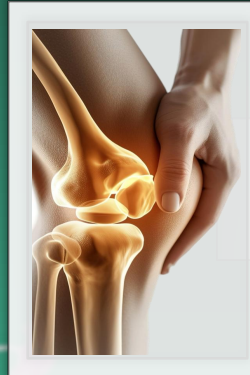


Анатомія
Нервова
Система



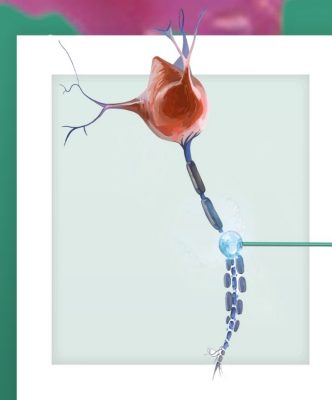
Що таке
Біль...



Cryo S
Painless



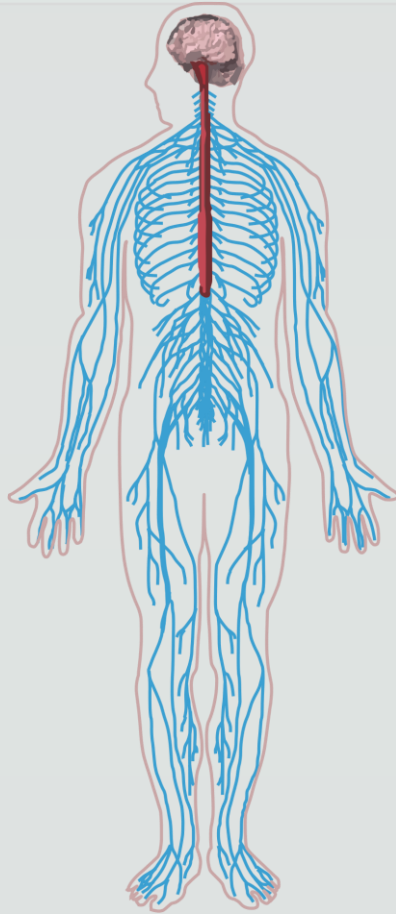
Кріофізи
ка



Сергій Комашко
продакт-менеджер
Циклова зустріч
18-22.08.2025

Pharmasco®

ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ



Анатомія Нервова Система

Pharmasco®

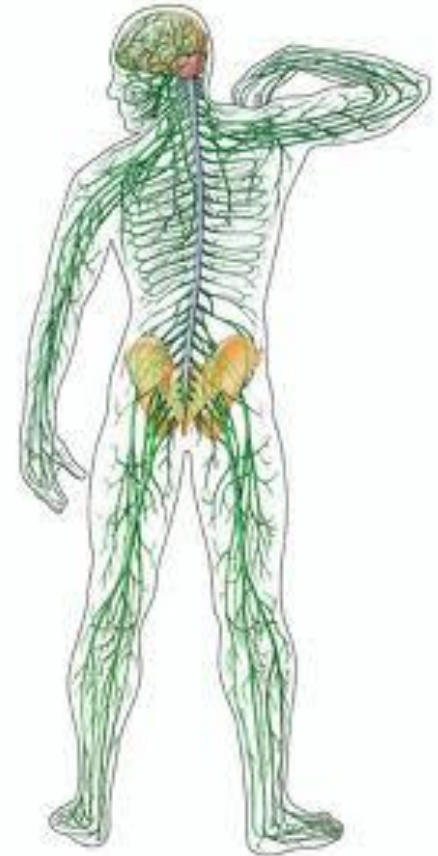
ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

НЕРВОВА СИСТЕМА

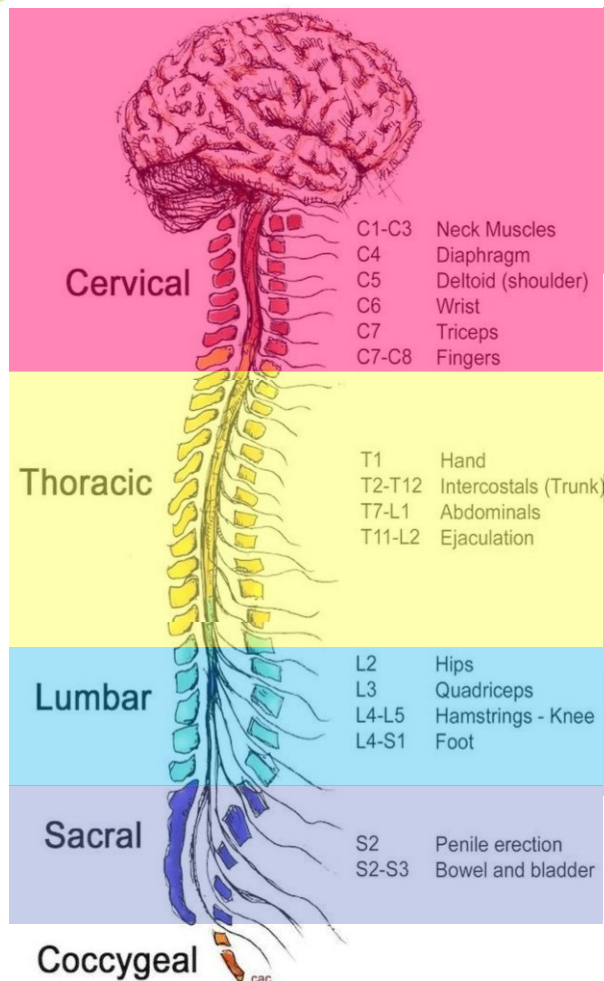
Нервова система людини – сукупність нервових клітин і їхніх відростків, зв'язаних між собою.

Функції нервової системи:

- Сприйняття інформації;
- Аналіз інформації;
- **Формування відповіді.**



Будова нервової системи людини Центральна і периферична нервова система



Cervical (Шийний відділ):

- C1-C3 — М'язи шиї
- C4 — Діафрагма
- C5 — Дельтоподібний м'яз (плече)
- C6 — Зап'ястя
- C7 — Трицепс
- C7-C8 — Пальці

Thoracic (Грудний відділ):

- T1 — Кисть
- T2-T12 — Міжреберні м'язи (торс)
- T7-L1 — Черевні м'язи
- T11-L2 — Еякуляція

Lumbar (Поперековий відділ):

- L2 — Стегна
- L3 — Чотириголовий м'яз стегна
- L4-L5 — Підколінні сухожилля – Коліно
- L4-S1 — Стопа

Sacral (Крижовий відділ):

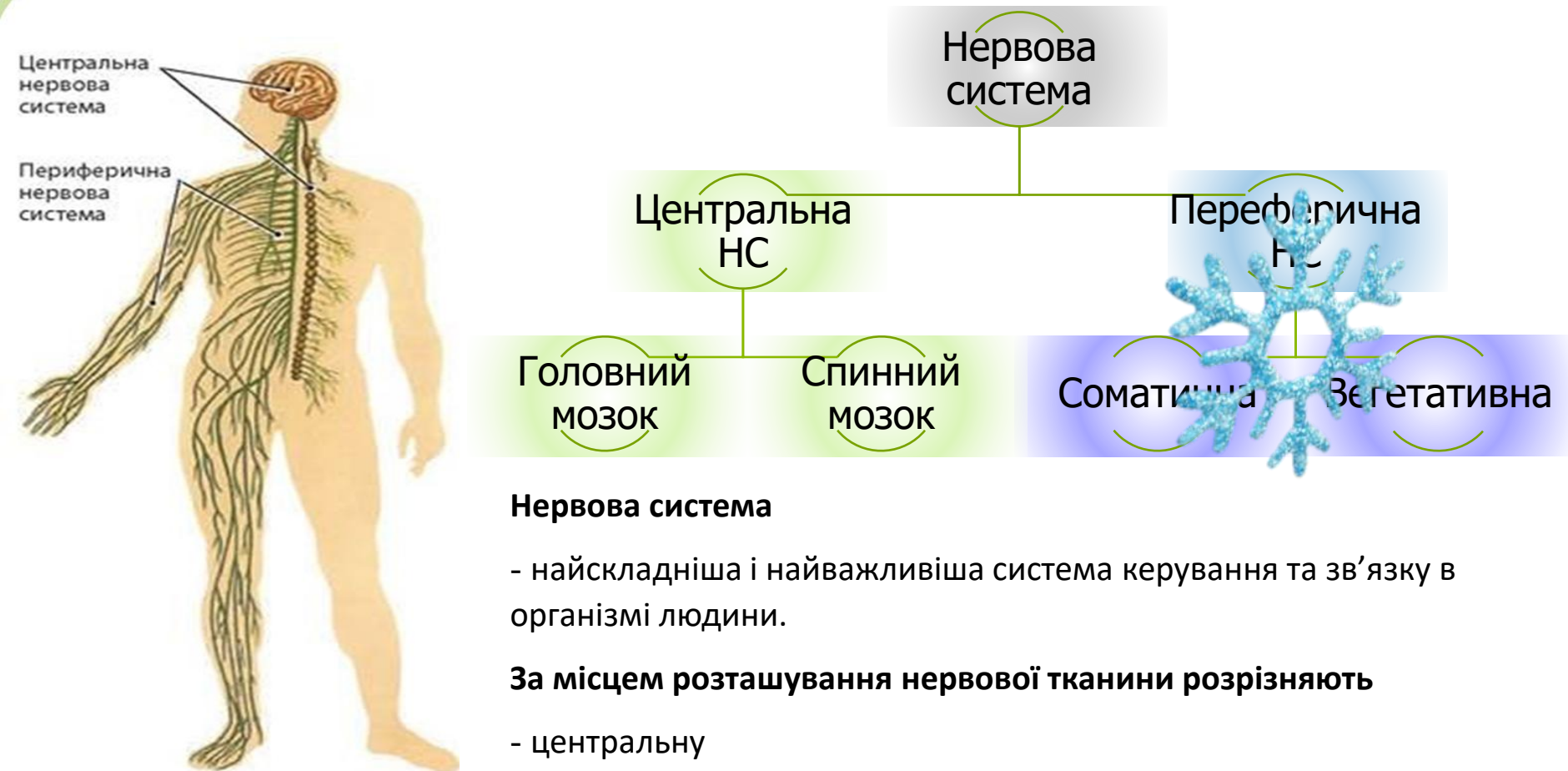
- S2 — Ерекція
- S2-S3 — Кишечник та сечовий міхур

Нервова тканина, розміщена в порожнині черепа та каналі хребта.

*- складає **центрально нервову систему**.*

** Це **головний і спинний мозок**.*

Будова нервової системи людини Центральна і периферична нервова система



Нервова система

- найскладніша і найважливіша система керування та зв'язку в організмі людини.

За місцем розташування нервової тканини розрізняють

- центральну
- та периферичну її частини.

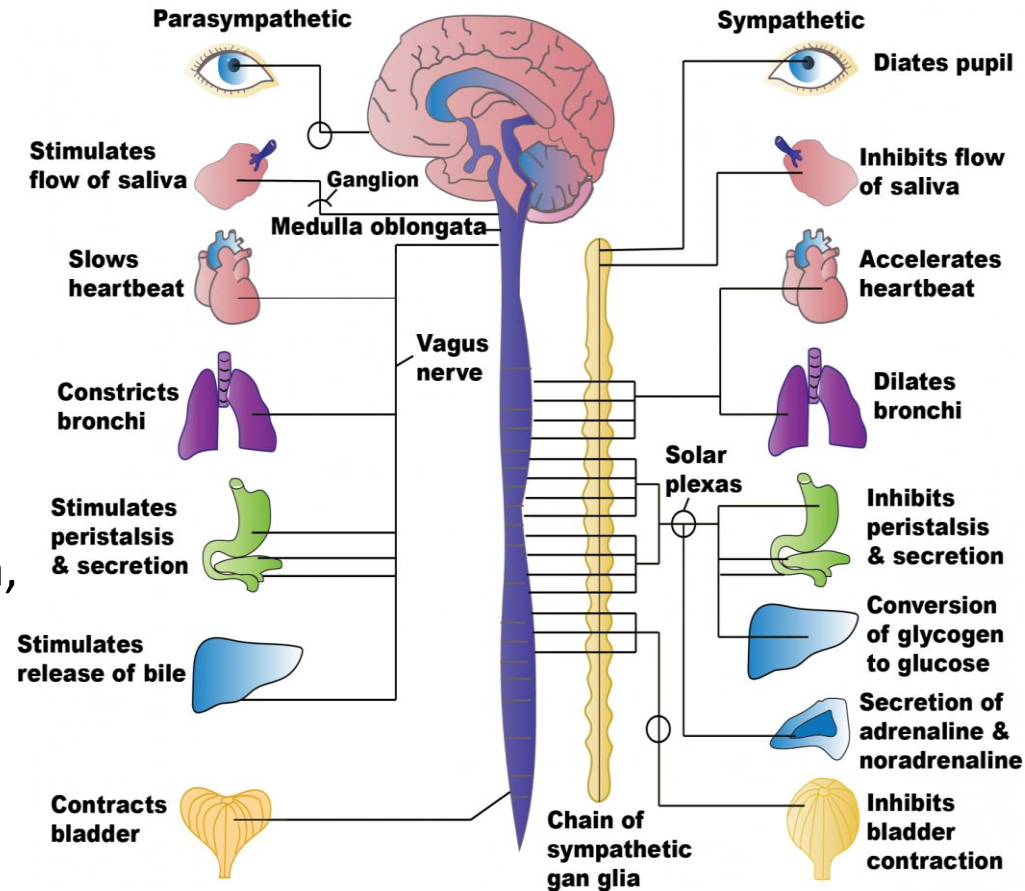
Центральна нервова система

Центральна нервова система

- забезпечує зв'язок організму з навколишнім середовищем.

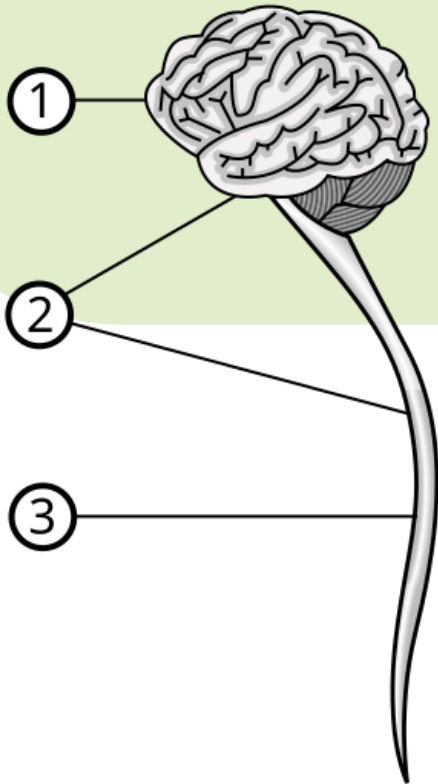
За допомогою рецепторів центральна нервова система

- отримує інформацію про всі явища, що відбуваються у довкіллі та в самому організмі.



НЕРВОВА СИСТЕМА

Центральна НС

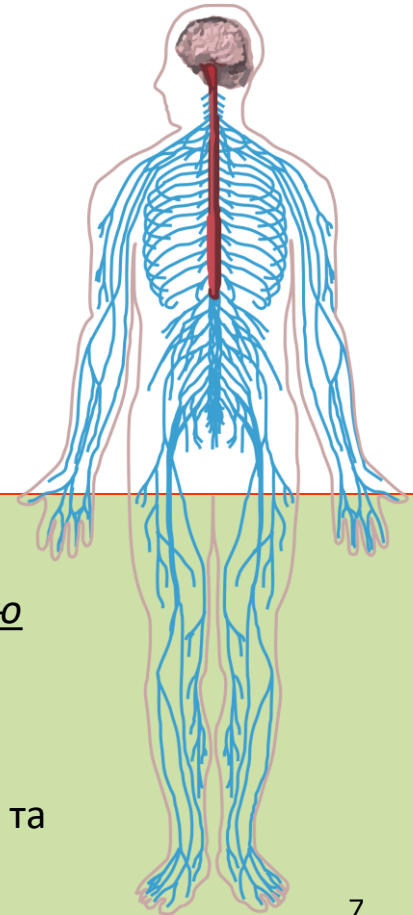


Центральна нервова система (ЦНС) відповідає за координацію та регуляцію всіх функцій організму людини, а також за взаємодію з навколишнім середовищем, мислення, почуття, пам'ять та поведінку. Вона є "центром управління" тілом, контролюючи все, від дихання та серцебиття до складних розумових процесів.

Периферична нервова система (ПНС)

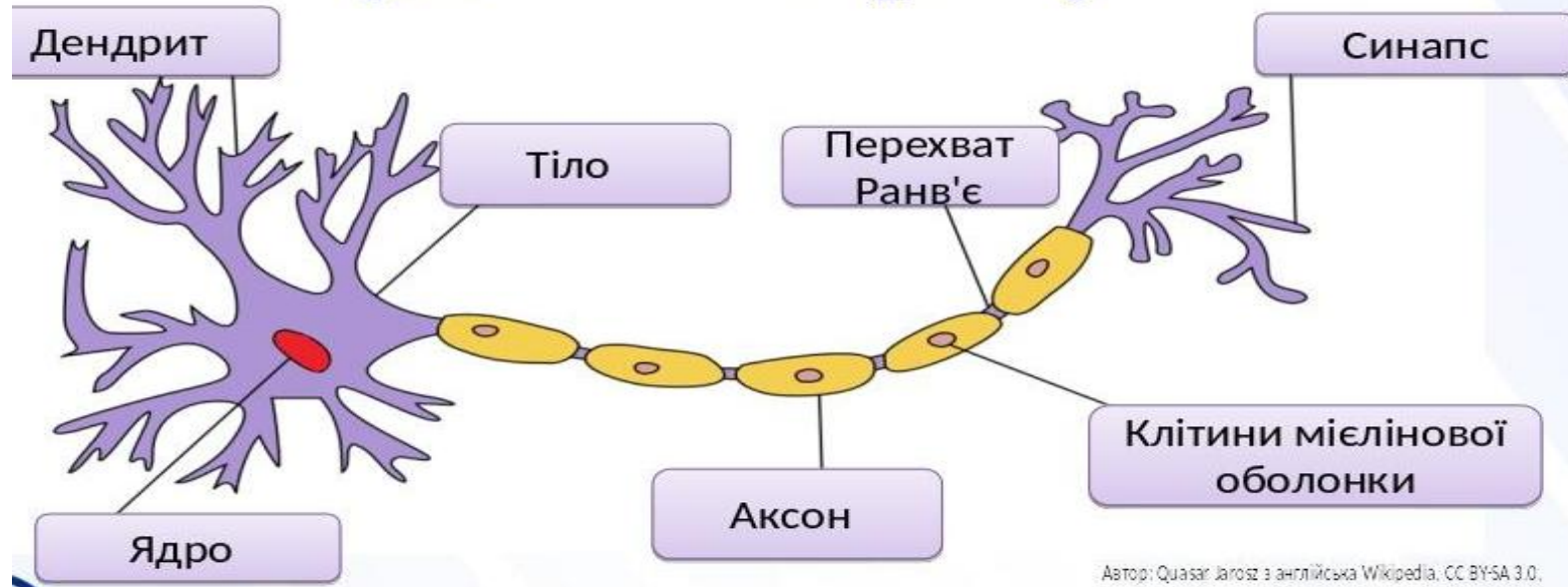
відповідає за зв'язок між центральною нервовою системою (ЦНС – головний та спинний мозок) та рештою тіла, забезпечуючи передачу нервових імпульсів до м'язів, органів, залоз та до органів чуття. Вона складається з нервів, нервових вузлів та сплетінь, що розташовані поза ЦНС.

Периферична НС



БУДОВА НЕЙРОНА

Будова нейрону



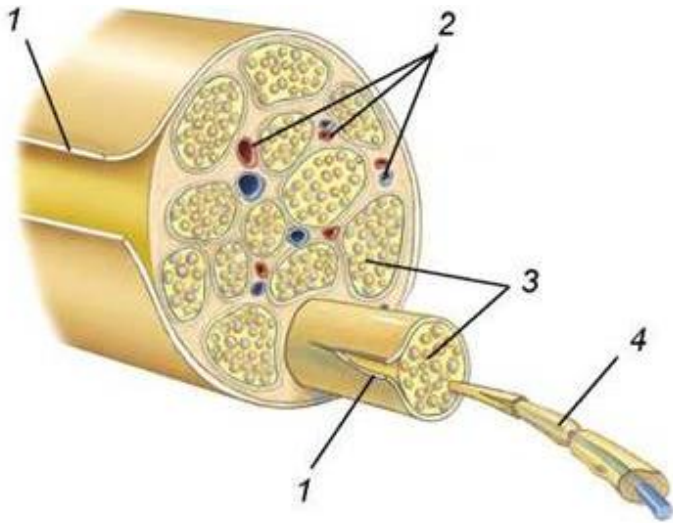
Основним структурним і функціональним елементом нервової системи є

- нервова клітина - нейрон.

Він має тіло, численні короткі відростки (їх називають дендритами)

та зазвичай один довгий (аксон).

БУДОВА НЕРВА (пнс)



Будова нерва (пнс):

1 – сполучна тканинна оболонка;

2 - кровоносні судини;

3 - нервові волокна;

4 - аксон нейрона

Довгі відростки, що відходять від нейронів, розташованих у головному і спинному мозку, утворюють **нервові волокна**.

Вони здатні поширювати нервові імпульси.

БУДОВА АКСОНА

Переважна більшість нервових волокон оточена оболонкою із жироподібної речовини, що виконує ізоляційну функцію.

Завдяки цьому нервові імпульси, що проходять таким нервовим волокном, не поширюються на сусідні.

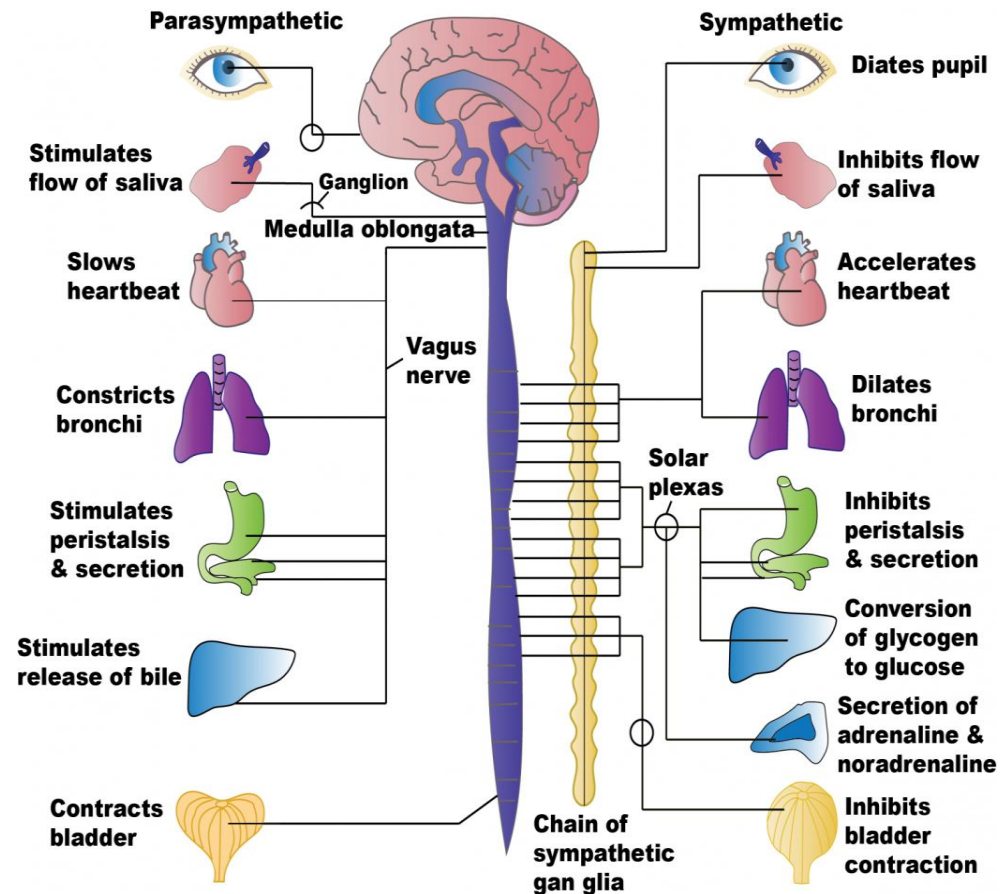
Такі нервові волокна проводять нервові імпульси значно швидше, ніж ті, які таких оболонок не мають.



Зв'язок між ЦНС та органами

Нервові волокна забезпечують зв'язок між центральною нервовою системою та тканинами й органами тіла людини.

По **нервовим волокнам** збудження прямує або із центральної нервової системи до певного органа, або від різних ділянок тіла до **центральної нервової системи**.



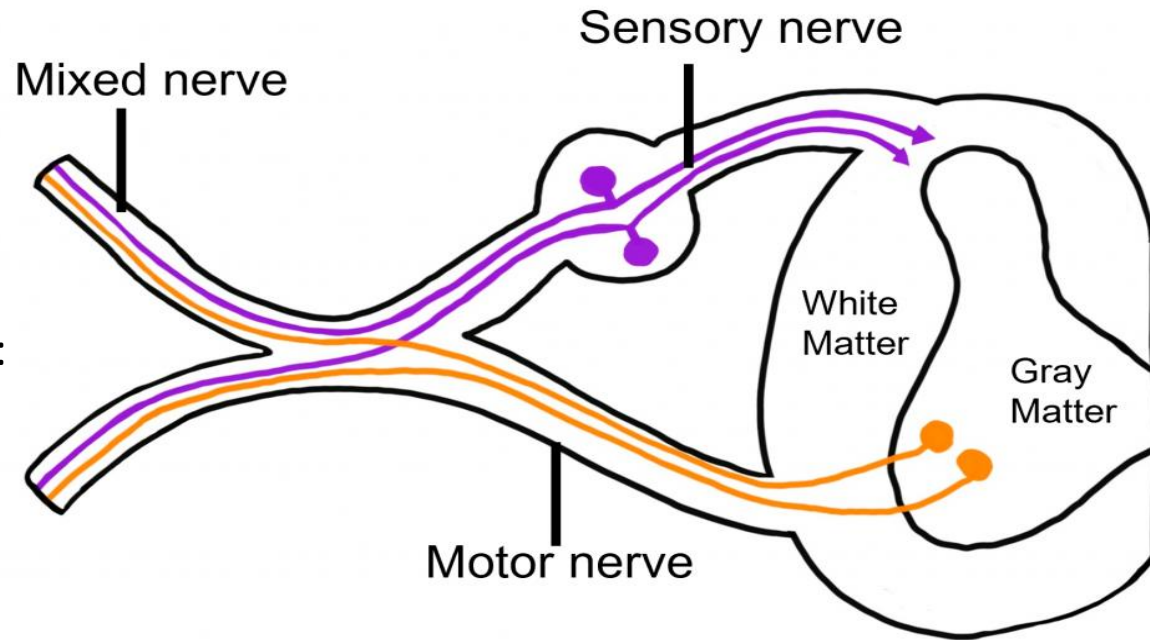
Типи нервових волокон

Обидва типи нервових волокон часто розташовані в одному нервові.

Такі нерви називають змішаними.

Вони виконують подвійну функцію:

проводять збудження в обох напрямках, що нагадує двобічний дорожній рух.



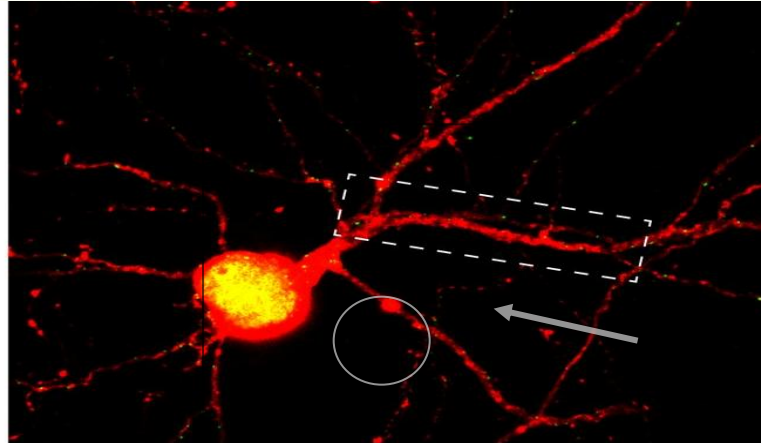


Що таке
Біль...

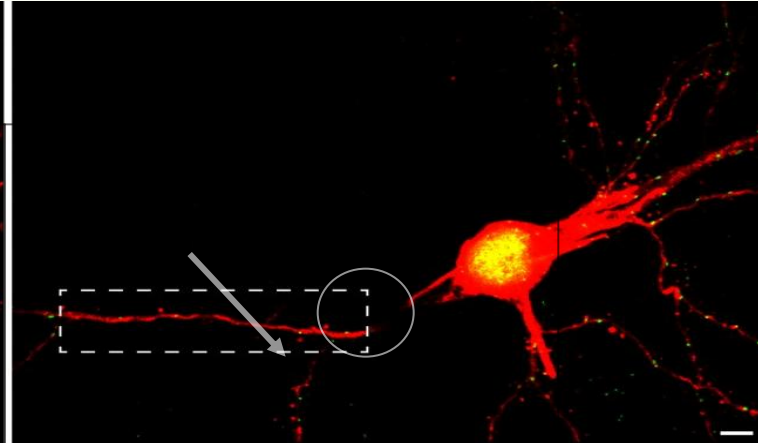
Pharmasco®

ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

Що проводить нервова система?



Нейрон отримав сигнал



Нейрон не отримав сигнал

Нервовій тканині властиві збудливість та провідність.

Збудливість - здатність нейронів швидко змінювати свої властивості (збуджуватись) під впливом певних подразників,

а провідність - проводити і передавати збудження через відростки до інших нейронів.

Біль... (спойлер – біль без причини не буває)

Біль, в тій чи іншій мірі, знайомий усім живим організмам з моменту виникнення життя на землі. Кожен живий організм при надмірному впливі факторів довкілля (високі та низькі температури, травми, пошкодження хімічними речовинами тощо) повинен реагувати та захищати свою цілісність або життя.

Біль – найчастіша причина звернення пацієнтів до лікаря

Критерій	Гострий біль	Хронічний біль	Змішаний/ускладнений біль
Тривалість	Короткочасний, раптовий	Тривалий, постійний або періодичний	Може виникати раптово на фоні хронічного процесу
Причини виникнення	Травматичні пошкодження: – Переломи кісток – Розриви м'язів, сухожиль – Вивихи – Забої	Хронічні захворювання: – Артрози – Артрити – Синовіти – Тунельні невропатії – Інші запальні, дегенеративно-дистрофічні процеси	Ускладнення або прогресування хронічного захворювання
Характер болю	Інтенсивний, різкий	Тупий, ниючий, тривалий	Раптовий, інтенсивний на фоні хронічного перебігу
Психо-емоційна складова	Менш виражена	Часто значно впливає на емоційний стан, якість життя	Може супроводжуватись тривогою або страхом через раптові погіршення
Клінічне значення	Сигнал про гостре ушкодження	Свідчить про хронічний патологічний процес	Може бути ознакою загострення або ускладнення; вимагає додаткової діагностики та корекції

Типи болю



Рисунок 1. Три різні типи болю, визначені IASP (модифіковано згідно з R. Freynhagen et al., 2019).

Типи болю та їх розуміння

Ноцицептивний біль

Це біль, що виникає при **фізичному пошкодженні тканин**, коли активуються спеціальні рецептори — **ноцицептори***

Соматичний ноцицептивний біль:

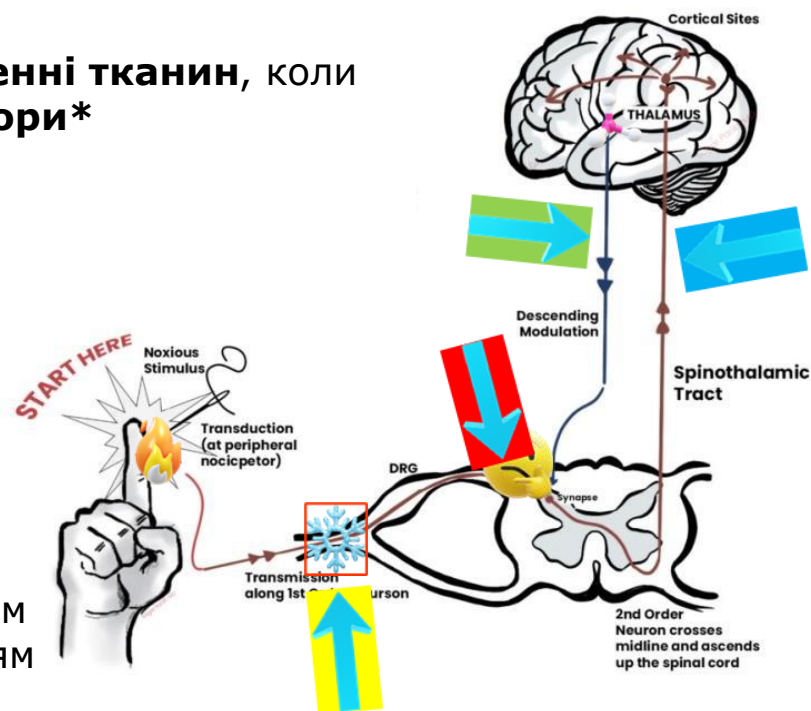
- Походить з шкіри, м'язів, кісток, суглобів
- Добре локалізований
- Часто — гострий, ниючий або пульсуючий

Приклади: забій, перелом, артрит, поріз

Вісцеральний ноцицептивний біль:

- Походить з внутрішніх органів
- Погано локалізується
- Може бути тупим, тиснучим або схваткоподібним
- Часто супроводжується нудотою, потовиділенням

Приклади: біль при апендициті, ниркова коліка, кишкова непрохідність



*Ноцицептори - це спеціальні сенсорні рецептори, які виявляють потенційно шкідливі подразники, такі як тепло, тиск, або хімічні речовини, і передають сигнали про них у центральну нервову систему.

Типи болю та їх розуміння

Невропатичний біль

Це біль, що виникає внаслідок **пошкодження нервової системи** — як центральної (головного або спинного мозку), так і периферичної (нерви в тілі).

Периферичний невропатичний біль:

- Виникає через ушкодження периферичних нервів

- Супроводжується печінням, поколюванням, "електричними ударами"

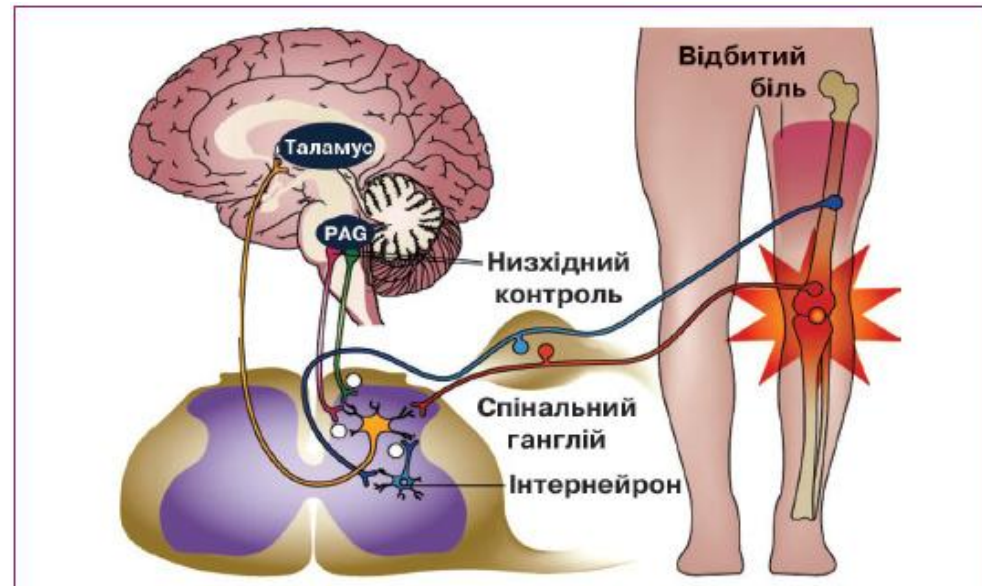
Приклади: діабетична полінейропатія, постгерпетична невралгія, невропатія після травми

Центральний невропатичний біль:

- Виникає через ураження центральної нервової системи

- Може бути постійним, посиленим при дотику або без видимої причини

Приклади: біль після інсульту, розсіяний склероз, травма спинного мозку



Типи болю та їх розуміння

Ноципластичний біль (сучасна категорія)

Це біль, при якому **немає видимого пошкодження тканин або нервів**, але людина все одно відчуває біль. Причини пов'язані з **змінами в обробці болю в нервовій системі**.

Характеристики:

- Хронічний, дифузний
- Виснажливий, часто знижує якість життя

Приклади: фіброміалгія, деякі форми хронічного болю в спині, іритивний синдром кишківника



Різновиди болю, механізми, клінічні прояви та типові захворювання

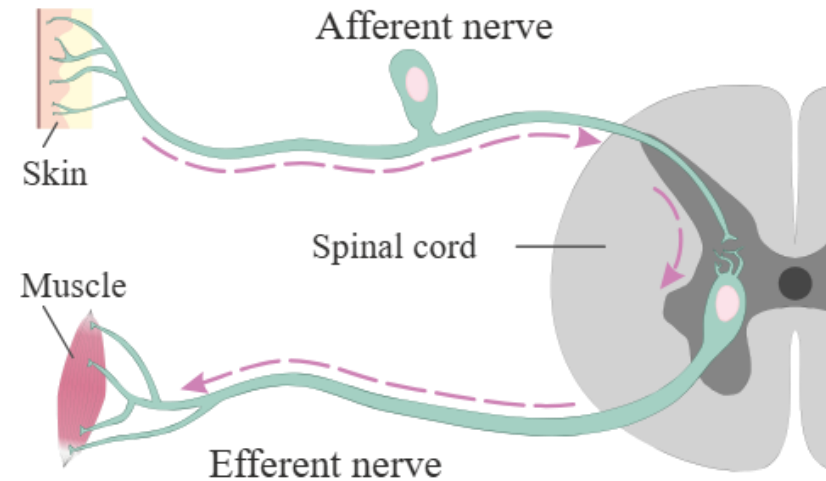
Тип болю	Механізм виникнення	Клінічні прояви	Типові захворювання
Ноцицептивний (соматичний)	Активація ноцицепторів у шкірі, фасціях, сухожиллях, надкiсницi, суглобових капсулах унаслідок ушкодження тканини	Гострий або тупий локалізований біль, без пекучого характеру	Артроз, артрит, травми, неспецифічний біль у спині
Ноцицептивний (вісцеральний)	Активація рецепторів у внутрішніх органах та сполучнотканинних структурах при розтягненні або ушкодженні	Глибокий, розлитий біль без чіткої локалізації, схваткоподібний, може проектуватися на поверхню тіла	Запалення органів черевної порожнини, сечостатевої системи
Невропатичний (периферичний)	Ектопічна активність у пошкоджених нейронах, патологічні міжнейронні взаємодії, гіперчутливість до катехоламінів, симпатичне посилення	Гіпералгезія, алодинія, гіперпатія, вторинна гіпералгезія	Постгерпетична невралгія, тригемінальна невралгія, діабетична невропатія
Невропатичний (центральный)	Центральна сенситизація, ефект спраутинга, wind-up, загибель гальмівних інтернейронів, зниження ГАМК-рецепторів у задньому розі спинного мозку	Підвищена реакція на звичайні стимули, тривале збереження болю, тактильні імпульси викликають больові відчуття	Інсульт, травма спинного мозку, розсіяний склероз

Модуляція больових імпульсів та модуляція болю

ПЕРЕДАЧА БОЛЬОВИХ ІМПУЛЬСІВ

Аферентний шлях болю:

- Аферентні (чутливі) волокна → спинномозкові ганглії → задні корінці спинного мозку
- Синапси з нейронами задніх рогів
- Перехід на протилежний бік → бічні стовпи → таламус → кора головного мозку



Повторна стимуляція та wind-up* (накручування)

Сенситизація нейронів задніх рогів:

- Повторна стимуляція → зниження порогу сприйняття болю
- Феномен wind-up — підсилення відповіді на подразники низької інтенсивності
- Зростання чутливості навіть до незначних стимулів

*Wind-up - Це патофізіологічне явище, при якому відповідь нейронів спинного мозку (у задніх рогах) прогресивно зростає при повторній стимуляції однаковим больовим імпульсом.

Модуляція больових імпульсів та модуляція болю

Механізм:

- Постійна аферентна імпульсація
- Перебудова синапсів у ЦНС (кортикальні поля)
- Зниження больового порогу → **гіпералгезія, алодинія**

Наслідки:

- Хронізація болю
- Надмірна відповідь на подразники
- Зміна ноцицептивних шляхів

Центральна сенситизація

Змінюється сила синаптичного зв'язку між ноцицепторами та нейронами задніх рогів (підвищення збудливості нейронів ЦНС)

Підвищення активності рецепторів до глутамату:

- AMPA-рецептори
- NMDA-рецептори
- Метаботропні рецептори
- Активація кальмодулінкінази
- Протеїнкінази C, ЦОГ-2, NOS
- Викид глутамату, субстанції P та кокальцигоніну

Клінічно проявляється:

- Алодинія
- Посилення первинної гіпертензії
- Поява зон вторинної гіперальгезії
- Розвиток холодової та механічної гіперальгезії
- Сенсорна післядія, тобто збереження хворобливих відчуттів після припинення дії стимулу
- Тимчасова сумація (при нанесенні серії больових стимулів однакової інтенсивності останні за часом стимули сприймаються як інтенсивніші)

Модуляція больових імпульсів та модуляція болю

Роль медіаторів запалення

Речовини, що сенситизують ноцицептори:

- Вазоактивні пептиди:
 - **Субстанція Р, нейрокінін А, CGRP**
- Інші медіатори:
 - **Простагландин Е2, серотонін, брадикінін, адреналін**

Модуляція болю

Місця модуляції:

- Сегментарний рівень (спинний мозок)
- Центри головного мозку (таламус, кора)
- Еферентна система (низхідні шляхи)

Медіатори модуляції:

- **Ендорфіни** (енкефаліни)
- **Моноаміни**: серотонін, норадреналін

Вплив лікарських засобів

Механізм знеболення:

- Дія на медіаторну систему та рецептори ЦНС

- Зміна нейрохімії синапсів

- Приклади засобів:

- **Опіоїди**
- **Антидепресанти**
- **Протисудомні препарати**
- **Стабілізатори мембран**

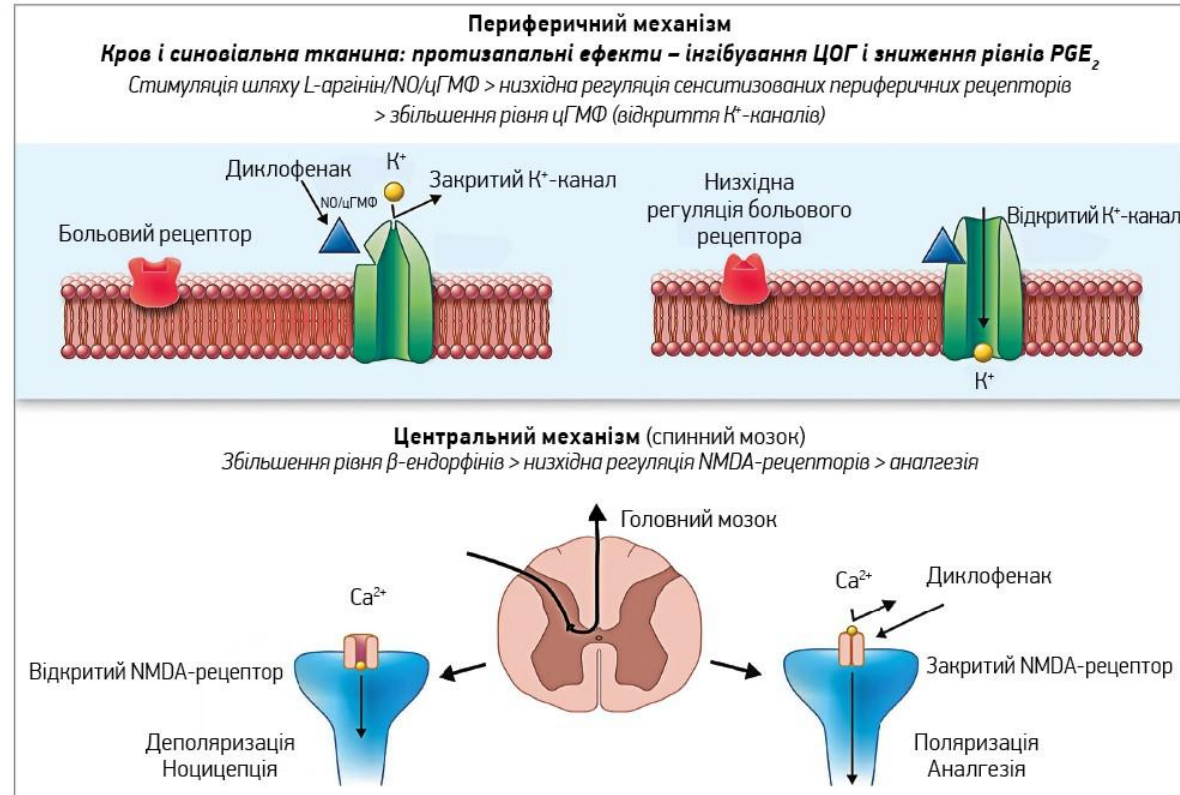


Рис. Механізми знеболювальної дії диклофенаку

Вплив лікарських засобів (опіоїди)

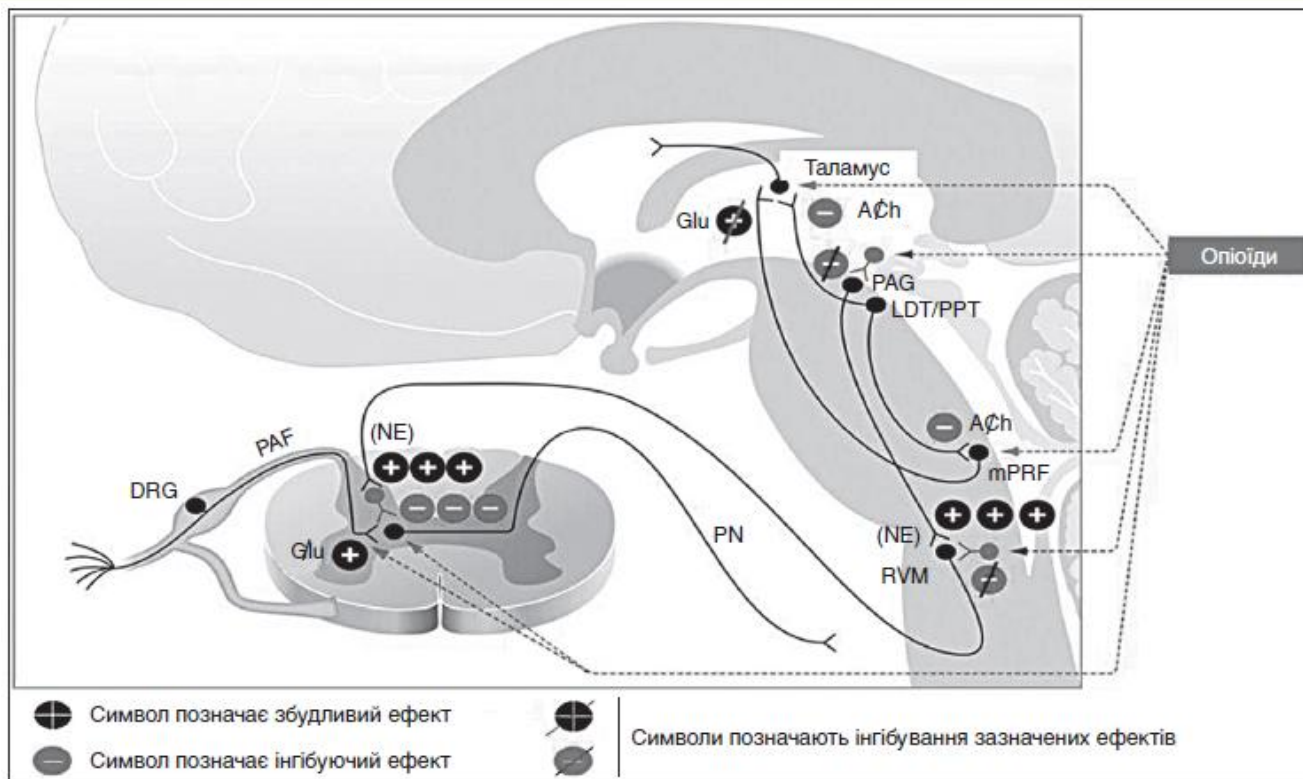
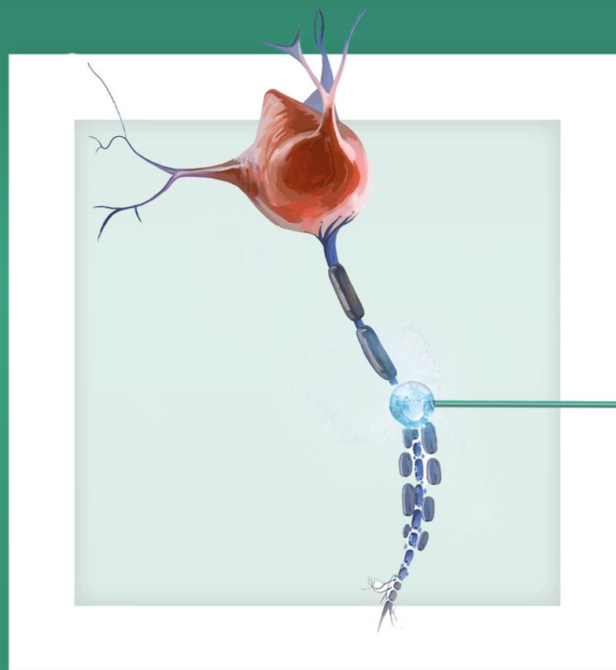


Рисунок 2. Механізми опіоїдіндукованої антиноцицепції

Примітки: механізми опіоїдіндукованої антиноцицепції викликаються зв'язуванням опіоїдів з опіоїдними рецепторами в стовбурі мозку і спинному мозку. Опосередковане опіоїдами зниження збудження спричинене блокадою холінергічних проєкцій збудження від стовбура мозку до таламуса і кори. ACh — ацетилхолін; DRG — ганглії дорзальних корінців; Glu — глутамат; LDT — латеродорзальне ядро покоришки; mPRF — медіальна ретикулярна формація мосту; NE — норепінефрин; PAF — периферичне аферентне волокно; PAG — навколоводопровідна сіра речовина; PN — проєкційний нейрон; PPT — педунклопонтинне ядро покоришки; RVM — вентромедіальне ядро спинного мозку (Multimodal General Anesthesia: Theory and Practice. Anesthesia & Analgesia. November 2018. 127(5). 1246-1258).



Cryoanalgesia

Pharmasco®

ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

КРІОАНАЛГЕЗІЯ

(кріонейроліз, кріоабляція, кріонейроабляція, кріонейротомія)

Кріоаналгезія - це метод, який забезпечує тривале знеболення шляхом блокування провідності периферичних чутливих або змішаних нервів, під час якого кристали льоду, що виробляються кріохірургічним зондом, руйнують елементи нервової тканини, що передають больові сигнали*. Це відбувається через процес (кріо) нейролізу нерва і є зворотнім.

CRYO/ внутрішня температура кріозонда:

CO₂ не нижче -70°C

N₂O не нижче -80°C

CRYO/ температура тканин:

- 20°C

До

- 50°C



ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

Що таке біль?

Біль - це неприємний сенсорний та емоційний досвід, пов'язаний з наявним або загрозовим пошкодженням тканин, або відчуття, що описується в термінах такого пошкодження*.

Хронічний біль

Післяопераційний біль

Мозок не може виробляти достатньо ендорфінів, щоб контролювати біль. Біль може тривати, і його важче полегшити.

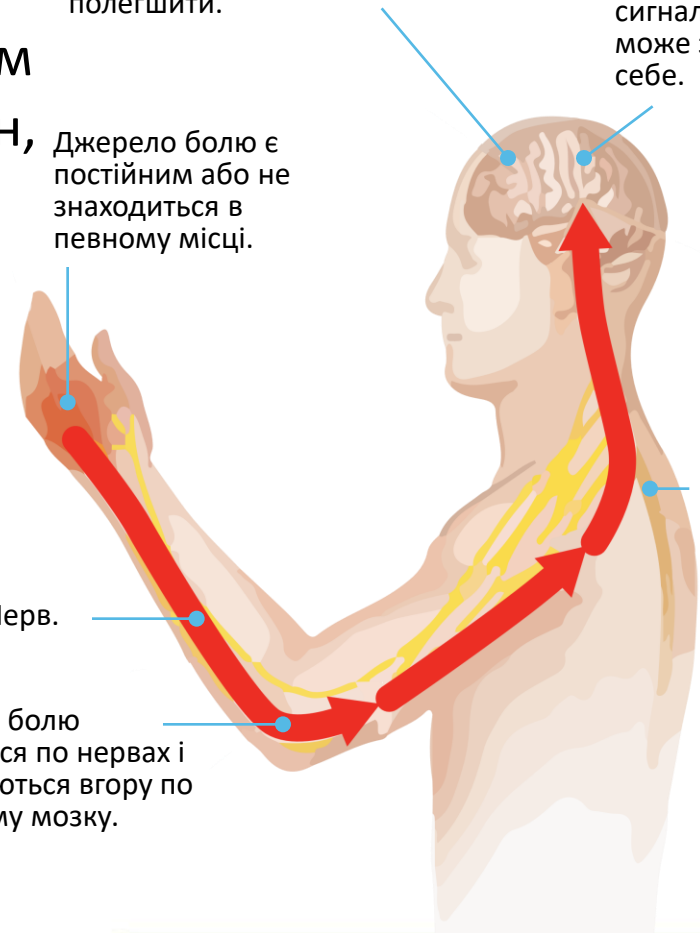
Мозок зчитує сигнал, але тіло не може захистити себе.

Джерело болю є постійним або не знаходиться в певному місці.

Нерв.

Сигнали болю рухаються по нервах і піднімаються вгору по спинному мозку.

Спинний мозок



*International Association for the Study of Pain, IASP Taxonomy 1979, 2008



ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

ЩО ТАКЕ ХРОНІЧНИЙ БІЛЬ?

Поширені приклади хронічного болю, який лікується за допомогою кріоаналгезії:

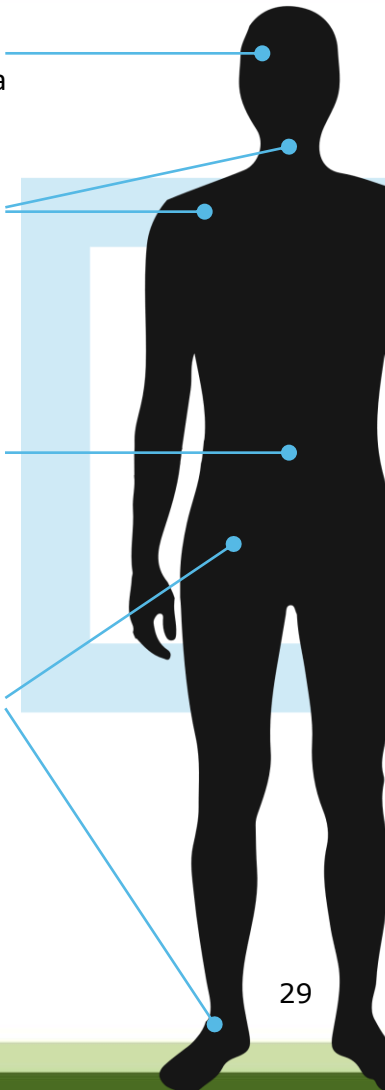
- **Голова болить.**
мігрень та щелепно-лицьові, операції;
- **Біль у суглобах**
дегенерація, травми, операції;
- **Біль у попереку**
дегенерації, травми та операції;
- **Периферичний біль**
невропатії, защемлення.

Невропатичний біль
(радикуліт, діабетична
нейропатія тощо)

М'язовий біль (стегна,
ноги, шия, плечі, стопи
тощо)

Механічний/компресійний
біль (стиснення спинного
мозку, дегенерація
міжхребцевих дисків,
пухлини тощо)

Запальний біль (артрит,
інфекція, травма тканин
тощо)



Які існують способи лікування хронічного болю?

Причина



Симптоми

Фармакологічні:

Ін'єкції:

- Наркотики
- НПЗП
- ботулотоксин
- PRP.

Інвазивний:

- Нейротомія.

Малоінвазивні методики:

- **КР (кріоаналгезія),**
- RF (радіочастота),
- PRF (Puls RF),
- CRF (Cool RF),
- НС (нейростимуляція) та
- нейромодуляція.

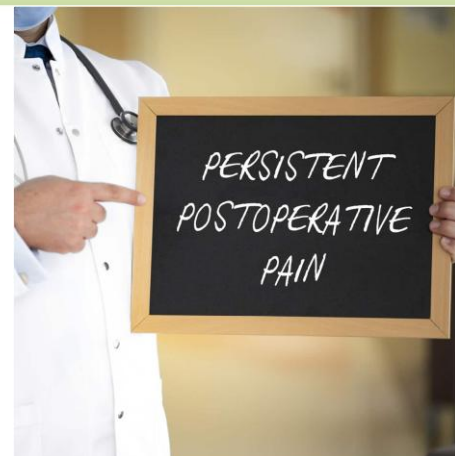


Що таке післяопераційний біль?

Причина



Симптоми



- **Післяопераційний**

виникає після операцій на всьому тілі: деформації грудної клітки, торакальні операції та операції на серці.

- **ERAS**

є частиною мультимодальної аналгезії, скорочує час перебування в лікарні, прискорює процес післяопераційної реабілітації та знижує ризик виникнення стійкого або хронічного болю.

- **Кріоаналгезія**

виконується під час операції або за кілька днів до планової хірургічної процедури для зменшення післяопераційного болю, перебування в лікарні, прискорює післяопераційний період і прийом сильних знеболюючих і опіоїдів.





Кріофізика

Pharmasco®

ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

Кріофізика - джерело охолодження

Стиснений газ (CO_2 або N_2O) випускається через крихітний отвір і розширюється.

Ефект Джоуля-Томпсона досягається при температурі **всередині кріозонда**:

CO_2

не нижче -70°C

N_2O

не нижче -80°C

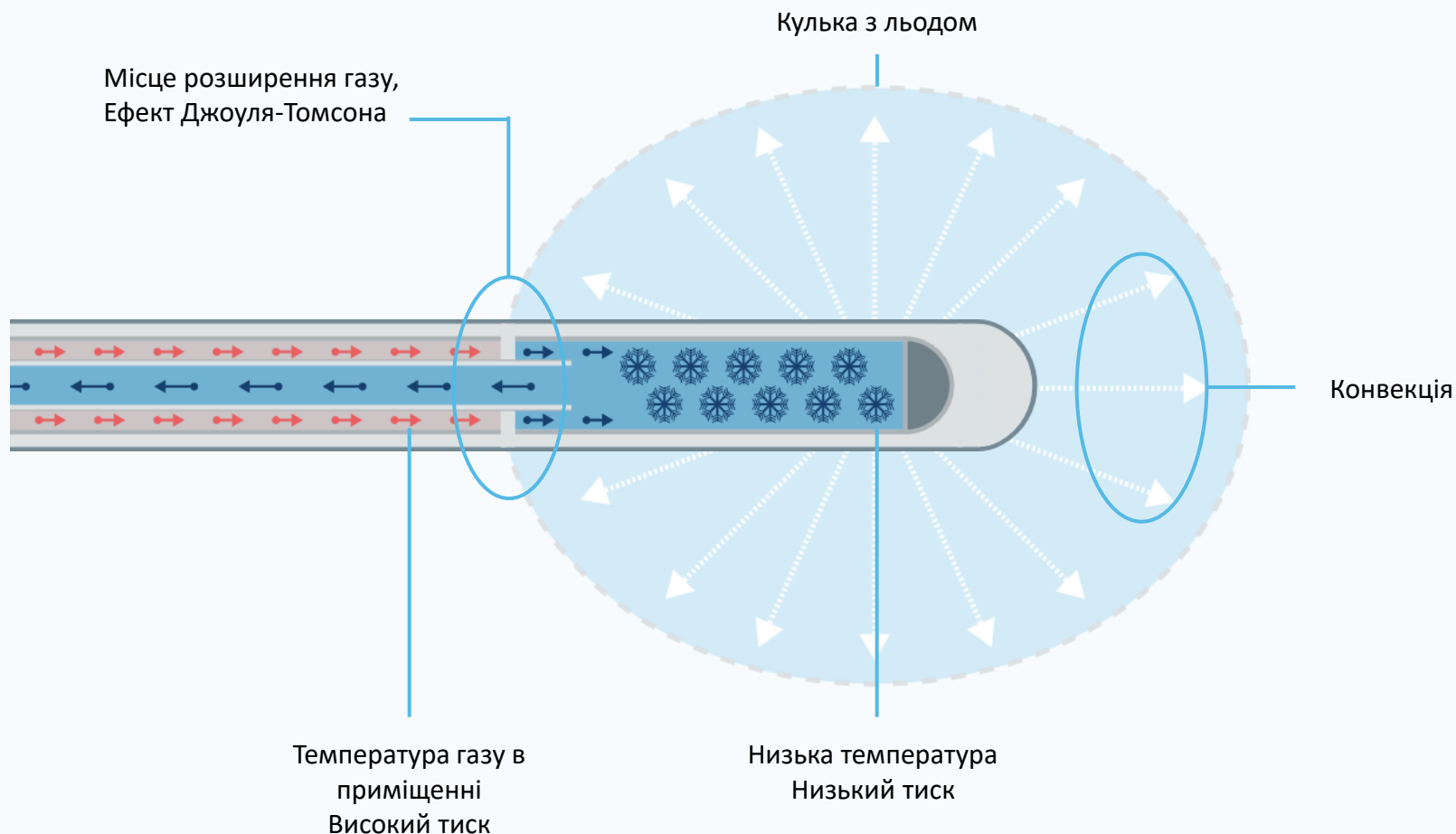
Водночас цей діапазон температур призводить до того, що в нервовій тканині ми маємо температуру:

- 20°C

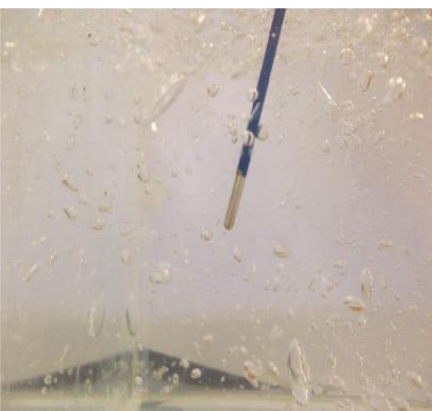
аж до

- 50°C

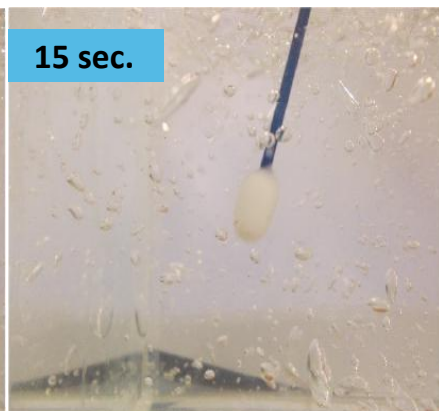
Як працює кріозонд?



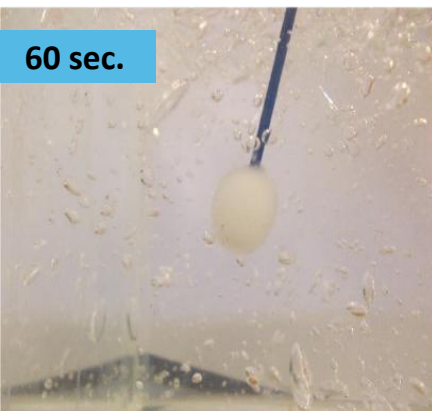
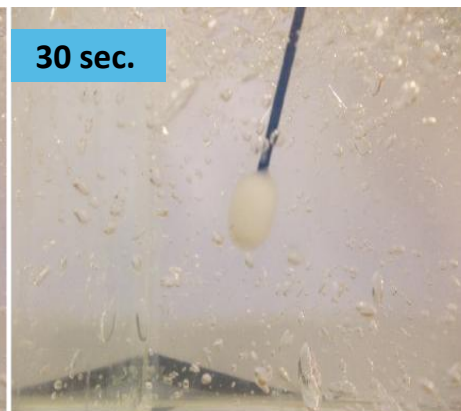
Кріозонд - формування крижаної кульки



15 sec.



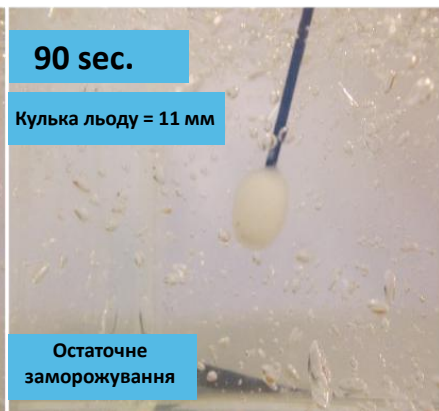
30 sec.



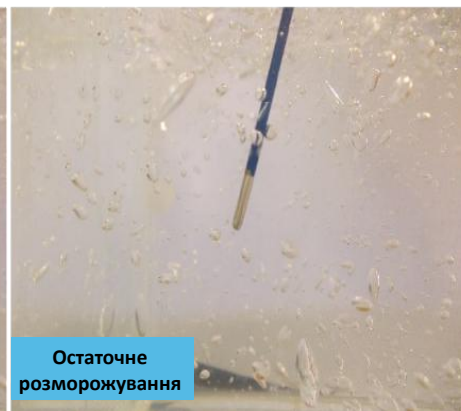
60 sec.

90 sec.

Кулька льоду = 11 мм



Остаточне
заморожування



Остаточне
розморожування

Форма зонду впливає на формування крижаної кульки:

- 1 Діаметр - розмір крижаної кульки залежить від діаметра зонда. Наприклад: зонд A-13/120/T або R формує кульку льоду діаметром приблизно 10 мм, тоді як зонд A-20/150/T мм має діаметр кульки льоду до 11 мм.
- 2 Час заморожування, як показано на малюнках, за 90 секунд заморожування ми можемо отримати кульку льоду діаметром до 11 мм.
- 3 Розташування датчика в частині тіла/тканинах: близькість кровоносних судин і стан гідратації тканин також впливає на розмір крижаної кульки.

Периферична нервова система:

- Чутливі нерви - містять сенсорні нейрони. Передають імпульси до ЦНС
- Рухові нерви - містять рухові нейрони. Передають імпульси від ЦНС.
- Змішані нерви - містять як сенсорні, так і моторні нейрони. Передають імпульси до ЦНС і назад.

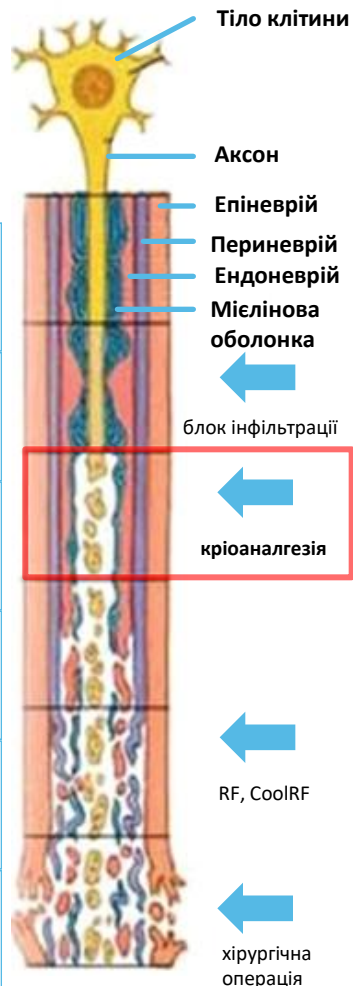
Кріоаналгезія призначена для абляції:

- Чутливих нервів
- Змішаних нервів

Рухові нерви, на які спрямована кріоаналгезія при постінсультній спастичності.



Ступені пошкодження нервів - механізм



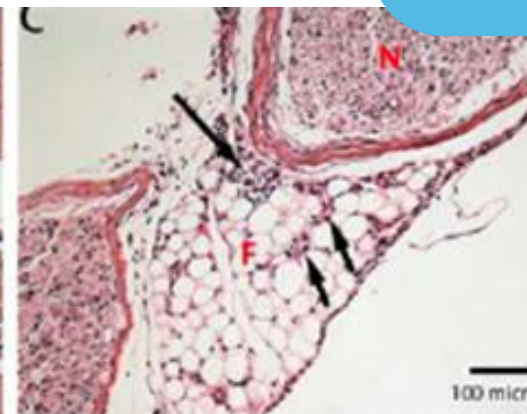
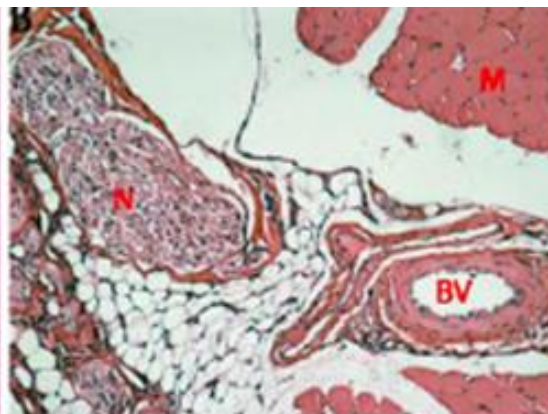
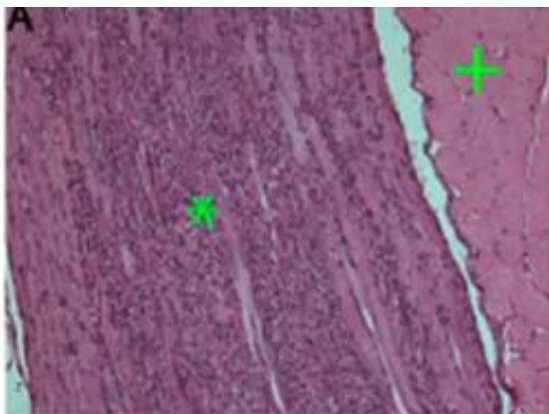
Пошкодження	Дегенерація	Регенерація
Нормально	Нормально	Нормально
Мієлінова оболонка (M)	Блокада провідності	Повне відновлення
М + Аксон (A)	Блокада провідності	
М + A + ендоневрій (E)	Блокада провідності	Нормально
М + A + E + Периневрій (P)		
М + A + E + P + Епіневрій		

Нормально.	
Нейропраксія	Перший ступінь
Аксонотмезис	Другий ступінь
Нейротмезис	Третій ступінь
	Четвертий ступінь
	П'ятий ступінь

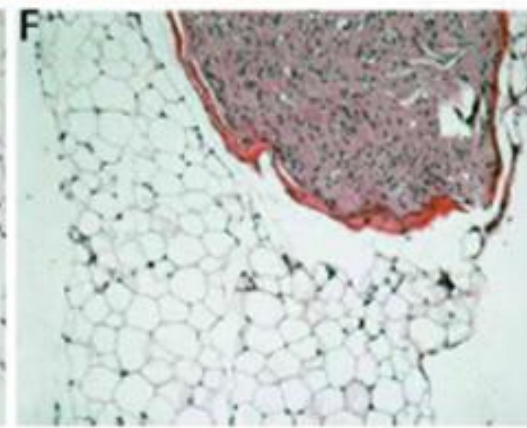
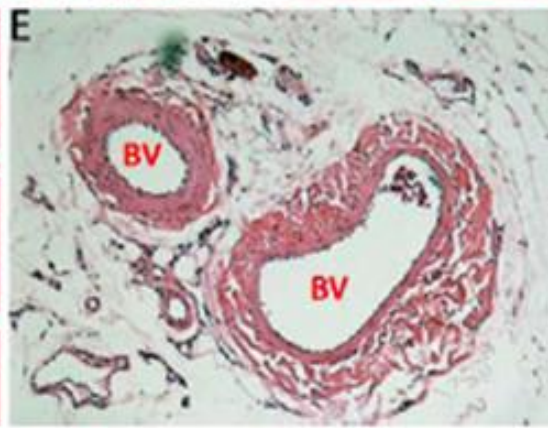
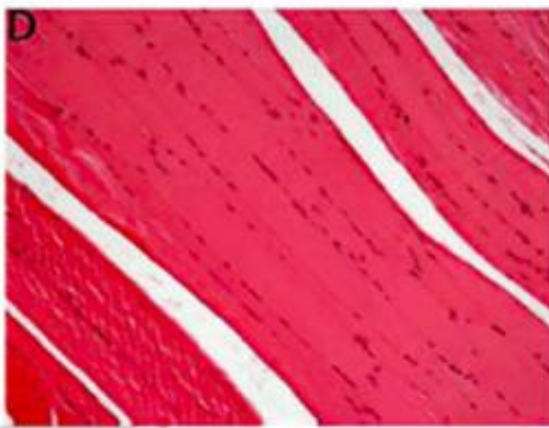
Чи безпечна кріоаналгезія для інших тканин?

Y

1 тиждень після
лікування



32 тиждень
після лікування



М'яз
Без змін

Кровоносні судини
Без змін

Жирова тканина
Без змін



**Cryo-S
Painless**

Pharmascope®

ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

Cryo-S Painless

Знеболення за допомогою кріоабляції нерва:

- Біль у грудній клітці
- Невралгія трійчастого нерва
- Постгерпетична невралгія
- Потилічна невралгія та інші види невралгій
- Фасетковий синдром
- Біль у верхніх та нижніх кінцівках
- Фантомний біль
- Невроми з больовим синдромом
- Баротравми та інші....

Ми можемо довго продовжувати перелік нозологій, які супроводжуються болем, але по факту, будь яке соматичне порушення в організмі, на фоні котрого виникає **БІЛЬ**, може бути показом для застосування кріоанальгезії

Cryo-S Painless



Cryo-S Painless



- Джерелом низької температури в приладі є: вуглекислий газ (CO₂) та закис азоту (N₂O) **РОБОЧА ТЕМПЕРАТУРА -78*С**

Робоче середовище	Вуглекислий газ CO ₂
Робочий тиск	48 ÷ 65 бар
Максимальний тиск	65 бар
Мінімальна температура всередині зонда	близько -78°C для CO ₂
Робоче середовище	Закис азоту N ₂ O
Робочий тиск	40 ÷ 60 бар
Максимальний тиск	60 бар

Cryo-S Painless. Комплектація

Апарат CRYO-S Painless



Шнур живлення зонда з нейростимуляцією



Шнур для балона з газом – 3 м (м)



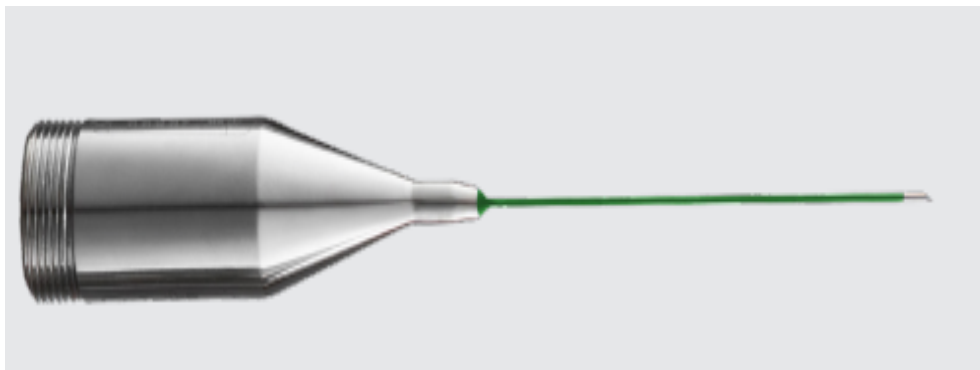
Ніжна педаль



Cryo-S Painless. Кріозонди

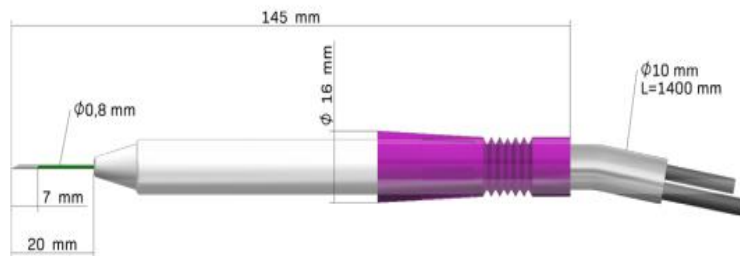


- **Одноразові зонди, стерильні, термін придатності 3 роки**



- **Багаторазові зонди, потребують стерилізації, кількість процедур: 50, термін придатності 3 років**

Cryo-S Painless. Кріозонди, різновиди



Різні розміри



Різні форми
наконечника



Катетер в якості
провідника

Різні розміри та різні наконечники

REF. number

N 0 6 0802 2 1

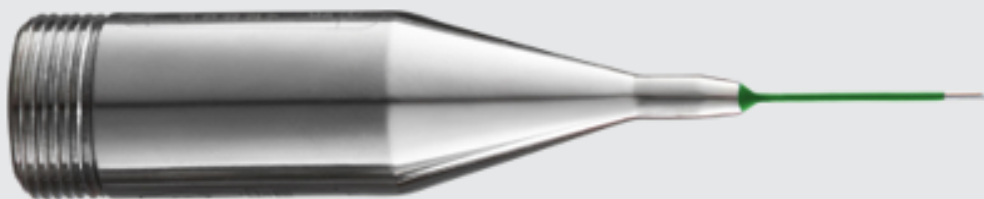
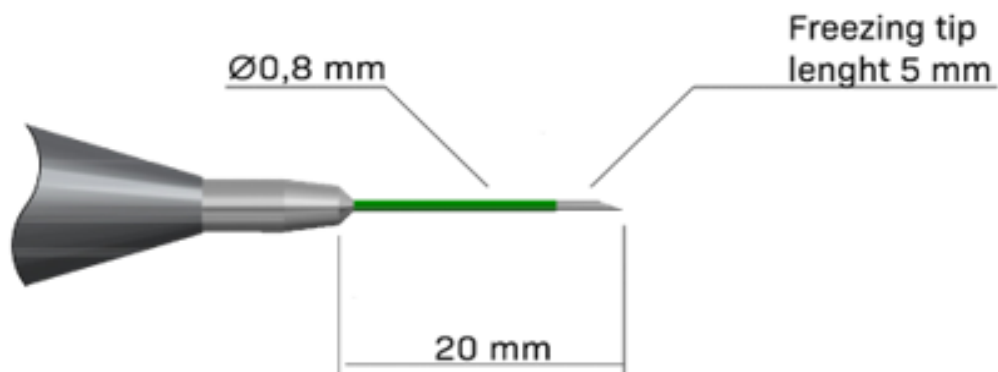
Tip type



Голковий наконечник
з нейростимуляцією
До 25 процедур

Призначений для

Кріоанальгезія надочноймковий
нерв, Підочноймковий нерв,
підборідний нерв, вушно-скроневий
нерв





ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

A-13/80/T/RF

Різні розміри та різні наконечники

REF. number

N 0 6 1308 0 1

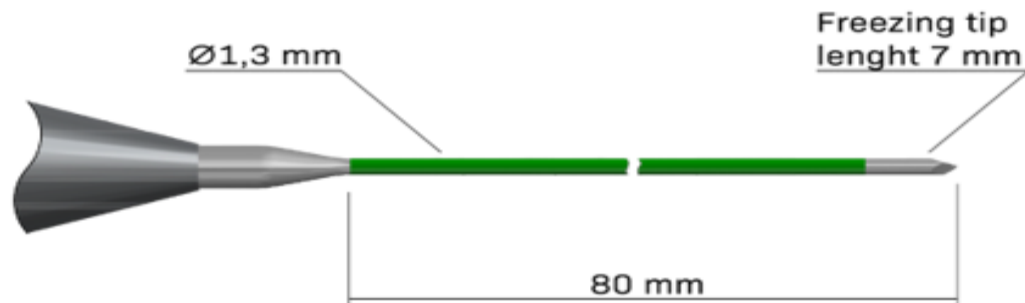
Tip type



Трикутний наконечник
з ~~нейростимуляцією до~~
50 процедур

Призначений для

~~Фасеткові суглоби у шийному~~
~~відділі хребта, кріоанальгезія~~
~~периферичних нервів і суглобів~~





ЛАБОРАТОРІЯ В КИШЕНІ

Різні розміри та різні наконечники

A-13/120/R/RF

REF. number

N 0 6 1312 1 1

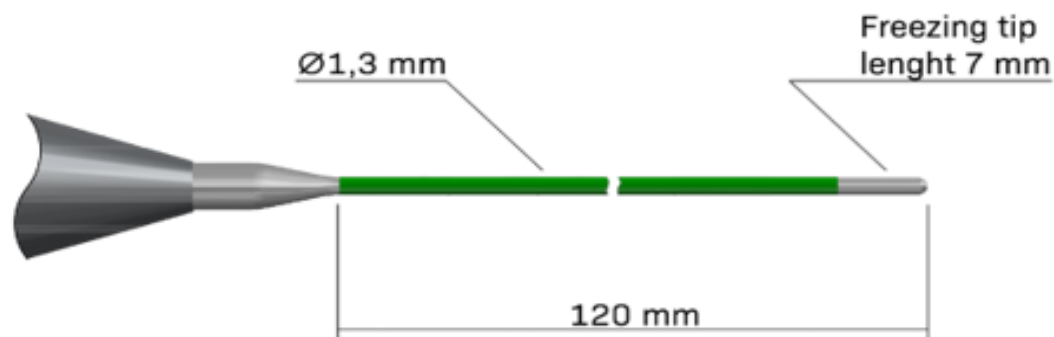
Tip type



Округлий наконечний
з нейростимуляцією до
50 процедур

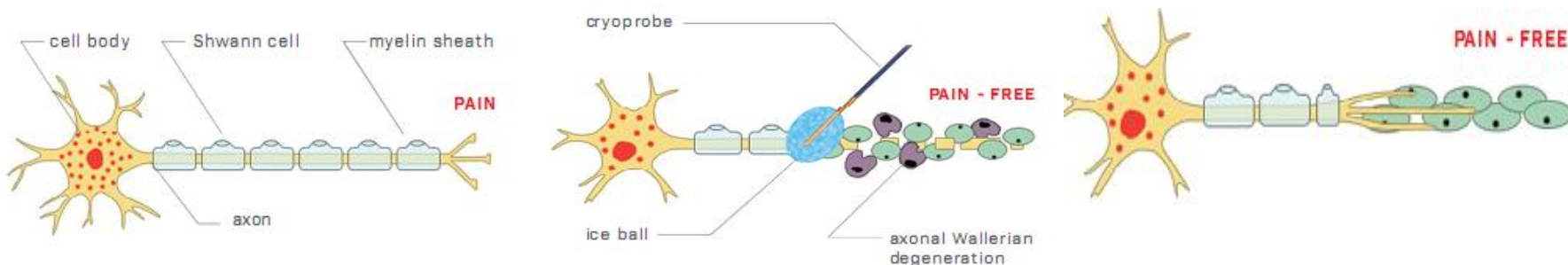
Призначений для

Міжреберні нерви, фасеткові
суглоби у шийному, грудному,
поперековому відділі хребта ,
кріоанальгезія периферійних нервів
nerves і суглобової денервації



Принцип роботи

- Причиною некрозу клітин є мікроциркуляторні порушення, пов'язані з впливом низьких температур.
- Під час першого циклу формування кульки льоду відбувається рефлекторний вазоспазм епіневральних судин, які промерзають протягом усього аксона.
- Шванівські клітини гинуть, залишаючи лише базальні мембрани.
- Сам ендоневрій залишається інтактним. Завдяки збереженням **базальних мембран** клітин Шванна формування невроми не відбувається і **нерв зберігає здатність до регенерації**. Її швидкість сягає у **1–1,5 мм/тиждень**.



Принцип роботи

- За класифікацією Sydney Sunderland існує п'ять ступенів ушкодження нерва. **Друга з них (аксонотмеза) і є метою КА (Кріоанальгезія).** Крім описаних вище механізмів, не можна забувати про аутоімунні феномени, коли формується прицільна аутоімунна відповідь до пошкоджених тканин, яка і пояснює довготривалі ефекти КА
- Аутоімунітет - це захисна реакція організму проти власних клітин. Імунна система втрачає здатність розрізняти «свої» та «чужі» антигени, що призводить до руйнування її тканин.

КЛАСИФІКАЦІЯ ПОШКОДЖЕНН Я НЕРВА

```
graph LR; A((КЛАСИФІКАЦІЯ ПОШКОДЖЕНН Я НЕРВА)) --- B(1 НЕЙРОПРАКСІЯ); A --- C(2 АКСОНОТМЕЗИС); A --- D(3 НЕЙРОМЕЗИС);
```

1

НЕЙРОПРАКСІЯ

Нейрапраксія розглядається як руховий параліч, і це найлегший тип травми, який є тимчасовим.

2

АКСОНОТМЕЗИС

коли відбувається повне переривання нервових волокон, але сполучні тканини (залишаються неушкодженими.

3

НЕЙРОМЕЗИС

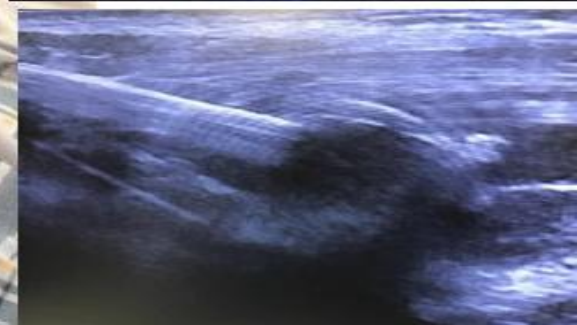
Функціональна втрата повна, і відновлення без хірургічного втручання малоімовірне

СХЕМА ПОШКОДЖЕННЯ НЕРВА



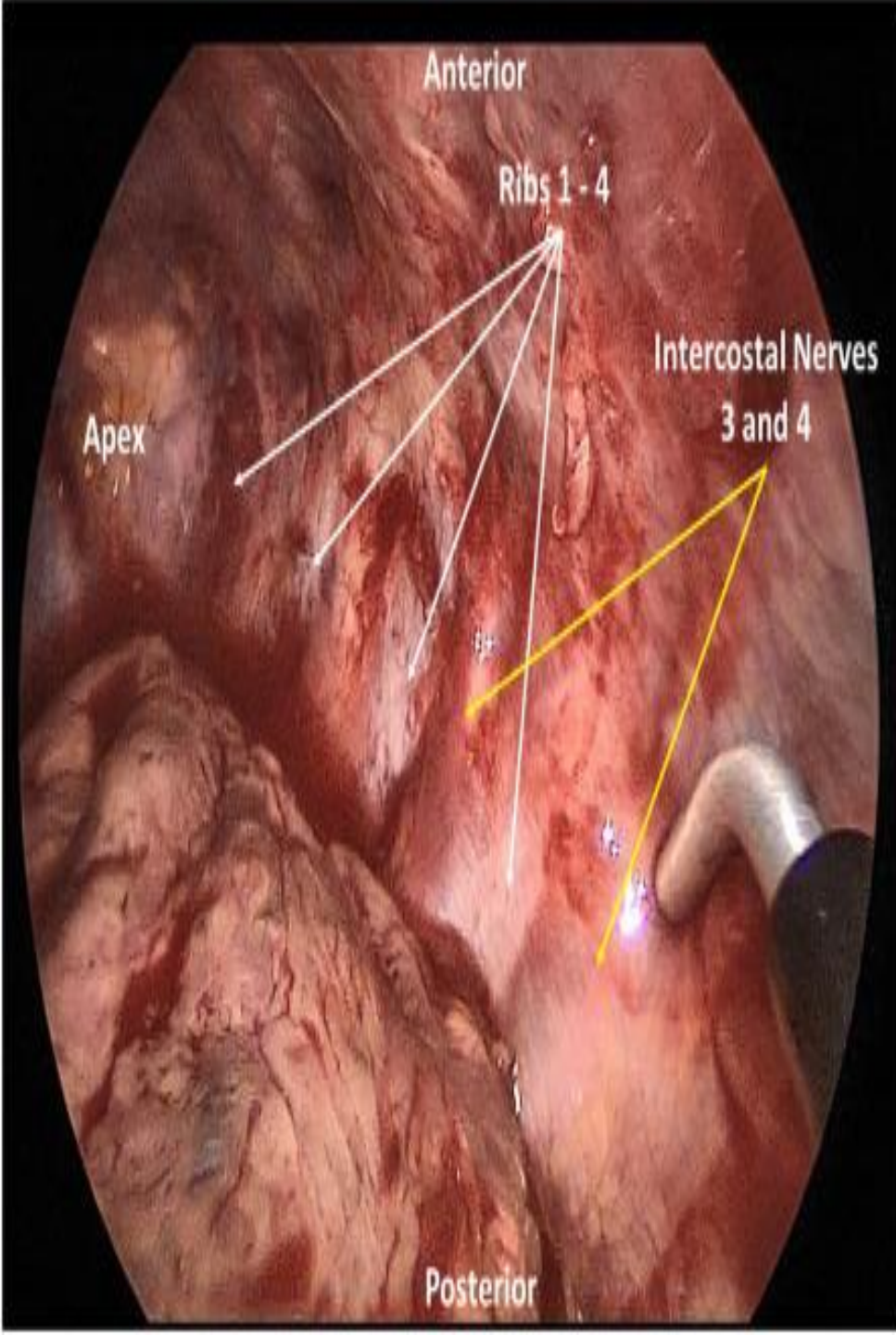
Техніки виконання

- ❑ Описано дві техніки проведення Кріоанальгезії.
- ❑ У першому випадку для проведення кріозонду використовується канюля, що по діаметру підходить зонду, що використовується. Канюля проводиться до місця проведення процедури.
- ❑ Мандрен видаляється, і замість нього вводиться кріозонд. Далі починається робота з нейростимуляцією.
- ❑ **Сенсорна стимуляція (100 Гц) проводиться на струмах не вище 0,4 мВ, тоді як рухова (2 Гц) - при 2 мВ.** Рух та розташування кріозонду проводиться під візуальним контролем.
- ❑ Після завершення сеансу зонд видаляється і в катетер вводиться місцевий анестетик.
- ❑ Використання катетера ізолює кріозонд, мінімізуючи ушкодження навколишніх тканин та перешкоджаючи ненавмисній їхній стимуляції.



Техніки виконання

- ❑ Техніка проведення КА без використання катетера-провідника починається з формування лимонної скоринки.
- ❑ Вводиться кріозонд до місця проведення маніпуляції.
- ❑ Відразу після початку процесу заморозки пацієнт відчуває хворобливі відчуття розпирання та печіння, що охоплюють зону звичного болю.
- ❑ Вони проходять протягом 30с після початку процедури.
- ❑ Тривалість та кратність циклів заморожування/розморожування залежить від глибини розташування нерва.
- ❑ Більш поверхневі нерви вимагають менш тривалих циклів, оскільки занадто тривале проморожування розташованих поруч тканин може призвести до їх некрозу.
- ❑ Зазвичай цикл заморожування триває дві хвилини, потім слідує цикл розморожування, що триває 30 с, після чого процедура повторюється.
- ❑ **Вкрай важливо мінімізувати седацію, щоб не втратити зворотний зв'язок із пацієнтом.**



Переваги

Переваги перед радіохвильовим методом

- ❑ Анальгезія протягом кількох місяців або довше без повного руйнування нерва
- ❑ Відсутність невриту та зниження ризику невропатичного болю
- ❑ Не утворюються невроми, оскільки нерв відновлюється з інтактною ендоневрією.
- ❑ Куляста форма пошкодження дозволяє розташовувати перпендикулярно
- ❑ Кріоанальгезія менш болісна для пацієнта, ніж РХА. Біль виникає тільки в перші 20-30 секунд процедури.
- ❑ Можливість проведення процедури у пацієнтів з тяжкою алергією, коли неможливо ввести місцеві анестетики, та з хронічними захворюваннями у стадії декомпенсації, коли неможливо ввести нестероїдні протизапальні засоби
- ❑ Не обвуглює і не палить прилеглі тканини

Тривалість застосування опіоїдних аналгетиків

Група	1 доба	2-3 доби	4 доби	Середня тривалість перебування в стаціонарі
<u>Кріоаналгезія</u>	10	-	-	4
Епідуральний катетер	55	4	-	7
Мультимодальна	1	18	1	14



Зменшення середнього часу приймання опіоїдних аналгетиків.



Зменшення часу перебування пацієнта в лікарні.



Покращення якості післяопераційної реабілітації

Порівняльна характеристика

Метод	Термін	Характеристика
Медикаментозна блокада	2-3 місяці	Локальні анестетики та глюкокортикостероїди вимикають та блокують провідність нерва, деструкції структури немає. Однак, варто зазначити, що є ряд захворювань та патологічних станів, коли консервативне лікування протипоказане.
РЧА (радіочастотна абляція або денервація)	До 6 місяців	Переривання подачі ноцицептивних (больових) сигналів відбувається за допомогою нагрівання нерва до +80 ° С - за цієї температури аксон руйнується повністю. Незважаючи на те, що процедура триває не більше 60-90 секунд, при підвищенні температури до 90° тканини нервових структур та сусідні з ними обвуглюються.
Кріоанальгезія	До 1 року і більше	Заморожування викликає порушення роботи аксонів (зворотний аксонотмезис). Сполучна тканина не ушкоджується, що дозволяє через певний термін запуститися процесу регенерації (відновлення) нерва.

Термічна дезінфекція

Має виконуватися відповідно до вимог EN ISO [15883-1](#).

Основні параметри термічної дезінфекції, рекомендовані виробником: 90°C - 5 min (хв).

Допустимі параметри: 93°C - 5 min (хв), 90°C - 10 min (хв).

Хімічна дезінфекція

Має проводитись при температурі не вище 60°C із застосуванням дезинфікуючого розчину, призначеного для машинної дезінфекції. Щоб уникнути зміни кольору та плям, для останнього полоскання використовуйте демінералізовану воду.

Сушіння зонда

Сушка, рекомендована виробником: автоматична мийка-дезінфектор з функцією сушіння.

Допустима сушка:

- у сушарці: не перевищуйте температуру 110°C,
- вручну: ретельне протирання одноразовим м'яким тампоном із тканини (наприклад, марлі), яка не залишає ниток,
- вручну: сушіння чистим стисненим повітрям.

Огляд і обслуговування

Візуально огляньте зонд на наявність пошкоджень, деформації та корозії.

Забороняється використовувати зонди з механічними пошкодженнями, вигинами, ямками або пошкодженим покриттям!

Зонди не потребують спеціального обслуговування.

Стерилізація зонда

Має бути проведена вакуумна парова стерилізація у стерилізаторі під тиском.

Основні параметри стерилізації: температура:

ТЕМПЕРАТУРА	МІНІМАЛЬНИЙ ЧАС	МАКСИМАЛЬНИЙ ЧАС	ТИСК
134 °C	3 min (хв)	5 min (хв)	3,1 бар
121 °C	16 min (хв)	20 min (хв)	2,1 бар

Сервісне обслуговування

- ❑ Регламентне обслуговування проводиться після 3 років, якщо йдеться про нове обладнання
- ❑ Потім кожний рік проводиться техогляд з перевіркою щільності і ступеню зношення електроклапанів.
- ❑ Також перевіряється продуктивність системи і точність регуляції тиску і потоків.