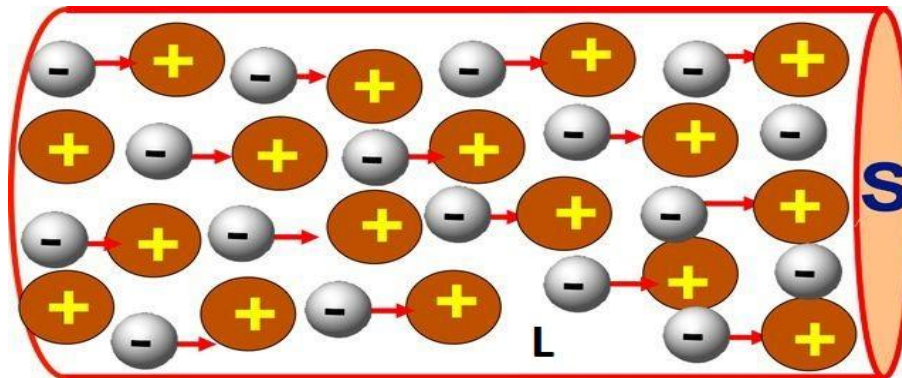




ФИЗИЧКИ ЕТИОЛОШКИ ФАКТОРИ

Електрична струја

- Електрична струја је усмерено кретање наелектрисаних честица у затвореном електричном струјном кругу.
- Количина наелектрисања која се креће у струјном колу у јединици времена је **јачина струје** која је директно пропорционална напону, а индиректно пропорционална отпору.



Електрична струја

- Биолошки систем је са аспекта проводљивости нехомоген.
- Отпор кретању струје највећи је у кожи и костима, мањи у масном ткиву, мишићима, нервима, а најмањи у крви и телесним течностима.
- Електрична струја:
 - Једносмерна (смер се не мења у току времена)
 - Стална једносмерна (не мења се ни смер ни јачина)
 - Наизменична (мења се смер и јачина)

Биолошки ефекти електричне струје

- Електрична струја испољава две групе ефеката:
 - Директни ефекти- јављају се у ткивима који чине део струјног кола.
 - Индиректне ефекти - јављају се у удаљеним ткивима.
- Директни ефекти могу бити:
 - **Механички**- дејство струје на ексцитабилна ткива (миокард, мишићни флексори и екстензори)
 - **Биолошки** (парализа дисајног центра, поремећај свести)
 - **Физичко-хемијски** (електролиза, електроосмоза, опекотине)

Механизам дејства електричне струје

- Патолошке промене настале дејством електричне струје зависе од:
 - Физичких карактеристика електричне струје
 - Отпора тела на месту контакта
 - Пута којим струја пролази кроз тело
 - Трајања контакта
- Према пореклу електрична струја се дели на:
 - Атмосферски електрицитет
 - Технички електрицитет

Атмосферски електрицитет

- Настаје наелектрисањем молекула водене паре чији згуснути молекули формирају облаке.
- **Муња** је формирање варнице између два облака, а **гром** је пражњење између облака и земље.
- **Гмљавина** је талас наглог ширења ваздуха у зони око електричног пражњења.
- Удар грома се састоји из више сукцесивних удара, чије је укупно трајање краће од једне секунде.



Атмосферски електрицитет

- Повреде до којих доводи удар грома могу настати на директан и индиректан начин.
- Електрична енергија ослобођена током удара грома се конвертује у механичку и топлотну енергију у организму.

Настају:

- **Промене на кожи-** облика разгранутих звездастих шара
- **Застој рада срца и дисања**
- **Пролазни неуропсихијатријски испади-** губитак свести, вазомоторне промене
- **Трајни неуролошки и сензорни испади-** због оштећења базалних ганглија и структура средњег и унутрашњег ува



Технички електрицитет

- Једносмерна струја испољава две групе ефеката:
 - **Поларни ефекти** (електролиза у близини аноде, електроосмоза, деструктивни ефекти ослобођених гасова)
 - **Интерполарни ефекти** (вазодилатација и пораст температуре)
- Оштећења ткива наизменичном струјом углавном настају због конверзије електричне енергије у топлотну.



Технички електрицитет

- Ефекти наизменичне струје зависе од јачине, фреквенце и напона струје.
- Услед удара наизменичне струје настају:
 - Повреде коже
 - Застој рада срца и дисања
 - Топлотне повреде
 - Неуролошке промене
 - Висцералне повреде
 - Фрактуре костију
 - Касне компликације (катаракта)

Термички етиолошки фактори

- Термогенеза се остварује хемијским и физичким процесима, који су праћени стварањем енергије.
- Термолиза се остварује следећим физичким процесима:
 - Радијација
 - Кондукција
 - Конвекција
 - Евапорација

Поремећаји изазвани термичким етиолошким факторима

- Опште промене:
 - Хипотермије
 - Хипертермије
- Локалне промене:
 - Промрзлине
 - Опекотине

Поремећаји изазвани ниском температуром

- Општа хипотермија подразумева пад температуре тела испод физиолошких вредности (испод 36°C).
- Најчешће се јавља задесно услед урањања тела у хладну воду или излагања тела дуготрајном дејству хладноће.
- Предиспонирајући фактори су: ветар, влажност ваздуха, дејство алкохола, исцрпљеност организма, хроничне болести срца, крвних судова, ендокриног система, старије особе.



Фазе хипотермије

1. **Фаза ексцитације или раздражења-** компензаторни механизми који доводе до повећаног стварања топлоте и смањеног одавања.
2. **Фаза депресије или декомпензације-** исцрпљују се компензаторни механизми.
3. **Паралитичка фаза-** привидна или клиничка смрт.

Промрзлине

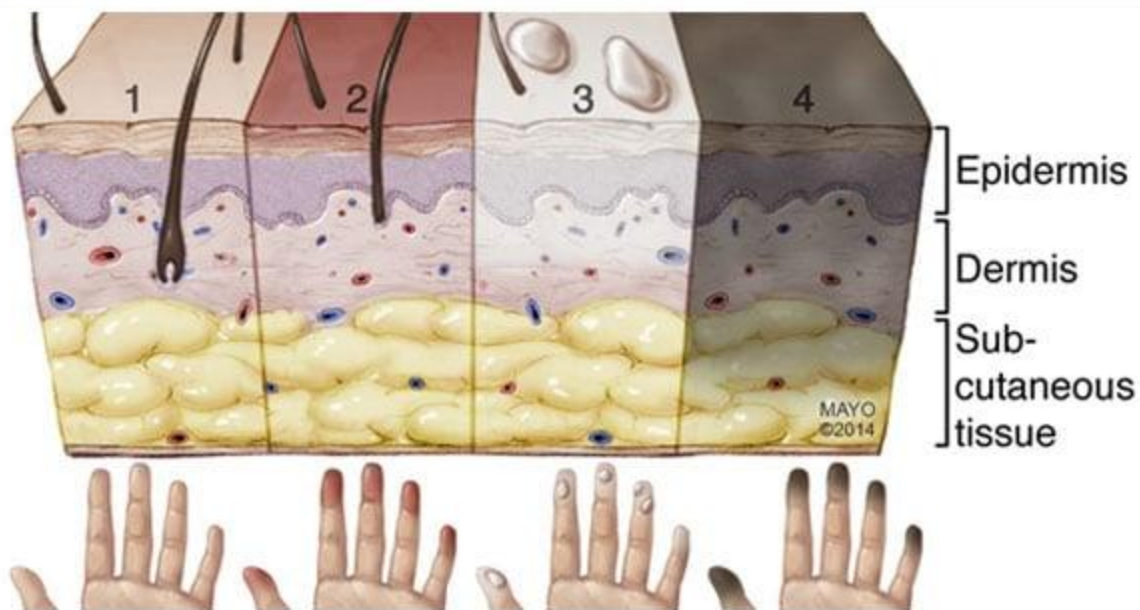
- Настају услед локализованог дејства ниске спољашње температуре на одређени део тела.
- Најчешће настају промрзлине стопала, шака и других истурених делова тела.
- Предиспонирајући фактори су: влажност, ветар, неподесна и тесна обућа и одећа.

Патогенеза промрзлина

- Оштећење ткива је последица:
 - Хипоксије услед вазоконстрикције и тромбозе
 - Механичког дејства формираних кристала леда
 - Ћелијске дехидратације стварањем кристала леда у интерстицијуму, а касније и у ћелијама

Промрзлине

- Према степену ткивних оштећења, промрзлине се деле на три степена:
 1. Congelatio erythematosa
 2. Congelatio bullosa
 3. Congelatio gangrenosa
 4. Промрзлине IV степена



Промрзлине

- Промрзлине I степена (*congelatio erythematosa*)- настају промене у површинским слојевима коже, јавља се вазоконстрикција, хипоксија, црвенило и едем коже.
- Промрзлине II степена (*congelatio bullosa*)- настају пливови јер се епидермални слој коже одваја од дубљих слојева због ексудације течности. Настају и промене на крвним судовима, као и метаболичке и биохемијске промене.



Промрзлине

- Промрзлине III степена (*congelatio gangrenosa*)- настају некротичне промене у захваћеним деловима коже, а у околном ткиву се развија асептично запаљење.
- Промрзлине IV степена- настаје некротично оштећење дубоких ткива (кости и мишићи).



Поремећаји изазвани високом температуром

- **Хипертермија** је опште прегрејавање организма. Може бити:
 - Егзогена- дејством топлоте из спољашње средине
 - Ендогена- повећаним стварањем топлоте у организму
- Предиспонирајући фактори су: топао ваздух, влажност атмосфере, сунчано зрачење, имерзија у топлу воду, физички напор, одећа од неприродних материјала, начин исхране, хроничне болести.

Патогенеза хипертермије

- У настанку хипертермије разликујемо:
 1. Компензовану фазу- активирају се компензаторни механизми који смањују продукцију и повећавају елиминацију топлоте.
 2. Декомпензовану фазу- долази до исцрпљивања компензаторних механизма и терморегулационог центра.



Клинички облици хипертермије

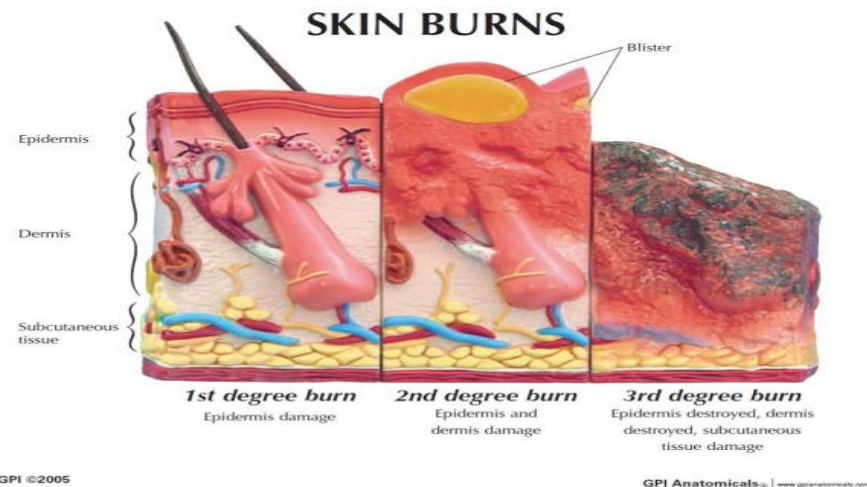
- У зависности од услова у којима долази до прегрејавања организма, може настати неколико облика хипертермије:
 - ❖ Хипертермички колапс- настаје краткотрајни губитак свести услед вазодилатације која узрокује пад крвног притиска и краткотрајну исхемију ЦНС-а.
 - ❖ Топлотни удар- настаје нагло удруженим дејством високе температуре у спољашњој средини, велике влажности ваздуха и тешког физичког рада.
 - ❖ Сунчаница- настаје као последица дејства инфрацрвених зрака на незаштићену потиљачну регију главе.

Клинички облици хипертермије

- ❖ Топлотни мишићни грчеви- последица су дуготрајне изложености организма дејству високе спољашње температуре, која је праћена знојењем при чему настају дехидратација и десалинација.
- Термогенетска анхидроза- настаје услед урођене аплазије или хипоплазије знојних жлезда или стечених поремећаја.

Опекотине (combustio)

- Опекотине су локалне повреде, које некад могу бити праћене поремећајем општег стања организма.
- Настају при дејсву топлотних извора: усијаних предмета, пламена, вреле воде, врелог ваздуха, дејством инфрацрвених и ултраљубичастих зрака, електричном струјом...



Патогенеза опекотина

- Кључно место заузима излазак плазме из васкуларног корита и њено накупљање у интерстрицијалном ткиву.
- Излазак плазме настаје услед директног дејства топлоте на зид капилара и услед ослобађања вазоактивних супстанци.
- Тежина опекотина зависи од:
 - Врсте топлотног извора
 - Висине температуре
 - Дужине топлотног дејства
 - Отпорности ткива

Патогенеза опекотина

- У клиничном раду тежина опекотина се процењује на основу:
 - Површине тела која је захваћена опекотинама
 - Дубине опекотина
 - Присуства унутрашњих повреда (које су настале удисањем врелог ваздуха и токсичних гасова)

Опекотине

- Према дубини ткивних оштећења опекотине се деле на четири степена:
 1. Combustio erythematosa
 2. Combustio bullosa
 3. Combustio gangrenosa
 4. Carbonificatio

Опекотине

- Опекотине I степена (combustio erythematosa)- настају при дејству термичких фактора који оштећују само епидермални слој коже. Карактеришу се црвенилом, отоком и болом, настаје асептично запаљење.
- Опекотине II степена (combustio bullosa)- могу да се поделе на површински II А стадијум где је оштећен епидермис и површински слојеви дермиса и дубоки II В стадијум где су оштећени и дубоки слојеви дермиса, знојне, лојне жлезде, лежиште длаке. Јављају се буле које настају одлубљивањем површинског слоја епидерма од базалног слоја.



Опекотине

- Опекотине III степена (combustio gangrenosa)- настају некротичне промене у захваћеној кожи и поткожном ткиву, као и оштећења зидова крвних судова са настанком тромбозе. Настаје асептично запаљење на граници денатурисаног и здравог ткива.
- Опекотине IV степена (carbonificatio)- карактеришу се угљенисаним ткивима (кожом, поткожним ткивима, мишићима и костима). Ткивна оштећења су иреверзибилна.



Опекотинска болест

- Општи поремећај који у организму настаје после опсежних опекотина.
- У оквиру општих поремећаја посебно место заузима опекотински шок.
- На ток и исход опекотинске болести, поред шока важан утицај имају промене ендокриног система, бубрежни поремећаји, промене у метаболизму неорганских материја, инфекције, опште интоксикације.

Опекотински шок

- У патогенези опекотинског шока кључну улогу има хиповолемија.
- Шок настаје ако опечена површина износи 15-20% код одраслих, 10 % код деце и старијих особа или само 5% код деце испод пет година.
- У склопу шока долази до:
 - Промена у функцији ендокриног система
 - Бубрежних поремећаја
 - Метаболичких поремећаја
 - Хемолизе еритроцита
 - Дисеминоване интраваскуларне коагулације
 - Улкуса желуца и дванаестопалачног црева
 - Илеуса

Зрачење

- Усмерени пренос енергије преко таласа и честица је зрачење.
- Зрачење се дели према пореклу:
 - Порекла из омотача
 - Порекла из атомског језгра
- Зрачење се дели према природи:
 - Корпускуларно зрачење (α , β , протони, неутрони)
 - Електромагнетно зрачење (x и γ)
- Зрачење се дели према ефектима који настају у судару са материјом:
 - Јонизујуће зрачење
 - Нејонизујуће зрачење



Зрачење

- Јонизијуће зрачење је електромагнетно или корпускуларно зрачење довољне енергије да јонизује материју кроз коју пролази.
- Нејонизујуће зрачење изазива ротацију и вибрацију атома и молекула, енергија која се при томе ослобођа се конвертује у топлотну енергију.
 - Инфрацрвени зраци
 - Ултразвук
 - Микроталаси
 - Ласерски зраци

Биолошки ефекти јонизујућег зрачења

- Услед дејства јонизијућег зрачења долази до озрачивања целог организма или неког дела. Контаминација радиоактивним материјалом може бити спољашња и унутрашња.
- Тежина оштећења насталих при спољашњем озрачивању зависи од:
 - Квалитета зрачења
 - Апсорбоване дозе
 - Временске расподеле дозе
 - Површине озраченог ткива
 - Врсте озраченог ткива

Биолошки ефекти јонизујућег зрачења

- У зависности од временске расподеле дозе озрачење може бити:
 - Акутно
 - Хронично
- У зависности од просторне расподеле дозе озрачење може бити:
 - Опште
 - Локално

Механизми оштећења ћелија

- Директна ћелијска оштећења- настају услед дејства јонизујућег зрачења на виталне макромолекуле ћелија.
- Индиректна ћелијска оштећења- настају услед радиоллизе воде и стварања изузетно реактивних једињења.
- Сви ефекти зрачења се деле на:
 - Детерминистичке ефекте (ефекти са прагом)
 - Стохастичке ефекте (ефекти без прага)

Детерминистички ефекти

- **Опште промене:** некроза тешко оштећених паренхимских ћелија, оштећење ендотелних ћелија у крвним судовима, фиброза ткива.
- **Специфичне ткивне промене:**
 - Кожа- дерматитис, еритем, оток
 - Костна срж- хипоплазија, аплазија
 - Кости- периостни губитак ткива, некроза
 - Лимфно ткиво- смањен број лимфоцита
 - Плућа- акутни радијациони пнеумонитис
 - Дигестивни тракт- малапсорпција, крварење

Акутна радијациона болест

- Настаје ако је доза зрачења између 0,5 и 2 Gy. Има неколико стадијума:
 1. **Продромални стадијум-** јавља се после озрачивања (повраћање, дијареја)
 2. **Латентни стадијум-** може да изостаје, као и да буде краћег или дужег трајања
 3. **Манифестни стадијум-** симптоми оштећења дигестивног тракта, ЦНС-а, хематопоезног система

Хронична радијациона болест

- Настаје као последица акутне радијационе болести, дуготрајног континуираног или повремениог озрачивања организма малим дозама зрачења.
- **Лакши облик** (симптоми неуровегетативне дистоније)
- **Средње тешки облик** (астенични синдром, повећан интракранијални притисак)
- **Тешки облик** (неуролошки испади услед енцефаломијелитиса)

Стохастички ефекти

- Малигна трансформација ћелија
- Промене на онкогенима и антионкогенима што доводи до акумулације генских грешака и настанак малигне трансформације