

**Лекція №4**  
**з курсу «Патологічна**  
**фізіологія» на тему:**  
**«Патогенний вплив**  
**термічних факторів»**

**Викладач курсу: доцент кафедри фізіології,  
імунології і біохімії з курсом  
цивільного захисту та медицини  
Григорова Наталя Володимирівна**

# ПЛАН

1. Хвороблива дія високої температури.
2. Хвороблива дія низької температури.  
Гіпотермія.

# РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Атаман О. В. Патофізіологія : підручник. У 2-х т. Т. 1 : Загальна патологія. 2-ге вид. Вінниця : Нова книга, 2018. 584 с.
2. Атаман О. В. Патологічна фізіологія в запитаннях і відповідях : навчальний посібник. 5-те вид. Вінниця : Нова книга, 2017. 512 с.
3. Кумар Віней, Аббас Абул К., Астер Джон К. Основи патології за Роббінсом. Т. 1. 10-е вид. Київ : Медицина, 2019. 420 с.
4. Невідкладна медична допомога. За ред. Ф. С. Глумчера. Київ : Медицина, 2006. 632 с.
5. Патофізіологія : підручник / Ю. В. Биць, Г. М. Бутенко [та ін.]; за ред.: М. Н. Зайка, Ю. В. Биця, М. В. Кришталя. 6-е вид., перероб. і допов. Київ : Медицина, 2017. 737 с.
6. Патологічна фізіологія. У 3-х ч. Ч. 1. Нозологія. За ред. М. С. Рєгада. Львів : Сполом, 2009. 290 с.
7. Pathophysiology = Патофізіологія : підручник. За ред. М. В. Кришталя, В. А. Міхньова. Київ : Медицина, 2017. 656 с.
8. Pathophysiology = Патофізіологія : підручник / Сімеонова Н. К.; за ред. В. А. Міхньова. Київ : Медицина, 2017. 544 с.

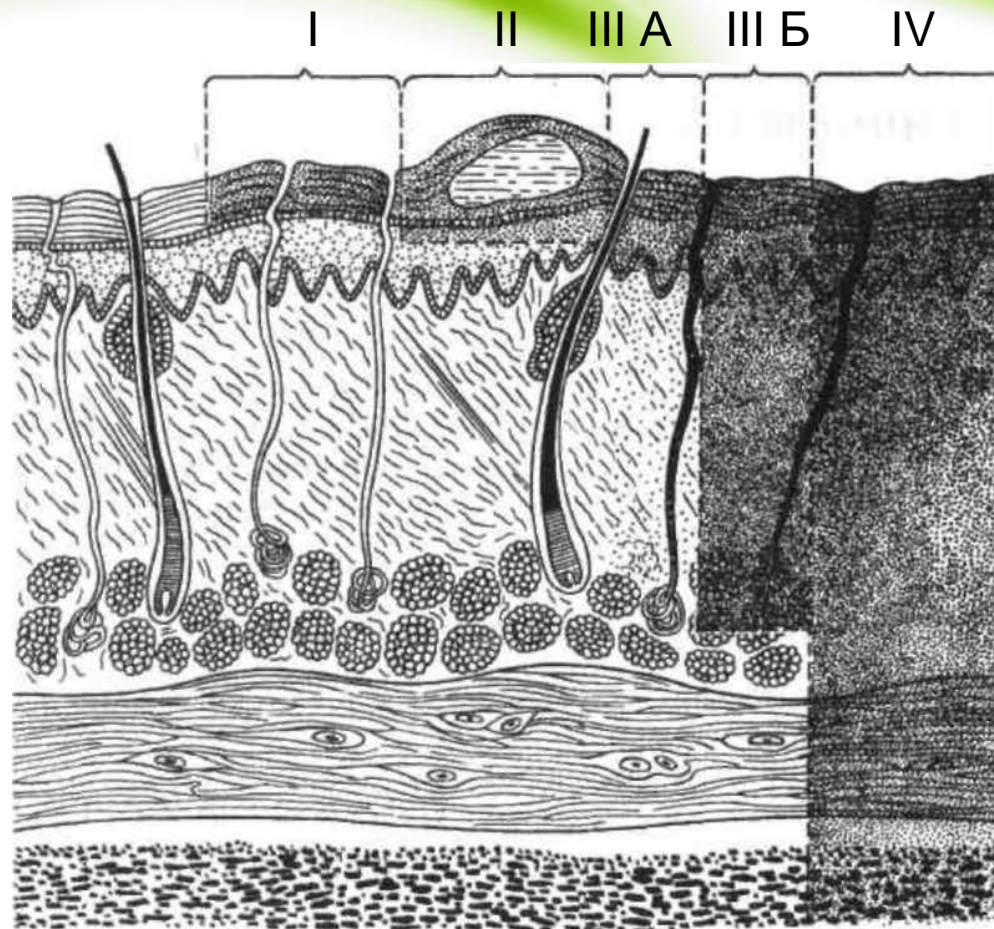
# 1. Хвороблива дія високої температури

Дія високої температури може викликати опік, опікову хворобу та перегрівання організму.

**Опік (термічний)** – ушкодження тканин при підвищенні температури до 45-50 °С та вище в результаті дії полум'я гарячих рідин, пару, розігрітих твердих тіл.

У залежності від глибини ушкодження тканин розрізняють чотири **ступені опіків**:

- I) почервоніння шкіри (еритема);
- II) утворення пухирів;
- III А) частковий чи повний некроз мальпігієва (росткового) шару шкіри;  
Б) повний некроз шкіри у всю її товщину;
- IV) некроз шкіри та глибше розташованих тканин.



Класифікація опіків за глибиною ураження  
(римськими цифрами позначені ступені опіку)



Рис. 1. Опік I і II ступенів.  
Рис. 2. Опік II та III ступенів.  
Рис. 3. Глибокий опік  
(III і IV ступенів).

Опіки I-III А ступенів вважаються **поверхневими**, а опіки III Б і IV ступенів – **глибокими**.

Ступінь опіків визначається на підставі первинних клінічних ознак і подальшого перебігу ранового процесу. Поверхневі опіки, як правило, загоюються самостійно при місцевому консервативному лікуванні. Для лікування глибоких опіків у подальшому необхідно відновлення шкірного покриву (**шкірна пластика**).

### **Патогенез термічних опіків**

Глибина пошкодження при опіках залежить від характеру термічного агента, його температури, тривалості дії і ступеня гіпертермії глибоких шарів шкіри і підлеглих тканин.

Провідними патофізіологічними факторами при термічних ураженнях є:

- 1) найсильніша больова імпульсація з осередку ураження;

- 2) потужна симпатоадреналова реакція, що супроводжується спазмом капілярів в системі мікроциркуляції;
- 3) гіповолемія і вторинна еритремія в результаті шокової реакції і посиленої втрати рідини через пошкоджений шкірний покрив.

### ***Визначення площі опікової поверхні***

Правильне визначення площі ураження є важливою умовою для побудови схеми адекватного лікування. Площу опіків обчислюють різними методами – від зовсім простого виміру долонею до застосування складних таблиць і формул. У дорослих використовують «правило дев'яток» і «правило долоні».

#### **1. Відповідно до «правила дев'яток»:**

площа голови та шиї дорівнює 9% поверхні тіла, верхні кінцівки – по 9% поверхні тіла, нижні кінцівки – 18% поверхні тіла, тулуб спереду – 18% поверхні тіла, тулуб ззаду – 18% поверхні тіла, промежину та її органи – 1% поверхні тіла.





б



в



## 2. «Правило долоні»

Площа долонної поверхні кисті становить приблизно 1-1,2% поверхні тіла; на цьому засновано визначення площі ран.

## 3. У дітей площа опікових ран у % розраховується за таблицею Ланда і Броудер (Lund and Browder, 1994) (табл. 1).

Частини тіла	до 1 року	1 рік	5 років	10 років	15 років
• Голова	20	17	13	10	8
• Шия	2	2	2	2	2
• Груді	10	10	10	10	10
• Живіт	8	8	8	8	8
• Спина	11	11	11	11	11
• Сідниці (2)	5	5	5	5	5
• Статеві органи	1	1	1	1	1
• Плечі (2)	8	8	8	8	8
• Передпліччя (2)	5	5	5	5	5
• Кисті (2)	5	5	5	5	5
• Гомілки (2)	9	10	11	12	13
• Стопи (2)	5	5	5	5	5

Механізм виникнення опіків пов'язаний із запальною реакцією у місці дії термічного агента та коагуляцією білка, що призводить до загибелі клітин та некрозу тканин.

Черговість і обсяг заходів надання першої допомоги та транспортування опікових хворих наступні:

***на місці отримання травми:***

- 1) припинення дії термічного агента;
- 2) охолодження опеченої поверхні;
- 3) знеболювальні засоби;
- 4) накладання ізолюючої (захисної) пов'язки;
- 5) теплий чай, кава, лужна вода;

***Перед транспортуванням:*** знеболювальні, заспокійливі, антигістамінні препарати (димедрол, супрастин) для профілактики опікового шоку.

**Поверхневі опіки шкіри до 15%** поверхні тіла і **глибокі до 7-10%** поверхні тіла у осіб молодого і середнього віку гояться самостійно або за допомогою операції (трансплантації аутокожі, висічення обпаленої ділянки шкіри і накладення швів) без грубих порушень гомеостазу, функцій внутрішніх органів і систем. У осіб такого ж віку, але які страждають на важкі захворювання, а також у осіб похилого віку та дітей раннього віку подібний перебіг опікової травми буває при ураженні не більше **5-10%** поверхні тіла.

При більш значних термічних опіках розвивається клінічно виражена загальна реакція організму, що починається з перших годин після отримання травми і продовжується не тільки весь період існування ран, але і деякий час після повного відновлення шкірного покриву. Вона називається **опіковою хворобою.**

**Опікова хвороба** – різнобічні функціональні порушення внутрішніх органів та систем цілісного організму, обумовлені великими (більш 10-15% поверхні тіла) та глибокими опіками.

У розвитку опікової хвороби виділяють **чотири періоди**:

- 1) опіковий шок;
- 2) загальну токсемію – результат аутоінтоксикації продуктами розпаду тканин, які утворюються на місці опіку, та виробки специфічних опікових аутоантитіл;
- 3) септикотоксемію (приєднання інфекції);
- 4) реконвалесценцію.

Чим більше площа і глибина ураження, тим важче протікає опікова хвороба, створюючи загрозу життю потерпілого.

Обтяжують перебіг опікової хвороби наявність у постраждалих супутніх уражень (отруєння окисом вуглецю, продуктами горіння, інгаляційна травма), комбінована травма, а також важкий преморбідний фон.

**Опіковий шок** являє собою патологічний процес, який розвивається при великих термічних ушкодженнях шкіри та глибше розташованих тканин, триває (в залежності від площі й глибини ураження, а також своєчасності та адекватності лікування) до 72 годин і більше, проявляється розладами мікроциркуляції, гемодинаміки, водно-електролітної рівноваги, функції нирок, шлунково-кишкового тракту і порушеннями психоемоційної сфери. Тривалість шоку (від декількох годин до декількох діб) визначається переважно площею ураження. Будь-яка опікова рана є первинно мікробнозабрудненою, однак в період опікового шоку вплив інфекції ще не виражено.

**Гостра опікова токсемія** починається з 2-3 доби, триває 7-8 днів і характеризується переважанням явищ вираженої інтоксикації. Опікова токсемія – результат аутоінтоксикації продуктами розпаду тканин, що утворюються в місці опіку (ферментативний розпад денатурованого білка, біологічно активні речовини, поліпептиди).

Підвищення проникності судин призводить до посиленої ексудації, зменшення об'єму циркулюючої крові, її згущення, збільшення кількості еритроцитів (іноді на 30-40%), уповільнення струму крові і тканинної гіпоксії. З клітин іони калію переходять в плазму крові, а іони натрію – в клітини (**клітинна гіпергідратація**). Гіперкаліємія призводить до порушення скоротливої здатності міокарда.

**Період септикотоксемії (опікової інфекції)** умовно починається з 10-х діб і характеризується переважанням інфекційного фактора в перебігу захворювання. При негативній динаміці процесу можливий розвиток **опікової кахексії**, що призводить у подальшому до загибелі хворого. Опікова інфекція (септикотоксемія) пов'язана з порушенням бар'єрної функції шкіри, системи макрофагів, підвищенням проникності слизової оболонки шлунково-кишкового тракту.

**Період реконвалесценції** характеризується поступовою нормалізацією функцій і систем організму. Він настає після загоєння опікових ран, або після оперативного їх закриття.

**Перегрівання (гіпертермія)** – тимчасове підвищення температури тіла при інтенсивностях впливів, які перевершують фізіологічні можливості теплорегуляції, утруднюють тепловіддачу та сприяють накопиченню в тілі надлишкового тепла. Перегріванню сприяє дефіцит води в організмі та недостатнє поповнення втрат із потом.

Загальний термічний вплив на організм визначається висотою температури навколишнього середовища і часом перебування в ній потерпілого. Тривала дія високої температури навколишнього середовища на організм в цілому призводить до загального перегрівання організму (теплового удару).

У неадаптованих людей теплові удари можуть розвиватися при температурі повітря вище 45-47 °С вже через 4-6 годин.



## *Причини перегрівання*

Нормальна життєдіяльність можлива за умови збереження постійної температури тіла за рахунок рівноваги між теплоутворення і тепловіддачею. При високій температурі навколишнього повітря сталість температури тіла зберігається в основному за рахунок функції шкіри, через яку здійснюється тепловіддача шляхом:

- випромінювання;
- проведення тепла;
- випаровування поту.

Коли температура навколишнього повітря дорівнює температурі тіла, тепловіддача здійснюється тільки за рахунок потовиділення. Тому перегрівання найчастіше настає при:

- 1) підвищеній вологості;
- 2) високій температурі повітря;
- 3) при роботі в щільному, погано вентиляваному одязі і т.д.

## *Фактори, що сприяють перегріванню:*

- велике фізичне навантаження;
- затишність;
- недостатнє споживання води;
- переїдання, ожиріння;
- інфекції.

## *Періоди в розвитку перегрівання:*

**1. Період компенсації.** З огляду на відносну недостатність віддачі тепла шкірою мобілізуються інші шляхи тепловіддачі:

- розширення периферичних судин;
- прискорення кровотоку,
- посилення потовиділення,
- почастішання дихання (збудження дихального центру нагрітою кров'ю),
- зниження теплопродукції.

## **2. Період збудження**, коли температура тіла починає підвищуватися. характерно:

- занепокоєння;
- прискорене і поверхневе дихання;
- прискорення пульсу (тахікардія 130-140 ударів в хвилину);
- посилення обміну речовин (посилення виділення азоту з сечею – негативний баланс азоту);
- підвищення рефлексорної діяльності;
- судомні посмикування.

## **3. Період пригнічення:**

- порушення водно-електролітного обміну;
- згущення крові і підвищення її в'язкості (сприяє розвитку серцевої недостатності);
- зниження вегетативних функцій (дихання і кров'яного тиску),
- зникнення рефлексів,
- коматозний (несвідомий, що нагадує сон) стан, клонічні судоми.

Підвищення температури тіла супроводжується тепловою задишкою, почастишанням серцевих скорочень та підвищенням кров'яного тиску. За рахунок втрати води через підвищення потовиділення виникає згущення крові, порушується електролітний обмін, підвищується гемоліз еритроцитів, що супроводжується явищами інтоксикації продуктами розпаду гемоглобіну. Ушкодження різних тканин також супроводжується накопиченням токсичних продуктів розпаду. У зв'язку з руйнуванням 7, 8, 10 та інших плазменних факторів порушується згортання крові.

Перенапруга механізмів теплової регуляції призводить до їх виснаження, що супроводжується гальмуванням функції ЦНС та пригніченням функцій дихальної та серцево-судинної системи, та у кінцевому результаті – до глибокої гіпоксії.

Гостре перегрівання організму зі швидким підвищенням температури тіла та подовжена дія високої температури оточуючого середовища можуть викликати **тепловий удар**. Смерть настає від паралічу дихального центру.

## *Причини теплового удару:*

- дія теплового фактора високої інтенсивності;
- низька ефективність механізмів адаптації організму до підвищеної температури зовнішнього середовища.

## *Патогенез теплового удару*

1. Перегрівання організму після короткочасної (іноді клінічно не підпадають під визначення) стадії компенсації швидко призводить до зриву механізмів терморегуляції та інтенсивному наростанню температури тіла.
2. Розвивається гостра прогресуюча інтоксикація.
3. Наростає серцева недостатність.
4. Відбувається зупинка дихання.

Ступінь інтоксикації корелює з величиною наростання температури тіла. Про важливу роль інтоксикації в патогенезі теплового удару свідчить факт відставленої у часі смерті потерпілих: більшість з них гинуть через кілька годин після припинення дії надмірного тепла, коли температура тіла наближається до нормальної.

## 2. Хвороблива дія низької температури. Гіпотермія

У результаті дії низьких температур в організмі людини виникає ряд місцевих та загальних реакцій, які можуть викликати застуду, зниження температури тіла, місцеві зміни у тканинах (**відмороження**) та завершитися замерзанням організму.

Виникнення та вираженість змін в організмі при його охолодженні залежать від температури оточуючого середовища та характеру її дії, швидкості руху повітря (вітер) та його вологості, ізоляційних властивостей теплового захисту організму та інших факторів.

**Загальне охолодження** – порушення теплового балансу в організмі, що призводить до зниження температури тіла (гіпотермії).

**Гіпотермія** виникає при підсиленій віддачі тепла, при нормальній теплопродукції чи при поєднанні цих факторів.

Розвиток гіпотермії – процес стадійний. В основі її формування лежить більш-менш тривале перенапруження і в підсумку зрив механізмів терморегуляції організму. У зв'язку з цим при гіпотермії розрізняють дві **стадії її розвитку**: 1) **компенсації (адаптації)** і 2) **декомпенсації (дезадаптації)**. Деякі автори виділяють фінальну стадію гіпотермії – **замерзання**.

### **Класифікація гіпотермії:**

1. Легкий ступінь – базальна температура 33-35 °С.
2. Помірний ступінь – базальна температура 28-32 °С.
3. Важкий ступінь – базальна температура < 28 °С.

Загальна реакція організму направлена в першу чергу на зменшення тепловіддачі: рефлекторно виникає спазм кровоносних судин, зменшується потовиділення, уповільнюється дихання.

При більш тривалій дії холоду вмикаються механізми терморегуляції, які направлені на підвищення теплопродукції: виникає м'язове тремтіння (озноб), посилюються процеси глікогенолізу в печінці та м'язах, підвищується вміст глюкози в крові та споживання кисню, посилюється обмін речовин.

В умовах тривалої дії низьких температур виникає фаза декомпенсації: знижується температура тіла, припиняється озноб, знижується споживання кисню та інтенсивність обмінних процесів, розширюються периферичні кровоносні судини. У результаті гальмування функцій кори головного мозку та пригнічення підкоркових та бульбарних центрів знижується АТ, виникає брадикардія, прогресивно послаблюється та становиться менше частота дихальних рухів, відмічається поступове згасання усіх життєвих функцій. Смерть настає від паралічу дихального центру.

Пригнічення функцій ЦНС, яке викликається дією низьких температур, може мати й охоронне значення, це пов'язано зі зниженням чутливості нервових клітин до нестачі кисню. Зниження обміну речовин у тканинах сприяє зменшенню потреби організму в кисні. Штучне зниження температури тіла – **гібернація**. Також відомо, що гіпотермія підвищує резистентність організму до інтоксикації, інфекції та ін. несприятливих дій зовнішнього середовища.



## ***Показова статистика смертності від охолодження***

Гіпотермія і смерть людини при охолодженні спостерігається при температурі повітря від + 10 °С до 0 °С приблизно в 18% випадків; від 0 °С до - 4 °С – у 31%; від -5 °С до -12 °С – у 30%; від -13 °С до -25 °С – у 17%; від -26 °С до -43 °С – у 4%.

Видно, що максимальний показник смертності при переохолодженні знаходиться в інтервалі температури повітря від +10 °С до -12 °С. Отже, людина в умовах існування на Землі, постійно знаходиться в потенційній небезпеці охолодження.

**Місцева дія низької температури** може викликати відмороження різної важкості, патогенез яких пов'язаний зі змінами колоїдного стану тканин, порушеннями інтракапілярного кровотоку та реологічних властивостей крові.

### **Класифікація відморожень**

#### **1. За механізмом розвитку:**

- від впливу холодного повітря;
- контактні відмороження.

#### **2. За глибиною ураження тканин.**

Розрізняють чотири **ступені відмороження**.

**1 ступінь** відмороження характеризується зблідненням шкіри на ділянці ураження. Після зігрівання шкіра стає набряклою й синюшною, з'являється пекучий біль.

При відмороженні **2 ступеня** утворюються пухирі із прозорою, жовтуватого кольору рідиною.

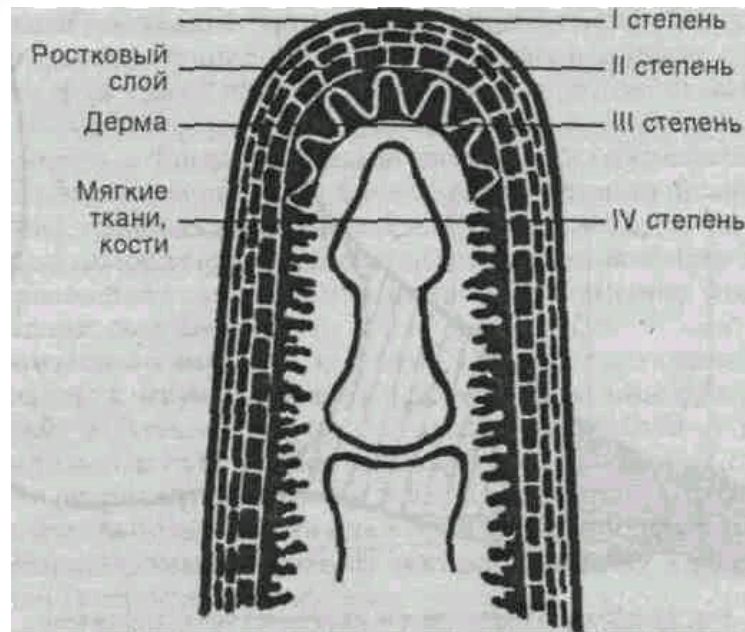
Відмороження **3 ступеня** характеризується омертвінням глибоких шарів шкіри. Пухирі наповнені кров`янистим ексудатом.

При відмороженні **4 ступеня** настає змертвіння усіх шарів м`яких тканин, а іноді й кісток.

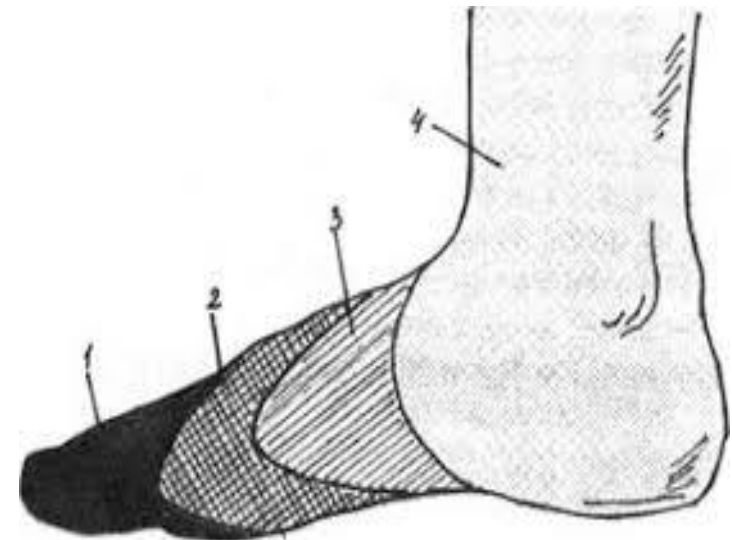
При відмороженні 2 ступеня необхідний обережний масаж уражених ділянок, якщо є пухирі – накладання асептичної ватно-марлевої пов`язки. Слід напоїти потерпілого гарячим міцним чаєм або кавою, закутати теплими ковдрами.

Не слід розтирати шкіру снігом, бо він травмує тканини.

При відмороженні 3 і 4 ступеня потерпілого необхідно терміново госпіталізувати.



**Класифікація відморожень залежності від глибини ураження тканин**



**Зони патологічних змін ураження тканин при відмороженні:**  
 1 - зона тотального некрозу,  
 2 - зона необоротних дегенеративних змін, 3 - зона оборотних змін, 4 - зона здорових тканин.

# ЯК ВИЯВИТИ ОБМОРОЖЕННЯ ТА ЩО РОБИТИ, ЯКЩО НЕ ВБЕРЕГЛИСЯ

## СИМПТОМИ ОБМОРОЖЕННЯ:



втрата чутливості шкіри



відчуття поколювання та пощипування



побіління шкіри



волдирі, які з'являються після зігрівання



потемніння та відмирання шкіри

## ПРИ ОБМОРОЖЕННІ НЕ МОЖНА:



розтирати уражене місце снігом або рукавичкою



активно масажувати кінцівки



гріти кінцівки біля каміну чи дуже гарячою водою

## ЩО РОБИТИ У РАЗІ ОБМОРОЖЕННЯ:



зігріти уражену ділянку ледь теплою водою



обгорнути уражену частину тіла сухою теплою матерією



пити більше теплих напоїв



при серйозних ураженнях негайно звертатися до лікарні



Обмороження 2-го ступеню (поверхневі пухирі з прозорою або молочною рідиною).



**Відмороження стопи  
II і III ступеня і пальців  
IV ступеня.**

Рис. 1, 2. Відмороження  
першого пальця стопи  
III ступеня.

Рис. 3. Тотальне відмороження  
стопи IV ступеня.

Рис. 4. Стадія муміфікації і  
відторгнення некротичних  
тканин при відмороженні  
стопи IV ступеня.

***Дякую за увагу!***