

# **Механички и физички етиолошки фактори**

# МЕХАНИЧКА ЕНЕРГИЈА

- **Механичка енергија**- облици енергије који теже да преместе објекте у односу на одређени референтни положај

# Облици механичке енергије

- **БИОСТАТИЧКА ЕНЕРГИЈА:**

- енергија гравитације  
(привлачна сила Земљине масе)

- **БИОДИНАМИЧКА ЕНЕРГИЈА:**

- енергија која се преноси механичким ударом
- енергија механичког таласа (звук и вибрације)

# **Интеракције механичке енергије околине са организмом**

- **Физичких својстава механичке енергије: интензитет, трајање, фреквенција**
- **Анатомско-функционалних карактеристика ткива: еластичност и инерција**

# **ТРАУМЕ:**

## **дефиниција и етиологија**

**Трауме су повреде настале дејством механичке силе која се преноси ударом:**

- **Природне катастрофе:** земљотреси, лавине, обрушавања земљишта
- **Вештачке силе:** оруђа, оружја, саобраћајне несреће

# **ТРАУМЕ: патогенеза**

- **механичке силе доводе до промене једне или више димензија тела, његове запремине и облика- деформације тела**
- **ДЕФОРМАЦИЈЕ ТЕЛА:**
  - **еластична** (траје док траје дејство силе)
  - **пластична** (трајна деформација и после престанка дејства силе)

# Еластичност тела

- Основу еластичности тела чине међумолекулске силе
- Ефекат механичке силе:
  - линијско истезање или сабијање
  - запреминско истезање

# **ТРАУМЕ: подела**

- **ЛОКАЛНЕ ПОВРЕДЕ**

- **ОПШТЕ ПОВРЕДЕ**

- бласт синдром
- краш (crush) синдром



# ЛОКАЛНЕ МЕХАНИЧКЕ ПОВРЕДЕ: патогенеза

- **Механизам оштећења ткива:**
  - директно разарање ћелија (ткива)
  - оштећење локалне циркулације
  - оштећење инервације

# Директно разарање ћелија

- ослобађање интраћелијских ензима  
(лизозомски ензими)
- оштећење околних ћелија и компоненти  
међућелијског матрикса
- аутолиза ткива, локални пораст осмотског  
притиска, акумулација воде и **настанак**  
**едема**

# Оштећење локалне циркулације ткива

- крварење
- смањено допремање **кисеоника** и **нутритивних фактора** у подручје оштећеног крвног суда
- настанак **исхемичне зоне**

# Оштећење инервације ткива

- **Оштећење инервације ткива:**

природа оштећеног нерва-

сензорни, моторни или аутономни  
поремећаји

# **Подела локалних механичких повреда према макроскопским карактеристикама**

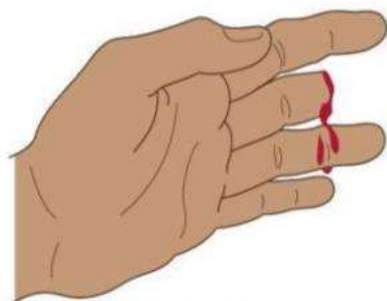
- **Ерозија** (erosio), **абразија** (abrasia) и **десквамација** (desquamatio)
- **Рана** (vulnus) је механичка повреда коју карактерише прекид континуитета коже и слузокожа и обично захвата дубље структуре ткива

• **Ране (vulnera):** прекид континуитета  
коже и слузокожа, захвата дубље  
структуре тела (поткожно ткиво и околне  
органе)

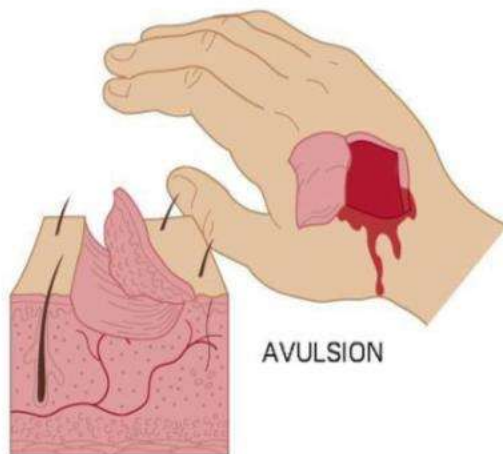
- **посекотина** (vulnus scissum),
- **убод** (vulnus punctum),
- **пробод** (vulnus penetrans),
- **раздеротина** (vulnus conquassatum),
- **огреботина** (vulnus scarificatum)
- **устрелна рана нанета ватреним  
оружјем** (vulnus sclopetarium)
- **ујед** (vulnus morsum)

- **конквасација** (conquasatio)
- **крварење** (haemorrhagio)
- **авулзија** (avulsio)
- **ампутација** (amputatio)
- **прелом** (fractura)
- **луксација или ишчашење** (luxatio)
- **руптура**
- **хернија**

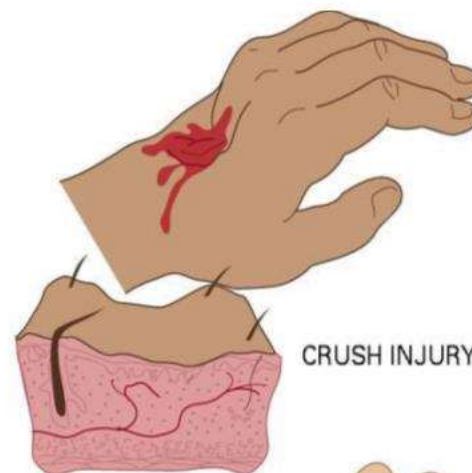
# Врсте локалних механичких повреда



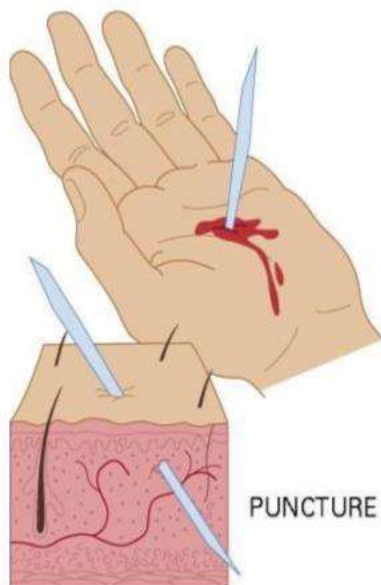
AMPUTATION



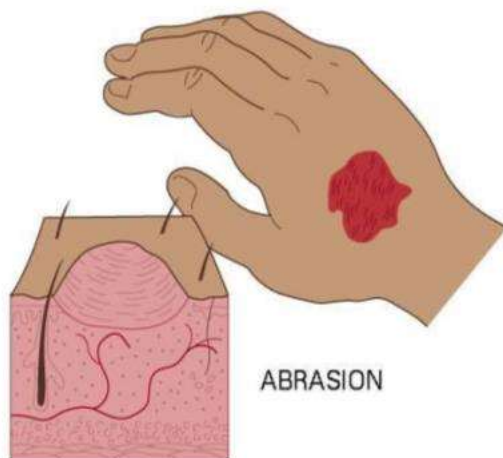
AVULSION



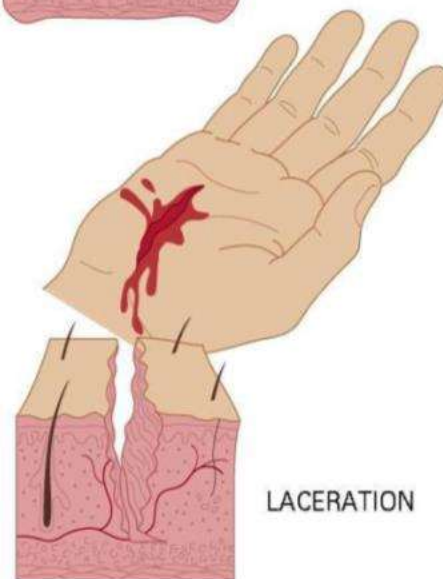
CRUSH INJURY



PUNCTURE



ABRASION



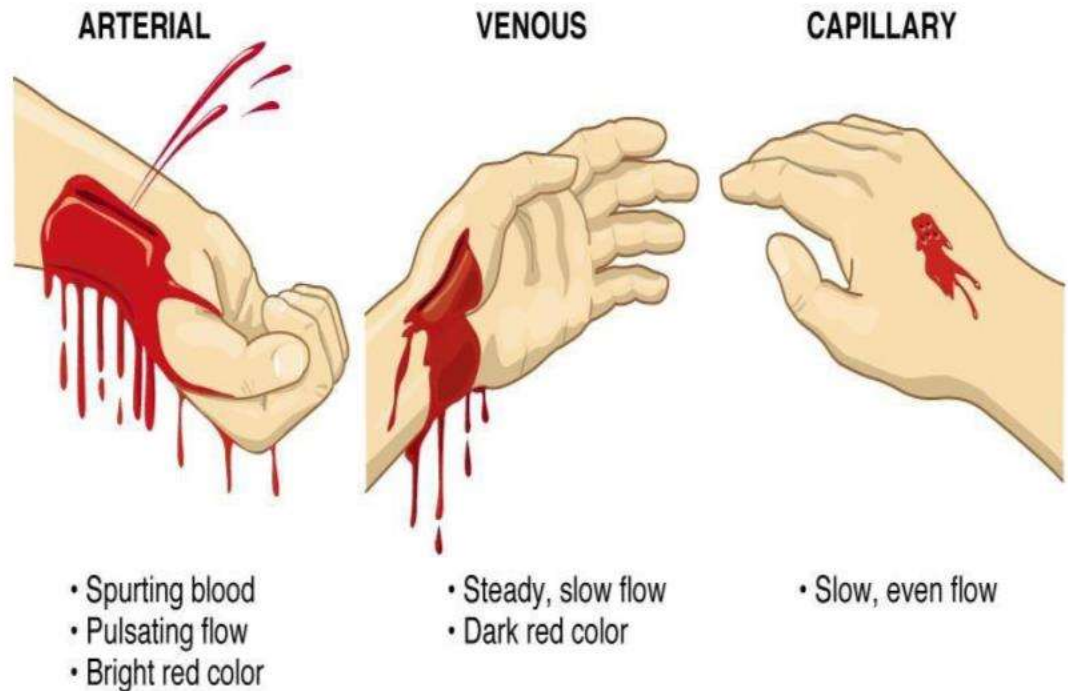
LACERATION



# Крварење: подела

Крварење:

- артеријско
- венско
- капиларно



# Комоција или потрес (commotio)

- повреда настала дејством **механичких етиолошких фактора**
- доводи до **поремећаја функције појединих органа**, иако у њима не постоје видљиве анатомске промене
- функционални поремећаји су најчешће **реверзибилне природе**, а настају због биохемијских промена у захваћеним ћелијама
- највећи клинички значај има **комоција мозга**

- **Commotio cerebri (потрес мозга)**

повреда настала дејством механичких етиолошких фактора која за последицу имају **пролазни поремећај нервних функција** који се манифестује:

- кратким губитком свести,
- повраћањем,
- грчевима,
- поремећајима вида и слуха и
- појавом амнезије (антероградне, ретроградне, трауматске)

# **Контузија или нагњечење (contusio)**

- Повреде код којих је **очувана кожа**, али је **ткиво испод ње мање или више разорено** (прекид континуитета ткива, повреда нерава, оштећења крвних судова, са последичним крварењем и настанком хематома)
- Контузија најчешће настаје дејством **тупе силе умереног интензитета и кратког трајања**
- Највећи клинички значај имају **контузије мозга, паренхиматозних органа абдомена** (слезине и јетре) и **грудног коша**

- **Contusio cerebri (нагњечење мозга)**

– нагњечење мозга се карактерише **фокалном деструкцијом ткива** мозга насталом дејством механичке силе

– нагњечења мозга могу да настану његовим примарним ударом о лобању (**coup**), а како мождане структуре настављају да осцилују касније долази и до удара и нагњечења мозга на супротној страни од места примарног удара-подручја контраудара (**contrecoup**)

– **тип оштећења**: петехијална крварења, лацерација, хематом, венска опструкција, едем, инфаркт, некроза ткива- **оштећења ткива ЦНС су трајна**

# Фазе зарастања ране

- **Фаза запаљења**

- хемостаза
- васкуларна фаза
- целуларна фаза запаљења

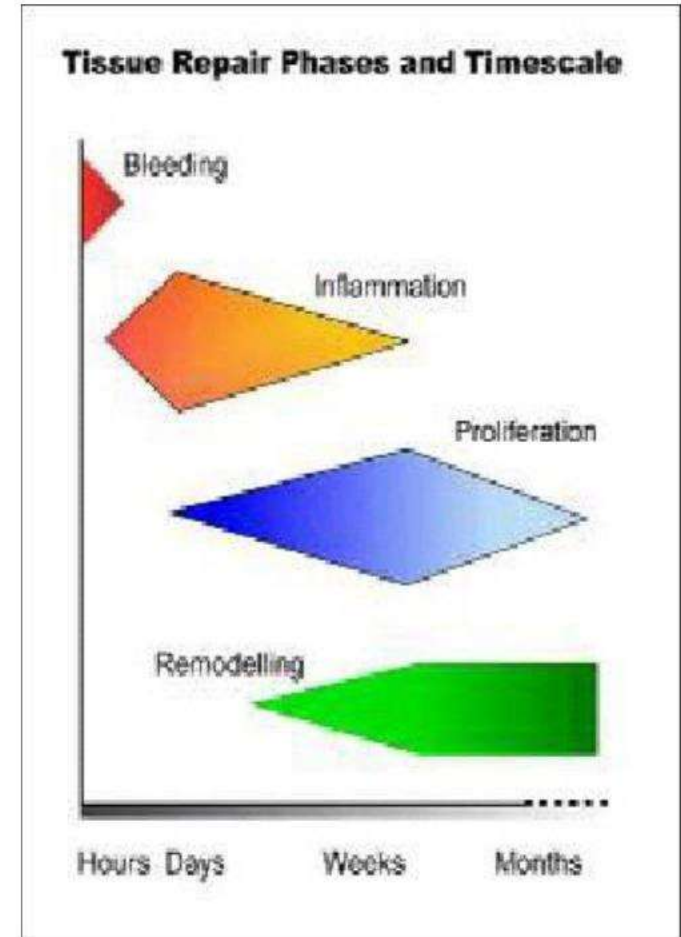
- **Пролиферативна фаза**

- фиброплазија и ангиогенеза
- формирање грануляционог ткива

- епителизација ране

- **Матурациона фаза или фаза ремоделовања**

- синтеза и разградња колагена
- контракција ожиљка



# Зарастање ране-фазе

- **Хемостаза**

- настаје одмах након повреде

- **Инфламација**

- адхезија леукоцита за ендотелне ћелије
- миграција леукоцита у повређено ткиво
- активација имунских ћелија-цитокини, фактори раста

- **Епителизација/фиброплазија-гранулационо ткиво**

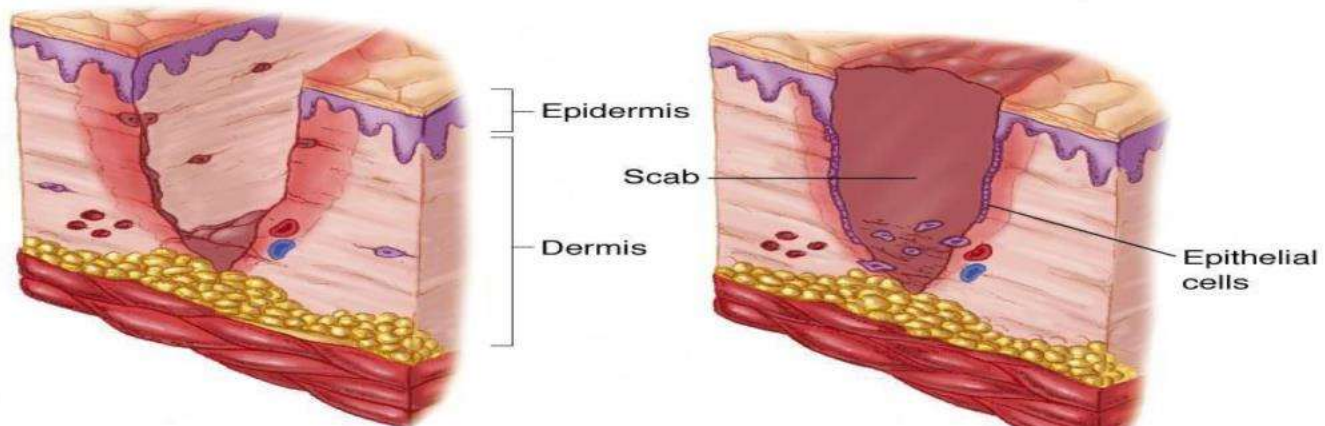
- миграција епителијалних ћелија које затварају површину ране

# Зарастање ране-фазе

- **Неоваскуларизација**
  - формирање нових крвних судова у току процеса зарастања ране
- **Синтеза колагена**
  - фибробласти стварају колаген
  - колаген-је протеин који умрежавањем ствара чврсту структуру везивног ткива
- **Стварање ожиљка и ремоделовање-**  
синтеза и разградња колагених влакана

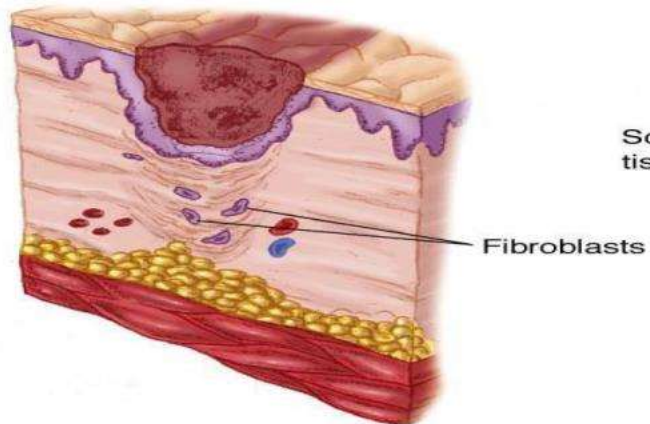


# Фазе у процесу зарастања ране

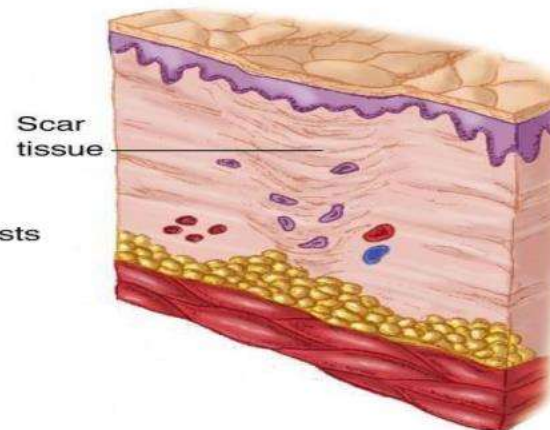


a. Inflammatory response

b. Scab formation  
and epithelialization



c. Scar tissue formation



d. Remodeling

# **ОПШТЕ МЕХАНИЧКЕ ПОВРЕДЕ**

- **БЛАСТ СИНДРОМ**
- **КРАШ (CRUSH) СИНДРОМ**

# БЛАСТ СИНДРОМ

## ЕКСПЛОЗИЈА:

- **топлотна енергија**  
(опекотине)
- **кинетичка енергија**  
шрапнела (прострелне ране)
- **енергија ударног таласа**  
(бласт синдром)



# Ударни талас или бласт

- Састоји се из цикличног јављања зоне повећаног притиска и зоне подпритиска:
  - фаза компресије
  - фаза декомпресије
- Оштећење организма настаје услед наглог повећања притиска у околини тела услед ударног таласа

# БЛАСТ СИНДРОМ

- **ВАЗДУШНИ БЛАСТ СИНДРОМ**

- **респираторни и централни нервни систем**

(руптуре алвеола и крвних судова, комоције, контузија мозга)

- **ВОДЕНИ БЛАСТ СИНДРОМ**

- **гастроинтестинални систем** (контузије, хематоми, руптуре, унутрашње крварење, хематемеза, мелена)

- **ЧВРСТИ БЛАСТ СИНДРОМ**

- **коштано-зглобни систем** (доњи екстремитети, карлица, кичмени стуб)

- **ГЕНЕРАЛИЗОВАНИ БЛАСТ СИНДРОМ**

- повреде великог броја органа

# КРАШ СИНДРОМ

- Краш синдром (engl. crush) је облик опште механичке повреде која настаје **након откопавања људи преходно изложених затрпавању и компресији великих мишићних маса**, најчешће у пределу доњих екстремитета и карлице



# КРАШ СИНДРОМ

• **ЕТИОЛОГИЈА:** затрпавање делова тела са великом мишићном масом (региона карлице и доњих екстремитета) са појавом:

- фрактура,
- ишчашења,
- руптура крвних судова,
- хематома и
  - притиска на крвне судове (местимично ливидна, а местимично бледа боја)
  - исхемија, појава анаеробног метаболизма, стварање лактата

# Краш синдром

**Отрпавање (поновно успостављање циркулације):**

- **локални едеми и хиповолемија** (интензивна плазмореја)
- **деструкција миоцита** (рабдомиолиза, некроза мишића, ослобађање миоглобина у циркулацију)
  - **акутна бубрежна инсуфицијенција** (смањена гломерулска филтрација услед вазоконстрикције аферентних артериола бубрега и стварање **миоглобинских цилиндара у тубулима бубрега**-олигурија или анурија)
- **ендогена интоксикација, тешка хиперкалијемија** (доводи до поремећаја срчаног рада)



# **БОЛЕСТИ ГРАВИТАЦИЈЕ**

## **Компензаторни механизми приликом устајања:**

- Аортни лук и каротидни синус-рефлексни механизми-убрзан рад срца и вазоконстрикција венског корита
- Повећање активности ренина и ослобађање алдостерона
- Вазоконстрикција артериола и повећање периферног васкуларног отпора
- Специфични компензациони механизми на нивоу ЦНС

# Ортостатска или постурална хипотензија

је изоловани клинички ентитет у коме у усправном положају знатно пада артеријски крвни притисак: **сistolни притисак испод 90mmHg, а дијастолни притисак испод 60mmHg** (више од 15% у односу на притисак у лежећем положају)

- **смањен циркулаторни волумен** (симпатикотонусне ортостатске хипотензије)-недовољан циркулишући волумен или минутни волумен
- **неадекватан вазомоторни одговор** (асимпатикотонусне ортостатске хипотензије)-дисфункција вазомоторног центра (периферни или централни поремећаји)
- **комбиноване симпатикотонусне и асимпатикотонусне ортостатске хипотензије**- алфа и бета симпатикотонусне реакције, асимпатикотонусне реакције, вазодепресивне-вазовагусне реакције

# БОЛЕСТИ АКЦЕЛЕРАЦИЈЕ

- **акцелерација** је промена брзине у јединици времена или промена правца кретања при константној брзини, мерна јединица је  $G$  ( $G=a/g$ ;  $g=9.81 \text{ m/sec}^2$ )
- акцелерација може бити **позитивна** или **негативна** (на основу смера кретања), **линеарна**, **угаона** или **комплексна** (према правцу кретања)
- организам детектује убрзање захваљујући **структурама унутрашњег ува**
- **основни патофизиолошки механизам** којим силе акцелерације остварују своје ефекте на организам је **померање телесних течности (крв и ликвор) и унутрашњих органа тела**

# Биолошко дејство убрзања

- дејство **позитивног убрзања** у вертикалном правцу- лифт на горе, полетање авиона-крв се нагомилава у ногама и трбушним органима, у горњим деловима тела се смањује- убрзање од +5G- хипоперфузија ЦНС-а, мрак пред очима (**'black out'**)
- дејство **негативног убрзања** у вертикалном правцу-понирање авиона, слободан пад-повећава се количина крви и притисак у горњим деловима тела- крварење у поглавини и ЦНС-у-црвено пребојено видно поље (**'red out'**)

# **КИНЕТОЗЕ**

- **појам кинетозе означава синдром вегетативне дисфункције која је поузрокована кретањем**
- **до кинетоза најчешће долази током путовања (неравномерно кретање)**
  - **бродом- морска болест**
  - **копненим превозним средствима- аутомобилска болест**
  - **авионом- ваздушна болест**

# Патофизиологија кинетоза

- **Симптоми кинетоза-скуп вегетативних симптома:**

- мучнина
- повраћање
- осећај гађења
- хладно презнојавање
- тахикардија
- бледило
- главобоља
- поспаност

# Патофизиологија кинетоза

- настанак осећаја мучнине
  - акт повраћања
- 
- вестибуларна теорија
  - сензорно-конфликтна теорија

# ПОВРЕДЕ ИЗАЗВАНЕ ПРОМЕЊЕНИМ АТМОСФЕРСКИМ ПРИТИСКОМ

- поремећаји изазвани **смањеним** атмосф. притиском -**висинска** или болест пилота, **планинска болест**
  - нагло снижење атм. притиска-повећава се запремина ваздуха у шупљим органима-баротрауме
  - локални-aerootitis, aerosinusitis, дистензија црева
  - пад ПП кисеоника-хипоксија-ЦНС
  - опште промене- хипоксемијски енерг. дефицит
  - акутне или хроничне повреде



- **поремећаји изазвани повећаним атмосфер. притиском**
  - **спуштање авиона, рад у кесонима или роњење**
    - **локалне промене** настају услед смањења запремине ваздуха у телесним шупљинама-**баротрауме**
    - **опште промене:** повећање парцијалног притиска **кисеоника**, растварање знатне количине **азота** у телесним течностима, **аероемболизам**
  - **декомпресиона болест** (блажа и тежа форма)

# **Физички етиолошки фактори као узроци болести**

# ТЕРМИЧКИ ЕТИОЛОШКИ ФАКТОРИ

- Поикилотерми, хомеотерми
- Терморегулациони систем:
  - Термогенеза-разградња органских материја, хормони тироксин, катехоламини
  - Термолиза:
    - Радијација (60%)
    - Кондукција (3%)
    - Конвекција (12%)
    - Евапорација (25%)-преко знојних жлезда (perspiratio sensibilis) и преко коже и плућа (perspiratio insensibilis)

# Терморегулациони центар

- смештен у хипоталамусу
- **предњи** или парасимпатички део  
(одавање топлоте)
- **задњи** или симпатички део  
(појачано стварање и задржавање топлоте)

# Термички етиолошки фактори

- Поремећаји изазвани **високом** температуром
  - хипертермија
  - опекотине
- Поремећаји изазвани **ниском** температуром
  - хипотермија
  - промрзлине

# Хипертермија

- **Хипертермија је опште  
прегрејавање организма**
- **Егзогена и ендогена хипертермија**
- **Компензована и декомпензована  
фаза**

# Клинички облици хипертермије

- 1. хипертермички колапс** – вазодилатација, пад крвног притиска, краткотрајан губитак свести
- 2. топлотни удар** - нагло настаје, престанак знојења, темп 43 степена, поремећаји ЦНС, тешко стање
- 3. сунчаница** – глава изложена сунчевим зрацима, хиперемија, едем можданица, менингеални знаци
- 4. топлотни мишићни грчеви** – екцесивно знојење, хипотонијска дехидрација, бубрење ћелија ЦНС, повећан интракранијални притисак, болни грчеви
- 5. термогена анхидроза** - урођена аплазија или хипоплазија знојних жлезда, сл топлотном удару

# Опекотине

- Локално оштећење ткива повишеном температуром које може бити праћено карактеристичним општим променама целог организма
- Патогенеза опекотинске повреде: излазак плазме из васкуларног корита и њено накупљање у интерстицијалном ткиву (едем), касније формирање мехурића испуњених течним садржајем (буле)
- Медијатори опекотинске повреде: хистамин, серотонин, простагландини, брадикинин, цитокини
- Опекотине могу бити различите дубине и распрострањености (% површине опечене коже-  
’правило деветке’)



# Опекотине I степена

- Опекотине првог (I) степена

(*combustio erythematosa*)

- захваћен епидермис
- црвенило
- бол
- едем, без пликова
- опекотине од сунца
- зарастање - 7 дана



# Опекотине II степена

- Опекотине другог (II) степена

**(combustio bullosa)**

- оштећење епидермиса и дермиса
- није поремећена регенерација епителијума
- влажног, сјајног изгледа
- љубичасто црвене боје
- болне
- не мора да постоји плик
- нарастају за 7-21 дана



# Опекотине III и IV степена

- Опекотине трећег (III) степена  
(**combustio gangrenosa s. necrosa**)

- епидермис и дермис уништени
- сувог изгледа
- бисерно сиве или црне боје
- безболне-уништени нервни завршеци
- благо крваре
  - не могу да нарасту, потребан графтинг ткива



- Опекотине четвртог (IV) степена  
(**carbonificatio**)

- угљенисано ткиво, највећа оштећења

# Опекотинска болест

- **Општи поремећаји који настају у организму после опсежних опекотина**
  - Плазмореја-хиповолемија, пад крвног притиска
  - Бол
    - Ендогена интоксикација (комбустиони токсини, акутна/паренхимска бубрежна инсуфицијенција)
    - Метаболички поремећаји (катаболизам протеина)
    - Хипопротеинемија, хипофибриногенемија-ДИК (дисеминована интраваскуларна коагулација)
    - Сечена имунодефицијенција (хипогамаглобулинемија, сепса)
  - Хемолиза еритроцита, улкус желуца, илеус

# **Поремећаји функције ендокриног система у опекотинској повреди**

- **Опсежна опекотина-стрес-одбрамбене реакције у склопу општег адаптационог синдрома ( ОАС)**
- **Појачано ослобађање хормона:**
  - адренкортикотропног хормона (АСТН)
  - хормона раста и антидиуретског хормона (ADH)
  - катехоламина
  - ренин-ангиотензин-алдостерона
  - инсулина
  - глюкагона

# Опекотинска болест

- **компликациије**

- губитак течности и електролита →  
**хиповолемија, хиповолемијски шок**
- хипотермија, инфекција, ацидоза, **сепса**
- **↑** ослобађање катехоламина,  
вазоконстрикција
- **ренална и хепатична инсуфицијенција**
- формирање есхара (некроза коже )

# Хипотермија

- Хипотермија је опште расхлађење организма, односно пад температуре тела испод физиолошких вредности (испод 36 C)
- Општа хипотермија-фаза екситације, фаза депресије и паралитичка фаза
- Локализоване повреде-промрзлине (**congelatio**):
  - Congelatio erythematosa
  - Congelatio bullosa
  - Congelatio gangrenosa

# Општа хипотермија

- Фаза ексцитације-активација  
компензаторних механизма
- Фаза депресије или декомпензације
- Паралитичка фаза
- ”Бела смрт ”



# Патогенеза промрзлина

- **хипоксија ткива**
- **вазokonстрикција или тромбоза у микроциркулацији**
- **механичко дејство формираних кристала леда у ћелијама и између ћелија**
- **ћелијска дехидратација**

# **МЕХАНИЗМИ ДЕЛОВАЊА ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ НА ОРГАНИЗАМ**

- **Електрична струја представља усмерено кретање електрона, позитивних или негативних јона-директни и индиректни ефекти**
- **Механички поремећаји** (срце-вентрикуларна фибрилација, контракције скелетне мускулатуре,)
- **Биолошки поремећаји** (ЦНС-хаотично раздражење нервних центара, престанак дисања)
  - **Физичко-хемијске поремећаји** (електролиза ткива, електроосмоза, смрт ћелија, термички ефекти (опекотине, електрични белег, рабдомиолиза и поремећаји рада бубрега)

# Облици деловања електричне струје

- **Интензитет струје, напон, врсте струје, фреквенција наизменичне струје, пут проласка струје кроз тело**
- **Атмосферски електрицитет (удар грома)**
  - промене на кожи, опекотине, термичке повреде унутрашњих органа (хиперкалиемија, миоглобинурија)
  - застој рада срца и дисања, смрт
  - пролазни и трајни неуролошки испади
- **Технички електрицитет: удар наизменичне струје ниског напона (220V)**
  - повреде коже, опекотине
  - застој рада срца (фибрилација комора) и застој дисања
  - топлотне повреде-едем ткива
  - неуролошке промене-периф. нерви, кичменамождина
  - висцералне повреде, контракције мускулатуре



ХВАЛА НА ПАЖЊИ!