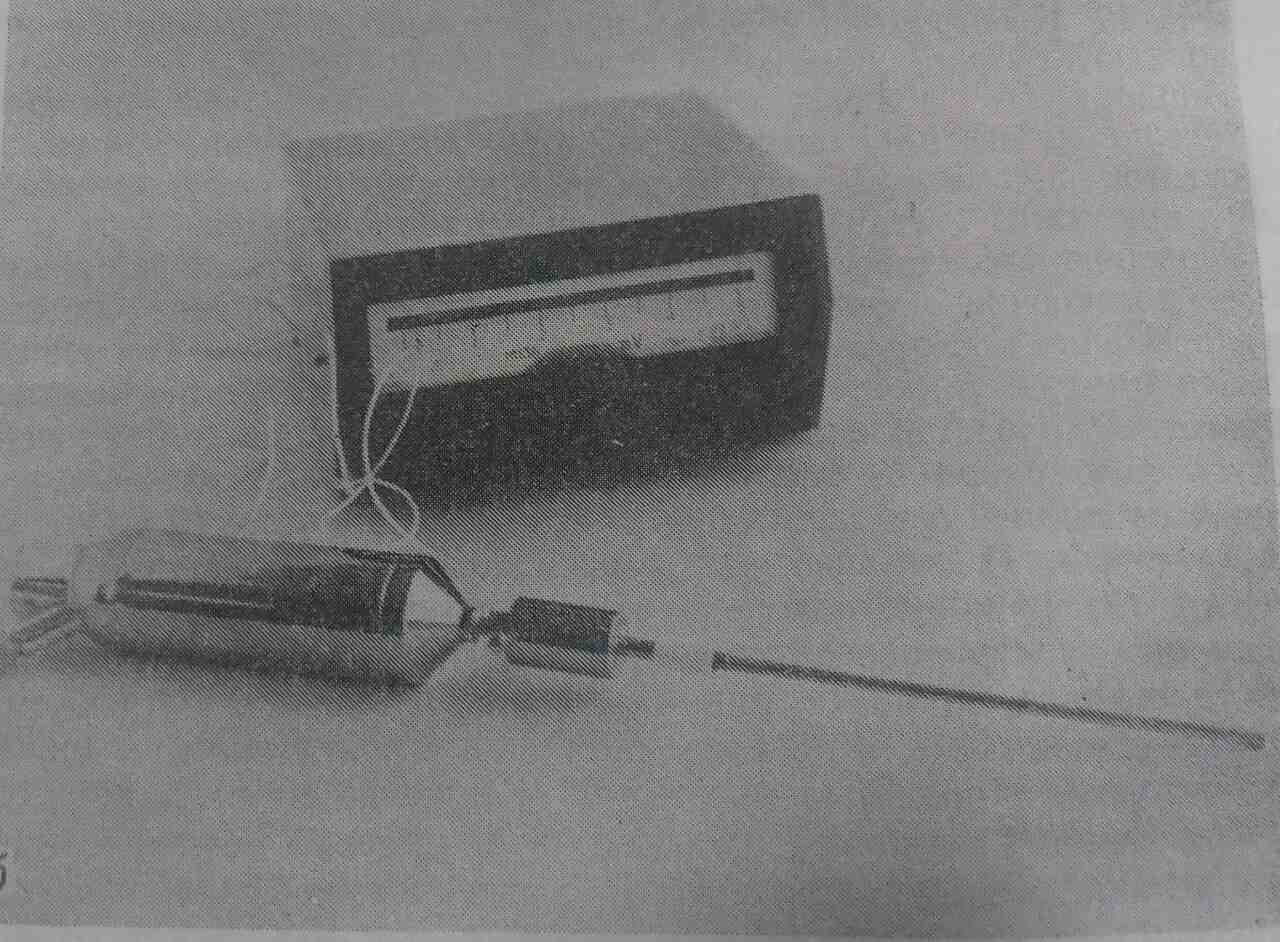
Через напрямлювач можна вводити в операційну зону не тільки кріозонд але і інші медичні інструменти для взяття біопсійного матеріалу введення лікарства. Всередині кріозонду розташовані паралельні термоізолюючі трубки (7,8)системи циркуляції кріоагенту. Трубка всередині корпуса вигнута; її кінець(10)також вигнений і служить для зняття термічних напрягів які виникають при охолоджені трубки рідким азотом. У верхній частині корпусу трубка має розширену частину (12) яка герметично приєднюється з корпусом кріозонду. Трубка (8) також має демпфер(9). Вона герметично виведена через корпус і з’єднана з виводом (11).

На кінці голки кріозонду трубки (7,8) герметично ущільнені металічною шайбою (5) що відтинає порожнину ковпачка (4)від вакуумної порожнини голки кріозонду. Трубки створюють систему циркуляції кріоагенту: по трубці рідки азот поступає всередину ковпачка і виводиться з нього. Всередині вакуумної порожнини кріозонду проходить ще одна трубка (21) що представляє собою автономну систему для розміщення диференційної термопари. Один спай (3) термопари виведений на зовнішню поверхню ковпачка, а другий (17) виходить з корпуса через верхню кришку (15). При цьому він фіксується на ній і ізолюється за допомогою епоксидного клею. Вільні кінці термопари через трубку (19)виводяться на електричну колодку (20) ля підєднання до вимірювального пристрою. Трубки центруються по всій довжині голки за допомогою тонких тефлонових шайб. Шайби не дають змогу контактувати трубкам з корпусом голки . Всередині вакуумної порожнини розміщений абсорбційний насос(14). Прилад працює наступним чином. Ковпачок голки кріозонду охолоджується за допомогою рідкого азоту який залитий в пінопластовій посудині Дьюара. Зовнішнє відкачування, вхід якого під’єднаний до виходу створює в трубках систему циркуляції розрідження під дією якого рідкий азот що очищений фільтром поступає з посудини Дьюара поступає в до ковпачка . Рідкий азот охолоджує абсорбент всередині насосу тому інтенсивність захоплює ввесь газ всередині вакуумної порожнини .При цьому вакуум покращує надійність теплоізоляції охолоджених до низьких температур внутрішніх деталей приладу від навколишнього середовища. Контроль за режимом охолодження частин тканини які розташовані на різних відстанях від ковпачка голки здійснюється за допомогою датчика температури(23) що розміщений на направлювачі. Показання датчика на протязі всього процессу реєструються зовнішнім приладом. Тому що розмір ковпачка дуже малий область заморожування отримується сферична. Чим довший процесс церкуляції кріоагенту тим більща площа його охолодження і знижується температура. Таким чином реєстрація температури за допомогою датчика дозволяє робити висновки про температурні зміни на кордоні сферичної області. При операціях ковпачок поміщається в центер зони заморожуванняа датчик температури разом з напрамлювачем переміщеється на її границю.

***Кріозонд КМ-16***

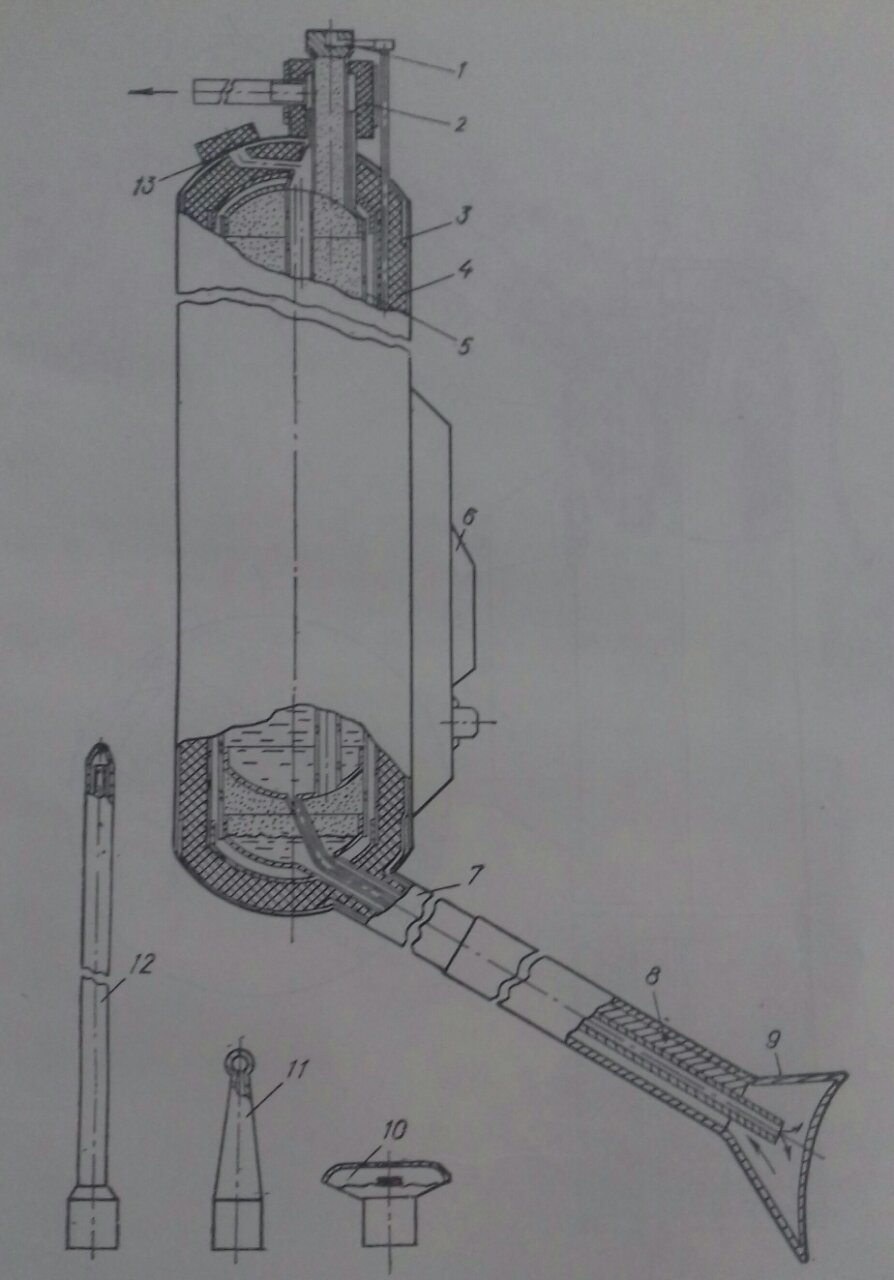
Фізико-технічним інститутом низьких температур розроблений нейрохірургічний кріозонд КМ-16 який на відміну від кріозонду Інституту фізики АН УССР є автономним. Змінні ампул из рідким азотом і стисненим газом забезечують довготривалу кріодію.Підготовка кріозонду до роботи заключається в установці змінного посуду(9),що заповнений рідким азотом , шляхом нажимання на ричаг (4) до упору ручку (15) і зєднання його з наконечником(2). Запуск кріозонду проходить шляхом переміщення ричага ; клапан (10) відкривається і рідкий азот із змінної посудини поступає в теплообмінник (17)в якому відводиться тепло від охолоджуваної тканини. Через трубки (1 і 16) газоподібний азот виходить в атмосферу.Процес замороження може бути зупинений в будь-який момент переміщенням ричага до ручки в результаті чого клапан (10) під дією пружини(11) закривається і подача кріоагенту зупиняється. При відігріві робочої частини установлюють ампулу зі стисненим газом який охолодився в теплообміннику нагріває його і виводить в навколишнє середовище. Зарядку ампул стисненим газом проводять з баллону високого тиску через патрубок (12).

Загальний вигляд Конструктивна схема



Після лабораторних стендових дослідів і пробних операцій на тваринах кріозонд кріозонд застосовується для руйнування глибоко розташованих пухлин у 156 хворих . Відносно малий діаметер кріозонду завдає мінімальної травми навколишнім структурам, а відсутність з’єднювальних шлангів забезпечить зручність у маніпуляції. Кріозонд дозволяє заморожувати патологічні вогнища діаметром до 30мм і застосовується в стоматології.

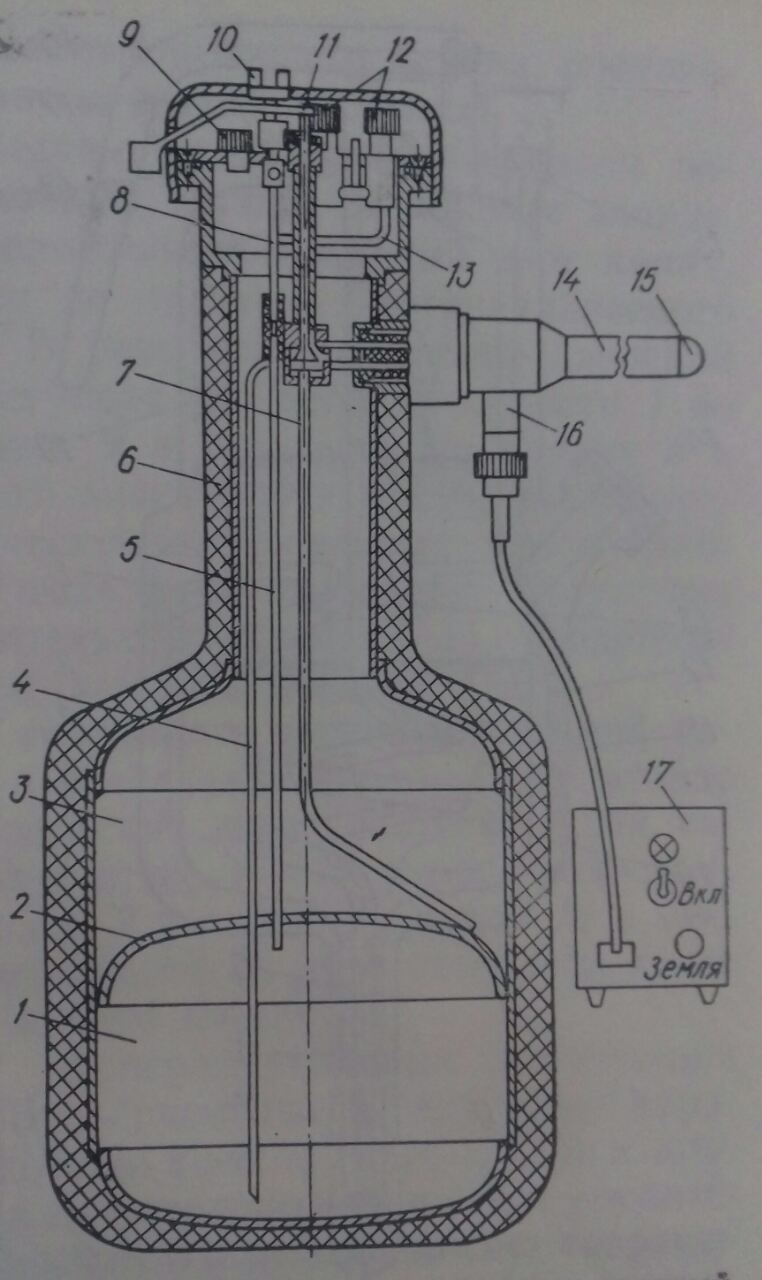
Розроблені також автономні азотні кріохірургічні інструменти. Основні відмінності таких інструментів заклечається в використанні змінних наконечників і можливості регулювання температури і холодопродуктивності. Представлена конструкція ОТИХП КА-1. Апарат складається із внутрішнього контейнеру (5) теплоізольованого твердою пінополіуретановою ізоляцією (4)



Зовні контейнер закритий сорочкою (3) із нержавіючої сталі . В нижній частині апарату розташовані кріозонд (7) по якому циркулює кріагент. Закінчується кріозонд різьбовою втулкою (8) на якій розташовані електронагрівач і змінні наконечники(9) На корпусі апарату встановлений переключатель(6) з допомогою якого включає електронагрівач і відкриває та зкриває клапан(1) Апарат КА-1 пройшов клінічні випробування , з його допомогою проведено багато операцій в оториноларингології. Основний недолік апарату полягає в тому що контейнер який розташовується вище кріозонду ускладнює огляд операційного поля. Удосконалення конструкції апарату було направлено на підвищення експлуатаційних якостей і покращення системи регулювання температури робочих наконечників.

***Кріодеструктор азотний КА-02***

Для лікування новоутворень шкіри обличчя, шиї зовнішнього слухового проходу, слизової порожнини роту був створений і досліджений кріодеструктор КА-02 . Він представляє собою автономний апарат з кріогенною системою що працює під дією надлишкового кріоагенту Прилад виконаний з із поліаміда-610 , за виключенням змінного наконечника який виготовлений з срібла. Кріодеструктор складається з теплоізольованої посудини (6) на горловині якого установлені запорні і управляючі вентилі (9,10,11) і змінного кріоінструменту(14). Теплоізольований посуд розділений перегородкою (5) на верхню(3) і нижню (1)ємкості причому верхня ємкість може бути закріплена з нижньою через трубопровід(4) і підводячі лінії кріоінструменту(14) запорний вентель(11) і трубо провід (7). Верхня (3) і нижня (1) ємкості можуть по черзі зєднюватись з атмосферою і з одним із запобіжних клапанів (12) через розділювальний вентиль(10) і трубопроводи (5,8,13)Верхня посудина теплоізольованого корпусу через клапан заправляється рідким азотом. Розподілювальний вентиль установлюється в нижнє положення поворотом ручки по годинникові стрілці до упору. Внаслідок кипіння рідкого азоту через прихід тепла через ізоляцію тиск у верхній ємкості піднімається до значення що визначаться запобіжним клапаном. Прилад готовий до використання тоді коли тиск у верхній частині досягє робочого значення про що свідчить випаровування кріоагенту через вихідну порожнину запобіжного клапану. При повороті ручки вентиля(11) на право до упору рідкий азот під дією надлишкового тиску по забірній трубці(7) кріоінструменту (14) поступає в наконечник(15) де частково кипить через підвід тепла від білологічної тканини. Із наконечника азот у вигляді паро рідкої суміші поступає по відводячому каналу до трубки (4) в нижню ємкість. Після закінчення циклу роботи запорний вентиль закривається поворотом ручки вліво до упору. Необхідне для забезпечення циркуляції кріоагенту надлишковий тиск в нижній ємкості підтримується за рахунок тепло приходу через ізоляцію і регулюється запобіжним клапаном.



За рахунок азоту що накопичився в нижній нижній ємкості може бути здійснений другий цикл роботи. Для цього розподілю вальний вентиль установлюється у верхнє положення поворотом ручки проти годинникової стрілки і ввесь цикл повторюється.Для відігріву наконечника кріозонду необхідно припинити подачу рідкого азоту до нього закривши вентиль і включивши нагрів що з’єднаний з пультом . Нагрівач необхідно відключити пі розморожування біологічної тканини. Кріодеструктор пройшов клінічні і технічні випробування. За допомогою багато разового використання рідкого азоту продовження роботи кріодеструктора збільшується більш чим на 60%. Недоліком такого приладу являються складність конструкції і незручність при використанні тому що потрібно контролювати правильність і послідовність переключення вентелів в залежності від виробітку кріоагенту з основної в додаткову. Крім того внаслідок реверсивного переключення потоків кріоагенту канал що підводить і відводить міняють свої функції і тому не можуть мати мінімальні розміри.

Для досягнення кращих клінічних результатів неможливе без створення кріохірургічних інструментів які містять прилади які забезпечують:

1)автоматичне регулювання швидкості заморожування

2)підтримання сталої температури

3)контроль температури на кордоні зон що руйнуються і здорової тканини.

Повноцінне використання кріогенного методу лікування забезпечить виконання поставленої задачі тільки при всесторонній і комплексній розробці програм науково-технічних і кріобіологічних досліджень. Тому для створення новітніх методів і приладів потрібно проведення багатьох науково дослідних робіт. Вивчення специфіки теплових процесів охолоджуваних наконечниках кріоінструментів . Фізико-математичне моделювання процесу заморожування тканини . Дослідження безконтактного виміру зон замороження . Подальше удосконалення кріогенного методу лікування буде можливе в розробці оптимальних режимів кріогенного лікування і методичних прийомів їх лікування , а також створення кріогенної апаратури.

В даний час значно посилилась цікавість до економічних аспектів охорони здоров'я, що викликано насамперед зростанням державних витрат на охорону здоров'я населення, збільшенням матеріальної бази охорони здоров'я. Так, при спорудженні лікарні в реальний час на технічне оснащення доводиться до 35-40% загальної суми будівництва. Медичне устаткування вдосконалюється, ускладнюється, розширюється її функціональні можливості, що призводить до підвищення вартості. Нові методи і технічні засоби, що впроваджуються в охороні здоров’я, повинні відповідати вимогам комплексного критерію ефективності з урахуванням соціальних, медичних, технічних і економічних показників її використання. Слід зазначити, що в даний час економічна оцінка нової медичної техніки скрутна через відсутність єдиних загальновизнаних медичних рекомендацій. З питань економічної оцінки використання нової техніки в охороні здоров'я ведуться дискусії. У зв'язку з цим в останні роки на основі досвіду впровадження в медичну практику серії зразків медичної техніки. Розробивши їх спільно з лікувальними установами, узагальнюються і удосконалюються методичні рекомендації по поділу економічної ефективності медичної техніки, в зокрема в кріохірургічній. Необхідність оцінки соціального результату поряд з економічним диктується посиленням соціальної-наукового прогресу та впровадження наукових розробок в охорону здоров’я. Дослідження показали що застосування нової кріогенної медичної техніки не у всіх випадках ці результати мають посередні економічні результати і піддаються оцінці. Так застосування якісного нового кріохірургічного методу лікування язвових захворювань слизової оболонки порожнини рота і червоної кайми губ з використанням медичної техніки . Також на ряду з позитивними результатами да можливість отримання хорошого косметичного ефекту. До показників такого роду відносяться зменшення ціни лікування та перебування в стаціонарі.Соціальні результати виражають в скороченні часу що витрачається на лікування цілого ряду захворювань в скорочені терміни .

# Висновок

В дипломній роботі наведені основні відомості про кріомедицину. Описані такі розділи кріомедицини як кріотерапія, кріохірургія.

Описана апаратура яка використовується в кріомедицині.

# Список використаної літератури

1. В. І. Грищенко, Б. П. Сандомирський, Г. О. Бабійчук. Застосування холоду в медицині. "Здоров'я" 1989 Київ.

2. В. І. Грищенко. Практическая Крио-медицина "Здоров'я" 1987 Київ.

3. О. Л. Сегайло. Локальная криотерапия при ужалении насекомыми. "Врачебное дело" – 1993 .

4. Михайленко В. Е. Метод криотерапии в комплексном лечении детей со спастическими формами ДЦП // Весник физиотерапии и курортологи. 2004

5. Иваницкая Анна. Лечебный минус: Все о пользе холода // Женский журнал "Здоровье". 2007

6. М. Габрійчук. Пригорща здоров'я. Київ. 2001

7. Л. І. Омельченко, Т. В. Починок. Загартовування дітей і підлітків. Київ. "Здоров'я" 1989

8. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. М: Высшая школа, 1987

9. Большая медицинская енциклопедия, Т. 11.

10. В.О. Малахов, д.м.н., професор, О.Р. Ескин, кафедра лікувальної фізкультури, спортивної медицини та реабілітації .

11.Б.И Веркин , В.А Никитин. Кріхірургія в стоматології Київ 1984

12. Абрамов В.Г, Артамонов В.П. Застосування холода в афтальмологии Ярославль 1973р.

13.Холдин С.А. Гемангіоми і їх лікування 1935р.

14. Алборова В.К. Лікування бородавок рідким азотом 1965р.

15.Микулін Е.И., Марфенина И.В., Техніка низьких температур. Енергія 1975р.

16.Soanes W.S.,Ablin R.J.,Gonder M.J., Remission of metastatic lesion following cryosurgery in prostatic cancer: immunologic considerations. 1970p.

17. Palva T.,Meurman Oh. Cold cautery treatment of laryngeal papillomatosis 1962p.

18.Nawara J. Krioterapia w leczeniu brodawczakow krtani 1965p.

19.Техніка низких температур. А.М.Архаров, К.С.Буткевич, А.Г.Головинцев

Енергия 1975р.