

## Barotraumer og Gassemboliar

Dag Rune Vatle

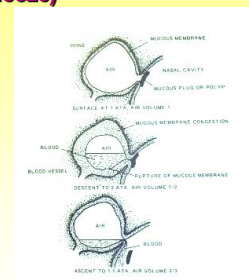
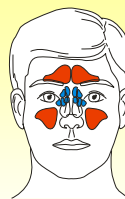
### Innhold

- Barotraumene
  - Kompresjonsbarotraumer (squeeze)
    - Nedstigning
  - Dekompresjonsbarotraumer
    - Oppstigning

### Kompresjonstraume

- Alt vev i kroppen ( 70%H<sub>2</sub>O) har til einkvar tid trykk tilnærma lik omgivelsestrykket
- Luftfylte hullrom:
- Aktuell gasslov: Boyle-Mariottes lov
 
$$P \times V = k$$
 ( v.konstant temp)

### Bihule kompresjonsbarotraume (bihulesqueeze)



### Bihule kompresjonsbarotraume

- Smerter under nedstigning
  - Panne, kjeve, tenner (NB!)
- Kan avta under dykket
- Forebyggelse
  - Korrekt nedstigningsteknikk
  - Unngå å dykke når forkjølet
  - Nesespray, Rinexin
- Behandling
  - Ikkje naudsynt (førebygging)
- Dykkeforbud
  - Til forkjølelse/allergi har gått over

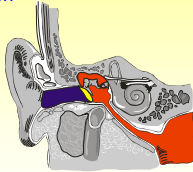
### Ytre øre barotraume (ytre øregangsqueeze)

- Tett drakthette
- Smerter under nedstigning
- Ingen bedring under utligning
- Ingen behandling nødvendig
- Ikkje dykkeforbud
- Førebygging
  - Ventiler hetta
  - Fyll hetta med vann



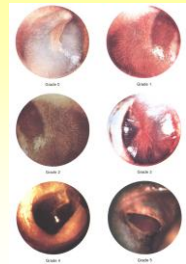
### Mellomøre kompresjonsbarotraume (Mellomøresqueeze)

- Blokkering av øyretrompeten
  - Forkjøling, allergi
- Undertrykk i mellomøret
- Trommehinnen trekkes innover
- Blod i mellomøret
- Smerter under nedstigning
- Kan avta dersom ein får utligna



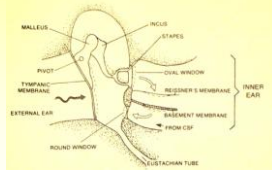
### Mellomøre kompresjonsbarotraume (forts)

- Førebygging
  - Ikkje dykke når forkjøla/allergi
  - Korrekt nedstigningsteknikk
  - Nesespray/Rinexin
- Dykkeforbod
  - Til trommehinne er grodd (3-8 veker)



### Indre øre kompresjonsbarotraume

- Sjeldan men invaliderande
- Mekanisme
  - Blokkert øyretrompet (utligningsproblem)
  - Kraftig utligning (Valsalva)
  - Auka bryst og venetrykk
  - Auka trykk i væsken som omgir hjernen
    - Auka trykk i øyrelymfa
  - Skade på det runde eller ovale vindu (trekkes inn mot m.m.a)
    - Lekkasje av øyrelymfe



### Indre øre kompresjonsbarotraume

- Symptom
  - Einsidig
    - Øyresus
    - Høyrseilssvekking
  - Svimming
    - Rotatorisk
- Funn
  - Svekket balanse
  - Nystagmus
  - Fisteltest (fy....)



### Indre øre kompr. traume

- sjukehistorie viktig!!!
- Utl.probl. på vei ned etterfulgt av akutt innsettende svimming
- OBS: unngå hoste, nysing, Valsalva

### Andre kompresjonsbarotraumer

- Andre
  - Tannsqueeze
  - Draktsqueeze
  - Maskesqueeze
- Krev ikkje behandling
- Ikkje dykkeforbod



### Kompresjonsbarotraume av lunger (lungesqueeze)

- Oppstår dersom ein får undertrykk i lungene
  - Stor innåndingsmotstand
  - Lang snorkel
- Væske suges fra blodbanen og inn i lungene
- Lungeødem ("Sekundærdrukning")
- Brystmerter, hoste, (blodig) oppspytt, tungpusten

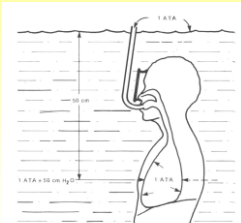


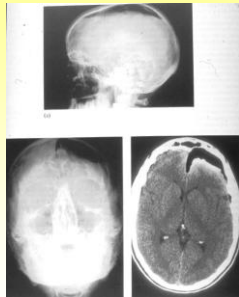
Figure 3.3 Pressure gradient in submerged chest

### Dekompresjonsbarotraumer

- Biholer
  - Overtrykk i biholene
    - Forkjøling
    - Allergi
  - Smarter i overflata
    - Blodig sekresjon fra nasa
  - Forebygging viktigst
    - Som for kompresjonsbarotraume
  - Behandling
    - Evt smertestillande
  - Luft kan finna veg gjennom gamle bruddspaltar i andlettskjelettet



### Dekompresjonsbarotraume av bihuler



### Andre dekompresjonsbarotraumer

- Tarm
  - Utviding av tarmgass( svelge 1/2 l luft på 30 m -> 2 l v. overflata)
- Tenner
  - Lause fyllingar
- Mellomøyre
  - Kan gi smerter
  - Vanlegvis "alternobar vertigo"
    - Forskjellig mellomøretrykk h/v
    - Forårsaker forbigående svimmelhet i 5-10 sek
    - Vanlig

### Indre øre trykkfallsyke eller indre øre barotraume?

	Barotraume	TFS
Symptomer oppstår	Nedstigning	30-60 min etter dykk
Dekompresjon	OK	+/-
Utligningsproblemer	Ja	Nei
Fistel test	Positiv	Negativ
Effekt av rekompresjon	Negativ	Positiv

### Del 2

**DET BOBLAR OG BRUSAR,  
BRISTAR OG BER**

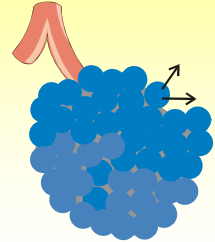
### "Lungesprengning"

- Pulmonalt dekompresjons-barotraume
  - Overstrekkings-skade på lungene
  - Skjer hvis luften i lungene utvider seg for fort
    - Uerfaren dykker
    - Panikk
    - Ukontrollert oppstigning



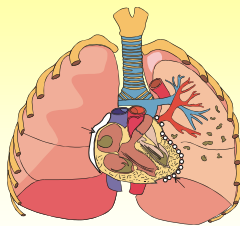
### De forskjellige lungeskadene

- Alveolebrist
  - Liten skade i lungeblærene som ikke gjør symptom
  - Veggen m/m alveole og kapillær er berre 0,00005mm(0,5um)tykk

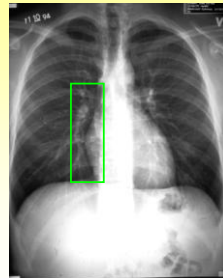


### De forskjellige lungeskadene

- Mediastinalt emfysem
  - Luft i brysthola
  - Mellom lungene, omkring hjertet
- Brystmerter, kan gi stemmeforandringer (metallisk stemme), evt tungpusting
- Luften kan spreie seg opp til hals og over kragebein ("kram snø", "potetmel")
  - Subcutant emfysem

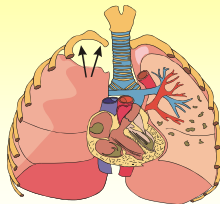


### Mediastinalt emfysem

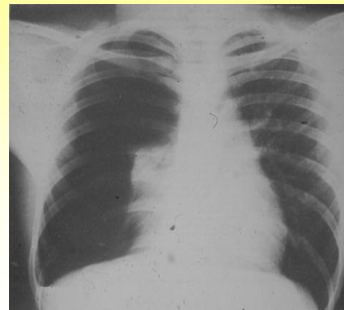


### De forskjellige lungeskadene

- Pneumothorax
  - Ei av lungene fell heilt eller delvis sammen avdi det kjem luft inn i lungesekken(undertrykk 0,008bar)
- Brystmerter
  - Evt tungspust

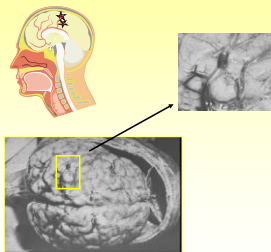


### Pneumothorax



### Cerebral arteriell gasseboli

- Ei *følgeskade* til lungeskaden
  - Skuldast at blodårer i lungen "revner" slik at luft/gass trenger inn i blodet og transporteres til hjernen
- Gjev eit "slag" liknande bilete
  - Hovudverk, halvsidig lamming, kvalme, medvetspåverknad



### Hvordan stille diagnosen?

- Lungebristning
  - Brystmerter som oppstår *umiddelbart* etter dykk
    - Forverrast ved inn- eller utanding
  - Snøgg eller ukontrollert oppstigning
  - Puls regelmessig, normal fylde og frekvens (40-70)
  - God allmentilstand
- Obs lungeødem
  - Væske i lungene
  - Hjartefeil og "tilfeldig" oppstått
  - Tungpustethet, surklete pust, "dårlig" pasient, hurtig og uregelmessig pust, kaldsvettende
  - Upåfallende oppstigning

### Hvordan stille diagnosen

- Cerebral arteriell gasseboli
  - Symptomene oppstår umiddelbart i overflata eller få (maks 5 min) etter avslutta dykk
  - Hovudverk, svimring, medvetspåverknad, kvalme, trøyte,(evt..) halvsidig lamming eller nummenhet
- Men: Det er ikkje "farleg" om ein feildiagnostiserar CAGE føre trykkfallssjuke (>5 min. truleg TFS)

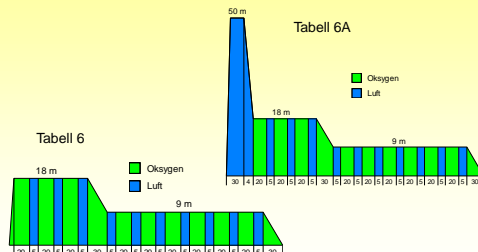
### Fyrstehjelp

- Lungebristning og CAGE
  - Ro
  - Behageleg leie
    - Hvis lungeskade: Gjerne halvt sittande/ligge på skada side
  - Rikelig drikke
    - Unngå kaffe/te/alkohol
  - O<sub>2</sub> 12-15 l/min på maske
- Transport
  - Lungebristning: Til sjukehus
  - CAGE: Til trykkammer
  - HVIS TVIL: TIL TRYKKAMMER!!!!!!

### Endelig behandling

- Mediastinalt emfysem:
  - Oksygen, avventar spontan tilheling
- Pneumothorax:
  - Enten avvente spontan bedring eller innsetting av dren
- Cerebral arteriell gasseboli
  - Rekompresjon

### Rekompresjonsbehandling av CAGE



### DEL 3

#### IATROGENE GASSEMBOLIAR



#### BAKGRUNN

Finnast det kasus på lungesprengning under respiratorbeh/ Hjarte-lungemaskin?  
Kva skjer med luften me køyrer inn i pasientane våre?

(ARDS, Neonatal, tuben for langt ned)  
Aanderud m.fl.: ingen beh. av dette på HUS i minnet

#### ..men iatrogene bobler finnast!!!

- VENØSE :
  - laparoskopi,
  - CVK-beh,
  - nevrokirurgi i sittande posisjon
    - ( lågare venøst trykk enn atmosfærisk)
  - gyn/uro-inngrep m operasjonsfelt over hjartenivå

#### FARLEG?

- Når lungene via a.pulmonalis
- Kan fororsaka:
  - endra gassutveksling,
  - hjertearrytmi,
  - pulmonal hypertensjon,
  - hjertesvikt
- MEN; RELATIVT STORE DOSER  
TOLERERAST VANLEGGVIS GODT!!

#### SIKKER PÅ DET?

- "PARADOKSALE LUFTEMBOLIAR":
  - lungenes "boblefilter" kan overskridast ved stort nok volum
  - patent foramen ovale(27%)
    - farlegast hos premature ("alle"PFO; umodne lunger, høgt lungetrykk, CVK beh

#### Manifestasjon venøse

#### DOSEN ER AVGJERANDE!

- ffa hemodynamiske kompl
- Pulmonal hypertensjon, hø-svikt, i verste fall kollaps



### (forts. iatrogene gassboblar)

- **ARTERIELLE:**
  - Pulmonalt barotraume
  - Transtorakal lungebiopsi ( Risberg)
  - Arteriell kateterisering
  - Hjerte-lungemaskin

### FARLEGT?

- Skjelettmuskelatur og viscera tolererer generelt emboli godt
- Under 1 ml gassdose kan vera døydeleg coronart eller cerebralt!!!

### Manifestasjonar arterielle

- **ORGANET AVGJERANDE**
  - Hjerne: frå hovudverk/ vertigo til apne
  - Hjarte: infarkt, stans

### Back to basic



### PATOFYSIOLOGI

- Mekanisk obstruksjon;
  - lokal iskjemi, vevsskader
- Mekanisk irritasjon av endotel;
  - forbigående brot på BBB
  - Endothelin 1 mediert vasokonstriksjon i lungar

### Patofysiologi hjerne

- Redusert perfusjon
  - Anaerob metabolisme, mindre ATP prod.
  - Nedsett membranpotensiale i nevron
  - Frigjering av glutamat i eksitotoksiske doser
  - CYTOTOKSISK ØDEM

### Patofysiologi gass-væske overgang

- Elektrokjemiske krefter
  - denaturerer protein, aktiverer komplement, starter koagulasjonskaskaden
- Immunologisk aktivering
  - Økt adhesjon og infiltrasjon av WBC
  - Vasogent ødem

### Er alle gassar farlege?

- CO<sub>2</sub>: høg løyseevne i blod ( 0,51ml/ml blod v 1 Atm)
  - Ideell til laparoskopi
- N<sub>2</sub>O: høg løyseevne, men brannfarleg
- Luft, O<sub>2</sub>, Nitrogen, Helium, Argon: låg løyseevne

### DIAGNOSE

- Mistenkes perop. v/fall i ET-CO<sub>2</sub> og SaO<sub>2</sub> etter andre orsakar er utelukka ( eignar seg ikkje for CO<sub>2</sub> emboli
- EKKO/DOPPLER mest sensitivt, PA kateter
- EKG ( koronare emboliar)-uspes, usensitiv
- Marmorering av hud ( lite sensitiv)

### BEHANDLING

- 100% O<sub>2</sub>
  - aukar diffusjonsgradienten av inertgassar
- Væskeinfusjon opprettheld venøst trykk
- Evt aspirasjon v mistanke om store mengder gass i vena cava el. hjarte
- HYPERBAR OKSYGEN v/ arteriell/paradoksal emboli

### HYPERBAR BEH. M OKSYGEN

- Reduserar boblevolum
- Betrar vevsoksygenering
- Aukar diffusjonsgradienten
- Motverkar auking av ICP og cerebralt ødem



### Eksempel frå RIT

- Kvinne, 42 år, tidl. proctocolectomert, stomi
- Subileus- adheranseløysing, tynntarmreseksj.
- Kompl: fistel mlm tynntarm og op.sår
- Fekk CVK for parenteral ernæring
- Permisjon etter betring, framleis CVK, frakobla og lukka med kran
- Hosteanfall heime- tetraplegi, kardioresp. Stabil

### Forts. eksempel RIT

- CT caput, Pulm. Angio, Ekko/doppler av hjarte normale
- Sjukepleiar oppdagar tilfeldig hol i plastslangen heilt distalt

### Konklusjon

- Uventa nevrologiske eller kardiorespiratoriske symptom perop. Eller under/ etter invasiv prosedyre???
- VURDER GASSEMBOLI
- Rask diagnose og trykkammerbehandling kan redde liv og lyte!!

