

# Palovammat – anestesialääkärin näkökulma

Timo Kaakinen  
LT, anest el, sydänanestesiologi  
Lapin keskussairaala  
Oulun yliopistollinen sairaala



**Don't worry guys**  
**I got this!**

# Palovammat ovat yleisiä

- USA:ssa 450 000 palovammaa vuodessa
  - 40 000 joutuu sairaalahoitoon
  - 3 400 kuolee
- Britannia:
  - 6000 potilasta/vuosi palovammojen takia sairaalaan
  - 4-22% näistä teholle

# Ennuste

- Ennustetta huonontavat:
  - Ikä yli 60v
  - Palovammat yli 40% ihon pinta-alasta
  - Ilmatiepalovamma
  - (akuutti munuaisvaurio)
- Mortaliteetti 0,3%-3%-30%-90% (0-3 riskitekijää)
  - Munuaisvaurioon liittyy jopa 80% kuolleisuus



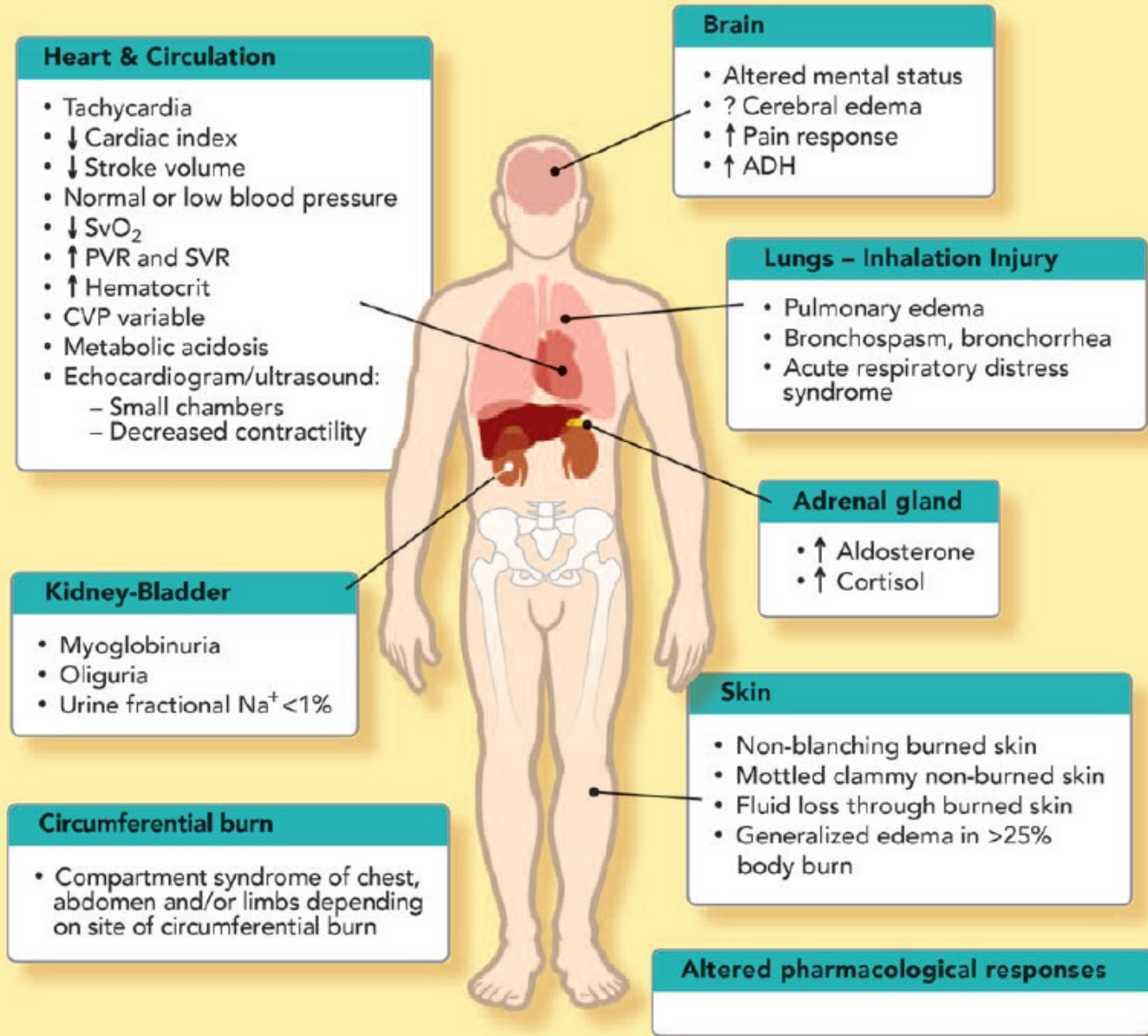
# Suomi – HUS palovammakeskus

- Tällä hetkellä Töölön sairaalassa
- Vaikeat palovammat on keskitetty Suomessa Palovammakeskukseen
- Erityinen, työläs, haavoittuva, pitkähoitoinen ja suboptimaalisella hoidolla huonosti pärjäävä potilasryhmä -> keskittäminen kannattaa
- Siirrot konsultaation perusteella, myös yliopistosairaalassa
  - Ei keittokirjamaista ohjetta milloin siirretään

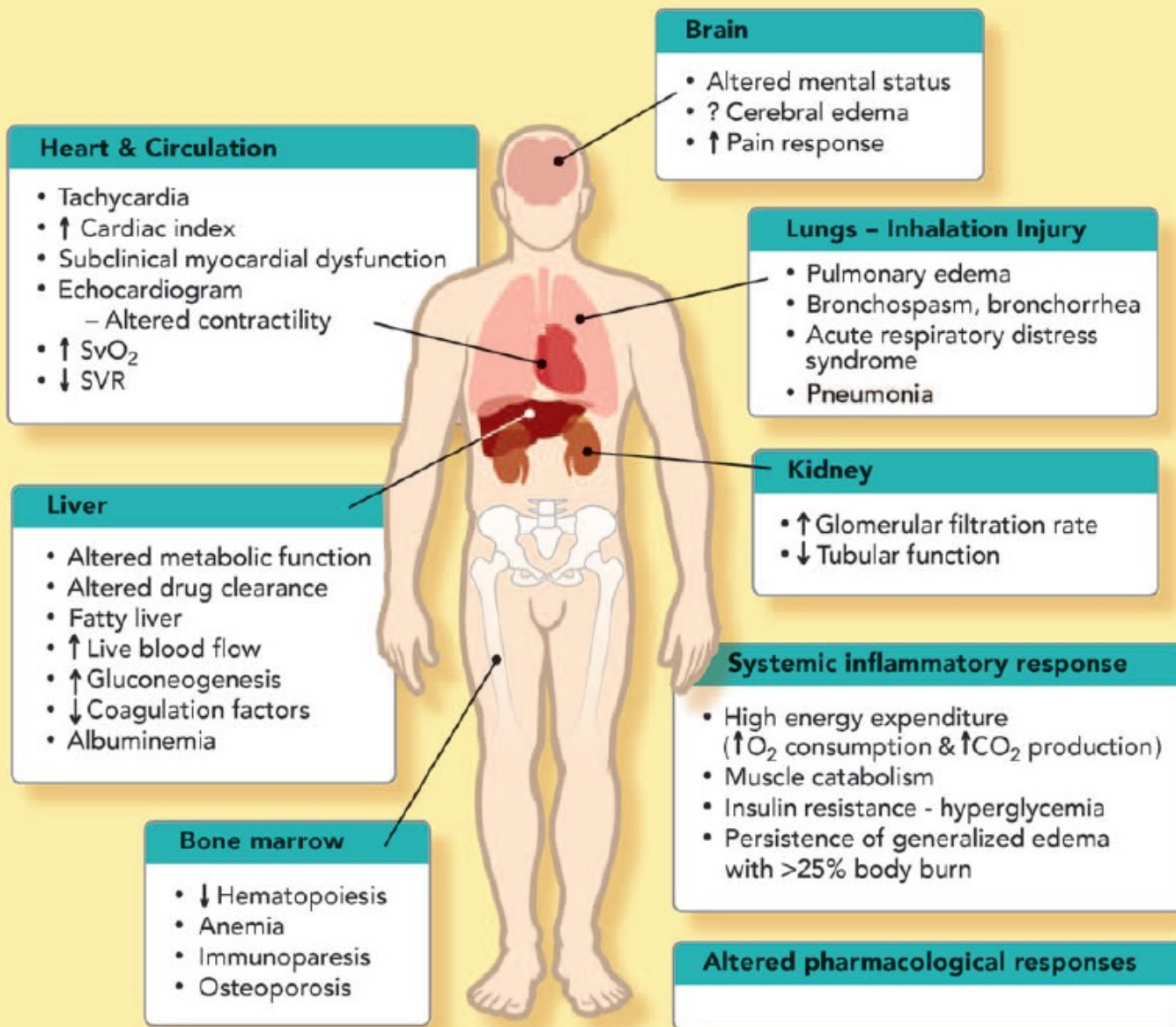
# Palovamman ”aikajänne”

- 0-24 h (-48 h), palovamman varhainen vaihe, sokkivaihe
  - Matala cardiac output, huono kudosten verenkierto
  - Hypovolemia, sydänlihaskiertyminen, keuhko- ja systeemikierron vastus koholla
- Yli 48 h (-72 h), palovamman hypermetabolinen/hyperdynaaminen vaihe
  - Sepsiksen kaltainen tila
  - Cardiac output koholla, matala verenkiertovastus

# Pathophysiologic Changes in the Early Phase (24-48 hrs) of Burn Injury



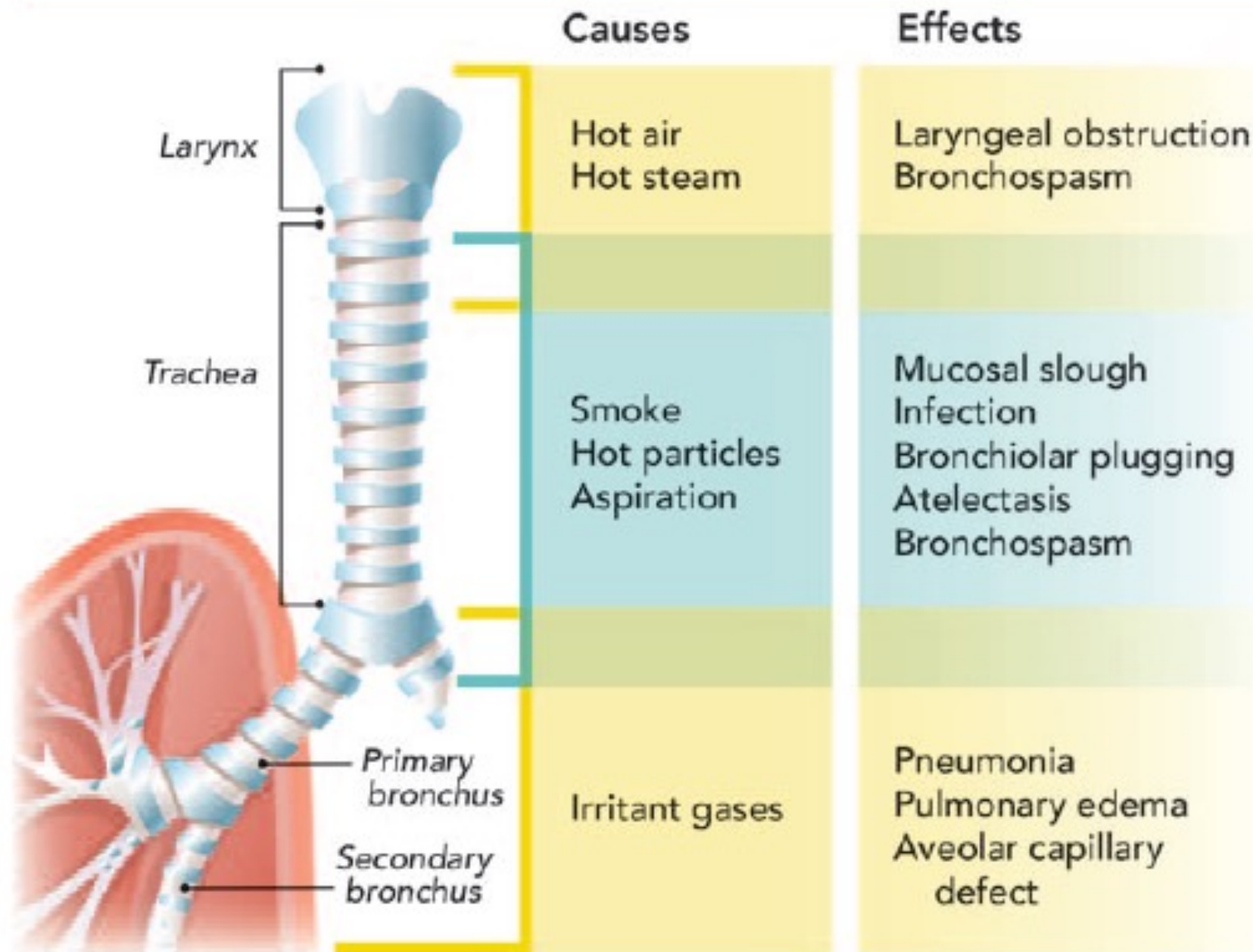
# Pathophysiological Changes During Hypermetabolic/hyperdynamic Phase of Burn (> 48 hrs)



# Ilmatiepalovamma

- Suora palovamma kasvoihin ja ylähengitysteihin
  - Liekki, kuumat höyryt ja/tai kaasut
- Kemiallinen vamma henkitorveen, keuhkoputkiin ja alveoleihin (+keuhkoverenkiertoon)
  - Palosta vapautuvat myrkylliset kemikaalit
- Häkä ja syanidimyrkytys

# Respiratory injury from burns



# Häkä

- Häkä (CO, carbon monoxide) sitoutuu 200 kertaa vahvemmin hemoglobiiniin kuin happi
  - Hankaloittaa myös hapen vapautumista kudoksiin
- CO >15% - myrkyllinen pitoisuus
  - CO > 50% tappavaa
- Normaalit pulssioksimetrit eivät tunnista
- Hoito: 100% happi
  - CO:n puoliintumisaika vähenee 4h -> 40-60 min
  - Ylipainehappihoito?

# Syanidi

- Savukaasuissa oleva myrkyllinen kaasu
- Estää suoraan mitokondrioiden hapenkäyttöä (oksidatiivista fosforylaatiota)
  - Vain anaerobinen hapen metabolia mahdollista
  - Laktaattia alkaa kertyä -> laktaattiasidoosi
- Pulssioksimetrit eivät tunnista
- Ei toimivia laboratorionkokeita
- Jos paljon savukaasuja/hengitystiepalovamma/suljettu tila
  - Hoito: Cyanokit 5 g iv (hydroksikobalamiini = B12-vitamiini)



# Sähköpalovamma

- Pinnalta voi olla viattoman näköinen
- Luut ja lihakset lämpenevät/kuumenevat
  - Myös suora sähkövaurio
  - Rabdomyolyysi, aitiopaineoireyhtymä
  - Iho ja rasva yleensä paremmat, eivät johda sähköä hyvin
- Sydänlihaskvaurio
  - Rytmihäiriöt yleisiä (jopa 50%)
  - Ei välttämättä hemodynaamisia ongelmia muuten

# Ilmatien arviointi

- Palovammat kasvoilla/pään alueella
  - Palaneet hiukset
  - Hiiliset yskökset
  - Hengenahdistus
  - Käheä ääni
  - Obstruktio (uloshengitys vinkuu)
  - Hypoksia
- > hengitystiepalovamma todennäköinen!

# Varhainen intubaatio

- Turvotus lisääntyy nopeasti -> herkästi intubaatio
  - Varsinkin jos potilasta lähdetään siirtämään toiseen sairaalaan
  - Lapset erityisen herkkiä ilmatieturvotuksen ongelmille
  - Viivästynyt intubaatio voi olla mahdoton
- Kokeneissa käsissä intubaation tarvetta voi harkita enemmän
  - Fiberoskopiitutkimus tarvittaessa



JYC





**Flash facial burns**

# Videopätkiä ilmatiepalovammasta

- Nielun turvotus
- Trakean ja keuhkoputkien savukaasuvamma
- Vaikea turvotus nielussa ja keuhkoputkissa

# Nestehoito

- Nestemenetykset ovat suuria, etenkin 1-2 vrk vammasta
- Aloitetaan kristalloideilla
  - Ringer HUS:n suositus, miksei Plasmalytekin
- Valmiit kaavat apuvälineinä
  - Parklandin kaava käytetyin
- Ongelmana herkästi ylinesteytys
  - Rajoitetulla nesteytyksellä saatu hyviä tuloksia
    - Ehkä tulevaisuudessa suosituksia muutetaan?

# Parklandin kaava

**Table 2.** Formulae for Fluid Resuscitation after Burn Injury

Parkland	LR	4 ml/kg/%TBSA Burn
Brooke	LR Colloid	1.5 ml/kg/%TBSA burn 0.5 ml/kg/%TBSA burn

For example for *g.*, For 70-kg person with 60% burn:

Parkland formula:  $4 \times 70 \times 60 = 16,800$  ml of LR/24 h;

Brooke formula:  $1.5 \times 70 \times 60 = 6,300$  ml of LR/24 h;

$0.5 \times 70 \times 60 = 2,100$  ml colloid/24 h.

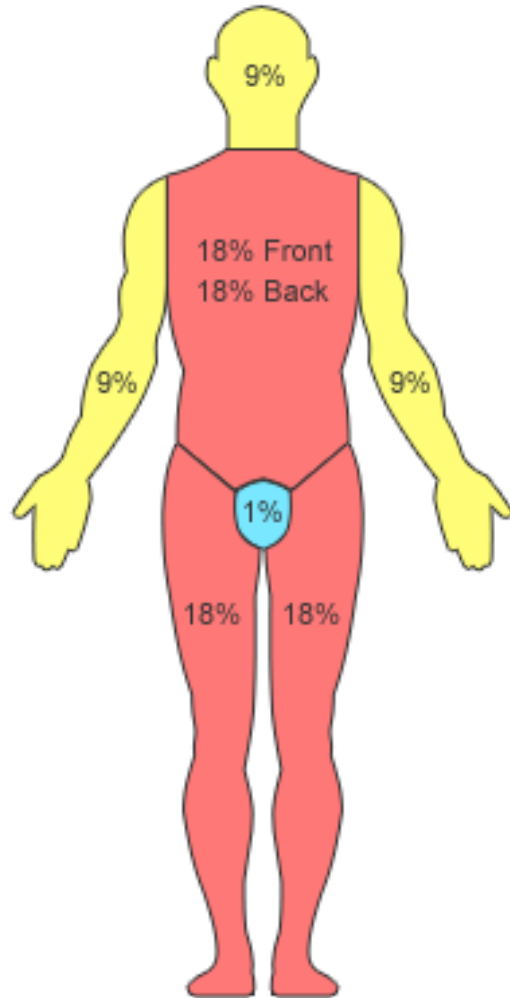
50% nesteestä 8 h aikana, loput 50%  
nesteestä 16 h aikana



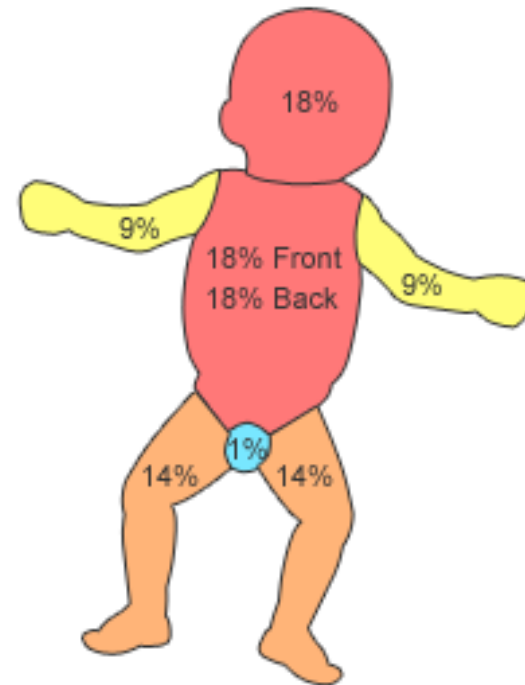
# Ylinesteytys

- Palovammaprosentti arvioidaan väärin
- ”neste on hyvästä, paljon nestettä vielä parempaa” EI PIDÄ PAIKKAANSA
- Laskuvirhe
- Nestehoidon seuranta huonoa
- Yleisanestesia ja kipulääkitys altistaa myös
- Abdominal compartment syndrome -> voi kehittyä myös palovammapotilaalla!

# Palovammaprosentin arviointi



Ns. 9% sääntö



HUS

Töölön sairaala/Palovammaosasto

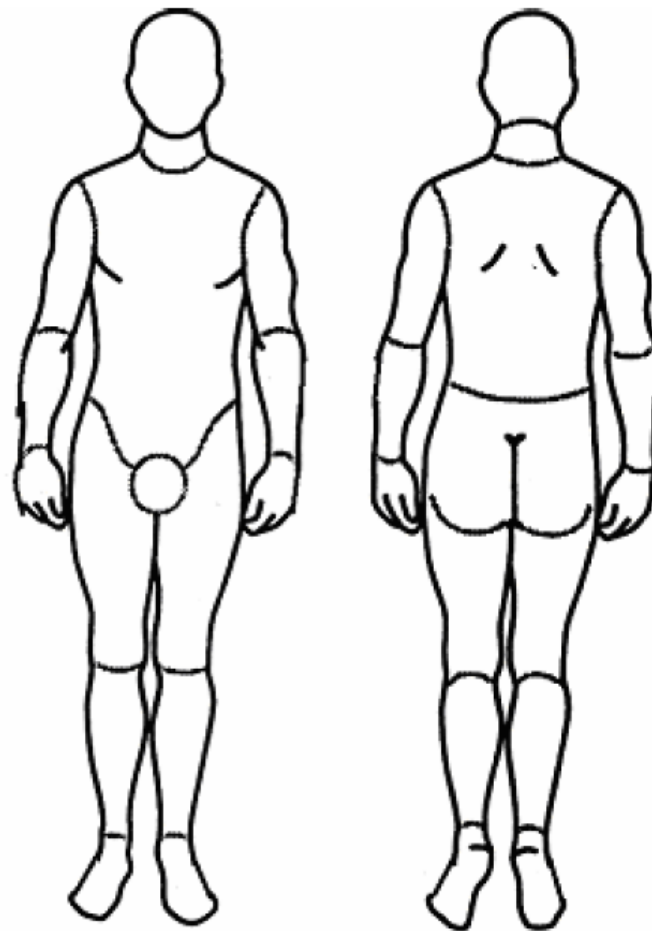
## PALOVAMMATULOSTATUS (TULO)

Päiväys:  
Tapat.päivä:

Klo:  
Tapat.aika:

Lääkäri:

	Aikuinen	II - III -aste
PÄÄ	7	
KAULA	2	
ETUVARTALO	13	
TAKAVARTALO	13	
OIKEA PAKARA	2,5	
VASEN PAKARA	2,5	
GENITAALIT	1	
OIKEA OLKAVARSI	4	
VASEN OLKAVARSI	4	
OIKEA KYYNÄRVARSI	3	
VASEN KYYNÄRVARSI	3	
OIKEA KÄSI	2,5	
VASEN KÄSI	2,5	
OIKEA REISI	9,5	
VASEN REISI	9,5	
OIKEA SÄÄRI	7	
VASEN SÄÄRI	7	
OIKEA JALKA	3,5	
VASEN JALKA	3,5	
YHTEENSÄ		



Potilaan kämmen+sormet yhdessä = 1%

Potilaan paino \_\_\_\_\_ Potilaan pituus \_\_\_\_\_

Perussairaudet :

Lund-Browderin kaava

Parklandin kaava: 4 ml x \_\_\_\_\_ kg x \_\_\_\_\_ TBSA = \_\_\_\_\_

8 ensimmäistä tuntia \_\_\_\_\_ ml

# Nestehoidon tavoitteet

- Virtsaneritys 0,5-1 ml/kg
- MAP yli 65 mmHg
- Laktaatti laskeva trendi
  - Tavoite alle 2,5 mmol/L, mutta voi viedä useita päiviä
- BE hyväksytään lievä metabolinen asidoosi
  - Ei alle BE -6 (muista CO- ja syanidimyrkytys)
  - Korjautuva trendi riittää, voi viedä aikaa
- Matala Hb viittaa ylinesteytykseen, korkea Hb hypovolemiaan
  - Vuoto poissuljettava
- Balanssilla ei juuri merkitystä, koska nestettä menetetään runsaasti palovamma-alueelle

# Palovamma ja nestemenetykset

- Palanut kudosis vuotoa aina nestettä ja plasmaa ekstravaskulaaritilaan
  - Veren solut jäävät intravaskulaaritilaan
  - Hb ei juuri laske, voi jopa nousta
  - Potilas on silti merkittävästi hypovoleminen!
- Koska menetetään plasmaa ja elektrolyyttejä, korvataan kirkkailla liuoksilla, myöhemmin myös tarvittaessa kolloideilla (albumiinilla)

# Nestemenetyksistä

- Massiivinen palovamma (>20%) aiheuttaa myös terveessä kudoksessa permeabiliteettihäiriön
  - Nestettä siirtyy kudoksiin palovamma-alueen ulkopuolellakin
- Nesteen menetykset jatkuvat jopa yli 48 h vammasta
- N. 48 tunnin kohdalla palamattomien alueiden permeabiliteetti normalistuu
- Turvotukset katoavat 1-2 viikossa

# Käytettävät nesteet

- Kristalloideilla aloitetaan
  - Ringer, Plasmalyte
  - Balansoituja kristalloideja
  - Kloridipitoisuudet:
    - Ringer 109 mmol/L
    - Plasmalyte 98 mmol/L
    - 0,9% NaCl 154 mmol/L
- > keittosuolan merkittävä annostelu johtaa hyperkloremiseen asidoosiin -> munuaisvaurio!

# Keittosuola – munuaisvaurion aiheuttaja?

- Koe-eläintöissä 0,9% NaCl vs. Ringer/Plasmalyte
  - Munuaisten verenkierto ja glomerulusten suodatusnopeus huonommat keittosuolaryhmässä
- Ihmisillä 2 L/tunnin infuusio NaCl 0,9% vs. Ringer/Plasmalyte
  - Munuaisten verenkierto heikkeni MRI-tutkimuksessa keittosuolaryhmässä
  - Verenkierto ei muuttunut balansoiduilla liuoksilla
- Kriittisesti sairailta potilailla enemmän AKI:a, kun nesteytetty keittosuolalla



# Urbaani legenda – Ringer nostaa kaliumtasoa

- Massiivi soluvaurio voi nostaa kaliumtasoa veressä
  - Etenkin jos AKI ja metabolinen asidoosi
- Ringerissä kaliumia 4 mmol/L, Plasmalytessä 5 mmol/L
  - Hyvin usein kuulee, että näitä ei saisi annostella hyperkalemiassa!
    - EI PIDÄ PAIKKAANSA
- Munuaisten verenkierto huonompi NaCl 0,9%:lla
  - Kaliumin erityis heikentyä merkittävästi
  - Keittosuolan annostelun jälkeen K-taso KORKEAMPI kuin Ringerillä!!!
  - Olennaista on allaolevan syyn asianmukainen hoito

# Kolloidien käyttö?

- Meta-analyyseissä synteettisillä kolloideilla ennustetta huonontava vaikutus kriittisesti sairailta potilailla
  - Akuutti munuaisvaurio
  - Hyytymisongelmia isoilla annoksilla
  - Anafylaktinen/anafylaktoidi reaktio mahdollinen
  - Hävinneet käytännössä kokonaan kliinisestä käytöstä
- Albumiini vielä kuitenkin käytössä

# Albumiini

- HUS:n ohje: 8 h jälkeen voi harkinnan mukaan käyttää kolloideja (=albumiinia)
  - Vähemmän kudosturvotusta, pysyvät paremmin verenkierrrossa, sitovat nestettä
- Käytössä 4% albumiini 400 ml ja 20% albumiini 100 ml pullo  
  - 20% albumiini on hyperonkoottinen, imee nestettä kudoksista (jos endoteeli on ehjä)
- Albumiini on kallista
  - 20% albumiini 100 ml 77 e/pullo
  - 4% albumiini 400 ml 62 e/pullo
  - Vrt Ringer 1 L 5 e/pussi, Plasmalyte 1 L 6 e/pussi

# Vasoaktiivien käyttö

- Palovammapotilailla näyttö vähäistä
- MAP>65
  - Järkevämpää kombinoida noradrenaliini-infuusio hoitoon kuin antaa liikaa nestettä
  - Sepsiskortisoni voi merkittävästi vähentää noradrenaliinin tarvetta myös palovamman yhteydessä

# Palovammapotilas leikkaussalissa

- Alkuvaiheessa
  - Eskarotomiat
  - Varhainen ekskisio
- Myöhemmin
  - Palovammapotilaan hoito sisältää usein runsaasti salireissuja...
  - Revisiot, ihonsiirteet, kielekkeet
  - Infektiot







When you do an  
**Escharotomy**

you get  
**L A I D**

**L**ongitudinal incisions

**A**xial planes

**I**n to normal skin

**D**own to subcutaneous fat

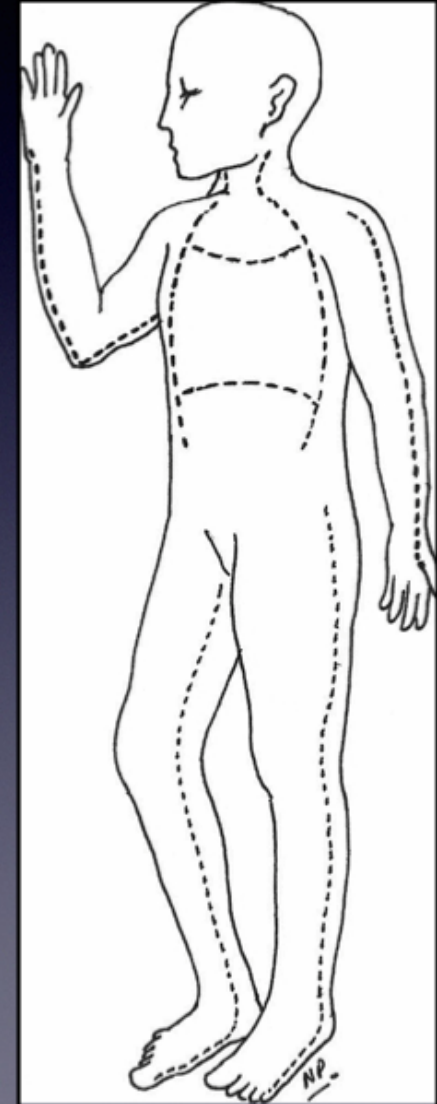


Image: <http://emedicine.medscape.com/article/80583>

# Preoperatiivinen arvio

**Table 4.** Major Preoperative Concerns for Burn Patients

---

Age of patient	Elapsed time from injury
Extent of burn injury (total body surface area, depth, and location)	Associated injuries
Mechanism of injury	Presence of infection
Inhalational injury and/or lung dysfunction	Coexisting diseases
Airway patency	Immune dysfunction
Hematologic issues	Altered drug responses
Adequacy of resuscitation	Magnitude of surgical plan
Presence of organ dysfunction	Difficult vascular access
Gastric stasis	Altered mental states

---



# Ilmatie

- Suu ei aukea, leuka ei liiku
  - Turvotus, arpimuodostus
- Kasvojen palovammat – hankala maskiventilaatio
  - Siteet, NML, rasvat...
- LMA on käytetty myös palovammapotilailla hyvin tuloksin
  - Ei jos NML-ruoka jatkuu salissa (yhä enemmän käytäntönä)



# Intubaatio

- Jos vaikea ilmatie, fiberoskopia hereillä
  - Ketamiini hyvä sedaatiolääke
    - Hengitysdraive säilyy
- Putken kiinnitys voi olla ongelmallista
  - Teipit eivät pysy
  - Kanttinauha, muut nauha/tarrakiinnitykset
  - Metallilangalla hampaaseen
  - Tukeva, kiinnitettävä kaari leikkaustasossa kiinni
  - Cuffillinen putki myös lapsipotilailla iästä riippumatta
  - trakeostomia

# IV-reitit

- Terveelle ihoalueelle
- CV-katetri (tai useampia) tavanomaiseen tapaan
  - Turvotus -> uä-ohjaus
- Laajat palovammat
  - Sovitusti iv-reitti palaneen ihoalueen läpi tarvittaessa
  - Kirurginen revisio ensin, sitten iv-reitti suoneen

# Ventilaatio

- Yleiset säännöt pätevät:
  - Matala kertatilavuus, 6-8 ml/kg
  - Maksimipaine 30 cm H<sub>2</sub>O
- Ekstubaatio mahdollista, kun
  - Nielun turvotus laskenut (3-6 vrk)
    - Vältä ylinesteytystä, pidä pääpuoli 30-45 asteen koholla teho-osastolla
  - Hengityskoneen säädöt jo kevyet
    - FiO<sub>2</sub> <40%
    - painetuki <10-15 (yksilöllistä)

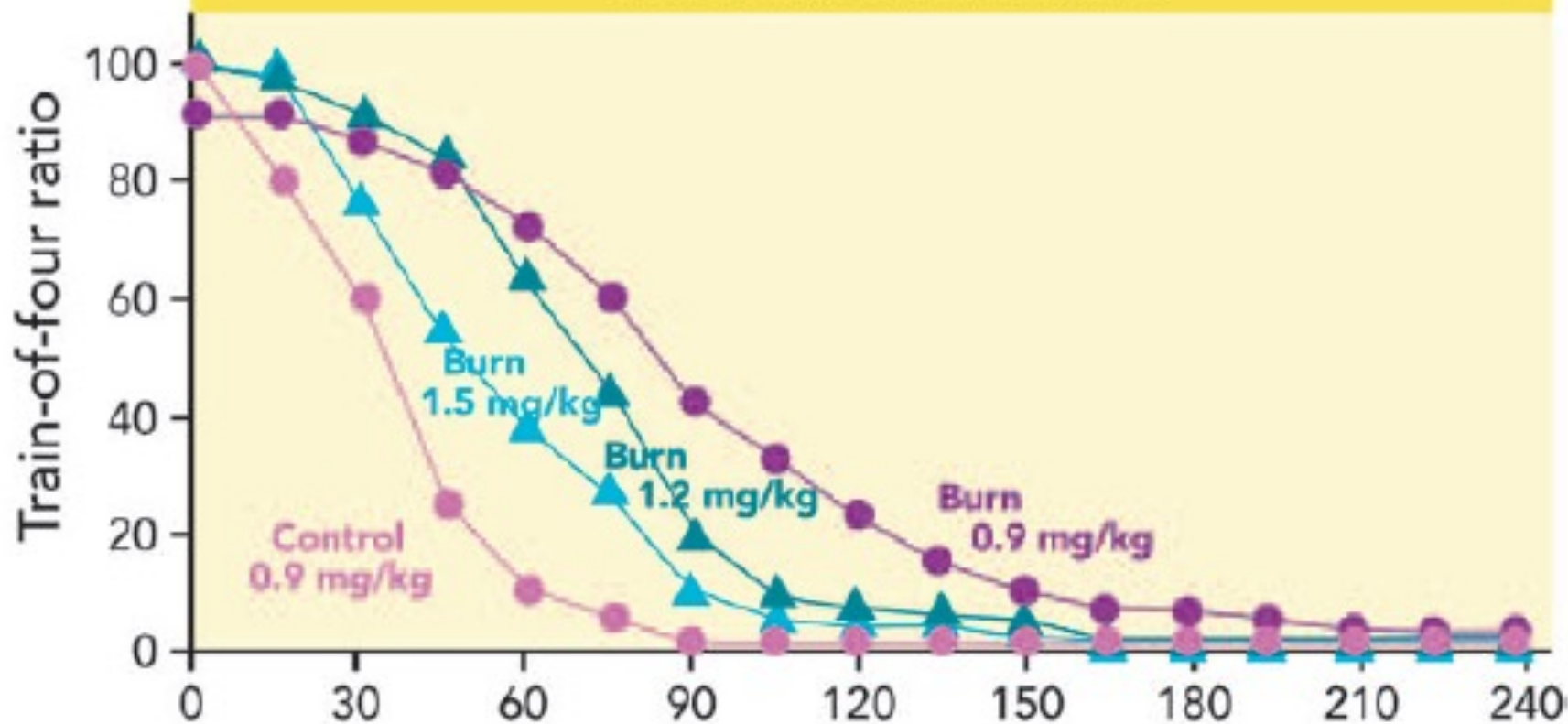
# Monitorointi

- EKG-elektrodit
  - Tarv esim selän puolelle
  - Staplereilla steriilit elektrodit kiinni palovamma-alueelle tarvittaessa
- Verenpaineen mittaus
  - Arteriakanyyli
  - Tarvittaessa steriili NIBP-mansetti
- Vigileo, PiCCO, LiDCO
  - Eivät ole luotettavia, kun hyperdynaaminen verenkierto

# ...monitorointi

- Pulssioksimetri
  - Kieli, nenä, varvas, korva, otsan iho
- Lihasrelaksaatio
  - NMT-mittaus suositeltavaa
    - Palovamma aiheuttaa merkittäviä farmakokineettisiä ja –dynaamisia muutoksia elimistössä
    - Vaikutus voi olla aluksi pidentynyt ja jatkossa hyvin lyhyt ja hidastunut
- HUOM! Suksametoni (Sukolin) on kontraindisoitu, varsinkin >48 h vammasta
  - Hyperkalemian riski

## Onset of Muscle Paralysis with Rocuronium ~40% Burn vs. Non-burn





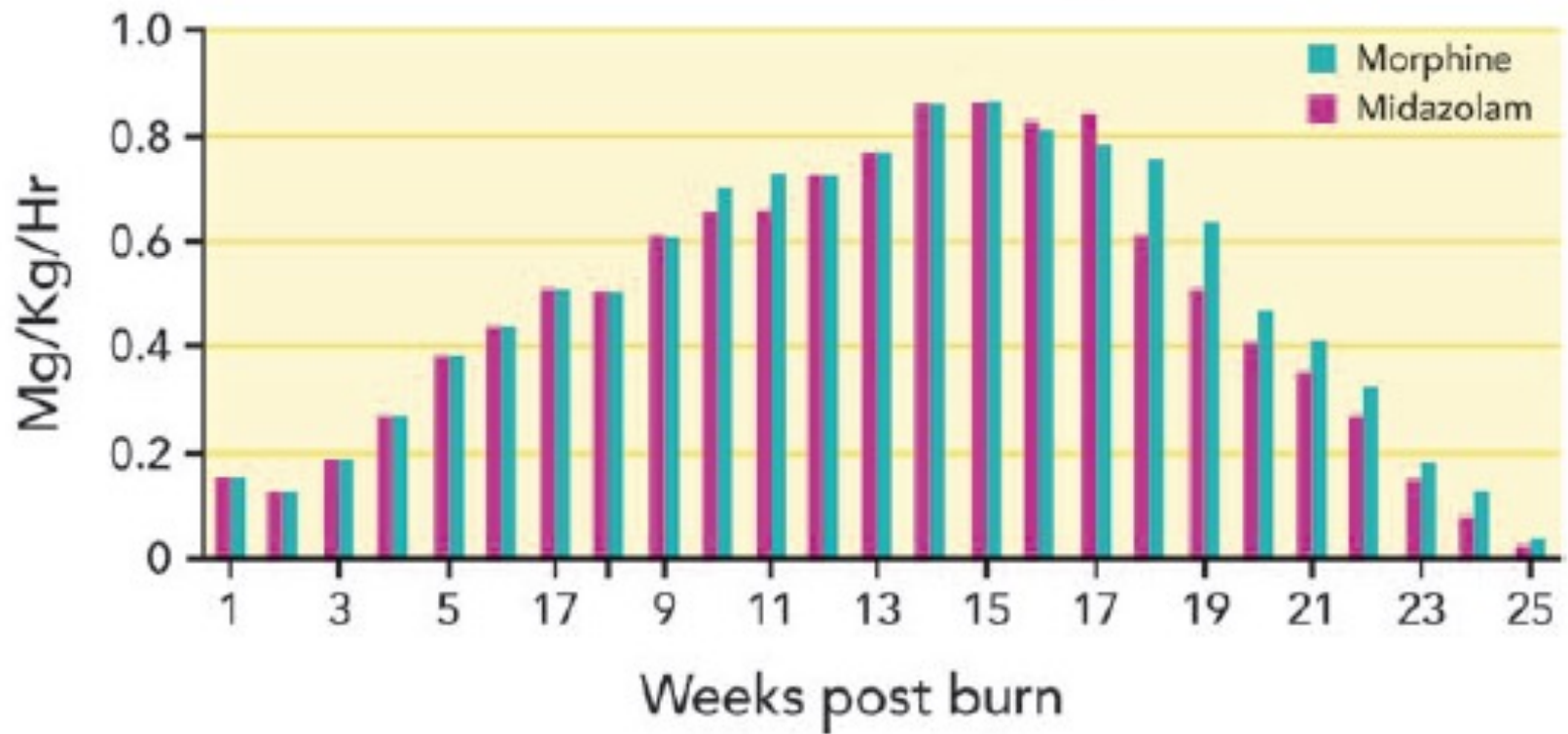
# Lämpötilan hallinta

- Hypotermia erittäin suuri riski palovammapotilailla
- Sentraalinen lämpötila mitattava
- Lämpöpatjat, puhalluspeitot tms
- Vain sillä kertaa leikattava alue jätetään paljaaksi
- Lämmitetyt nesteet, myös kirurgian yhteydessä
- Salin lämpötilan nosto (jopa ad 37 C)
  - Melkoinen työergonomiaongelma..
- Raajojen ja pään kääriminen lämpöä eristävillä materiaaleilla

# Anesteetit ja opioidit

- Propofolin tarve usein kasvaa merkittävästi
  - Max annos 4 mg/kg/h -> PRIS-riski isommilla annoksilla
  - Kombinoi kaasua ja hoida kipua asiallisesti
  - Monitoroi anestesian syvyyttä
- Opioidin tarve kasvaa huomattavasti hoitojakson aikana
  - Opioiditoleranssi kehittyy nopeasti
  - Älä keskeytä ylläpitoinfuusioita, vaan nosta niitä väliaikaisesti leikkauksen aikana
  - Bolukset suhteessa ylläpitoinfuusioihin

## Morphine and Midazolam Requirements



# S-Ketamiini

- Ei lamaa hengitystä, ei juuri lamaa verenkiertoa, samalla hyvä kipulääke
  - Palovammapotilailla voi laskea RR-tasoa
    - Katekoliamiinireseptorit ”turtuneet” jatkuvalle stressille
  - Induktioannos 0,5-1 mg/kg
  - Kipuun boluksia 5-10 mg iv.
- Anti-inflammatorinen palovammojen yhteydessä?
- ”bad trip” -> kombinoi bentso tai pieni määrä propofolia
- Limaisuus voi lisääntyä

# Palovammat - kipu

- Merkittävä ongelma
  - Riittämätön kivunhoito mm. lisää sekavuutta
    - Sekavuus pitkittää teho- ja sairaalahoidon kestoja
    - Hoitamaton sekavuus lisää kuolleisuutta
  - Opioiditoleranssi ei helpota hoitoa yhtään
- Ihon- ja kudoksenottoaikoja usein hyvin kipeitä myös
- (Kesto)puudutukset suositeltavia
- Ketamiini, deksmedetomidiini, PCA..
- Opioidin vaihtaminen toiseen (rotaatio)

# Ravitsemus

- Palovammaan liittyy merkittävä katabolia
  - Energiatarve on lisääntynyt jopa yli 2x normaalista
  - NML-ravitsemuksen aloitus heti
  - Insuliinihoito (usein raju insuliiniresistenssi)
  - Anaboliset steroidit ja propranololi
  - Kuntoutus heti kun mahdollista
- Potilaat eivät välttämättä kestä paastoa ja ravitsemuksen keskeytyksiä
  - Varsinkin jos vielä pitkät toimenpiteet
- > NML-ravitsemus jatkuu usein myös salissa
  - Poislukien vatsa-asento ja trakeostomian teko
  - Ravitsemuksen jatko vaatii intubaation/trakeostomian

# Terveydenhuollon ammattilaiselle

## Konsultoi palovammakirurgia!

- Palovammoihin erikoistunut plastiikkakirurgi:  
09 4711 (HYKS vaihde), josta puhelusi yhdistetään päivystävälle plastiikkakirurgille.
- Palovammakeskuksen vastaava hoitaja:  
050 427 1528
- palovammapotilaiden tehohoidosta vastaava anestesia-  
lääkäri:  
09 471 87463

Palovammakeskukseen voi lähettää kuvia sähköpostiosoitteeseen

[palovamma@hus.fi](mailto:palovamma@hus.fi)

Sähköpostilla voi lähettää potilaskuvia, joista ei käy ilmi potilaan henkilöllisyys. Sähköpostia luetaan virka-aikana. Kuvia lähetettäessä on hyvä myös soittaa osastolle.



# Kirjallisuutta

- Bittner EA et al. Acute and perioperative care of the burn-injured patient. *Anesthesiology* 2015;122:448-64.
- Latenser BA. Critical care of the burn patient: The first 48 hours. *Crit Care Med* 2009;37:2819-26.
- Snell JA et al. Clinical review: The critical care management of the burn patient. *Crit Care* 2013;17:241
- Endorf FW, Ahrenholz D. Burn management. *Curr Opin Crit Care* 2011;17:601–605.





"I won't lie to you Mr. Williams, you're in a critical condition."