

HYPERBAR OKSYGENBEHANDLING (HBO) SOM ADJUVANT BEHANDLING AV KRONISKE SÅR



Guro Vaagbø
Seksjonsoverlege
Seksjon for hyperbarmedisin

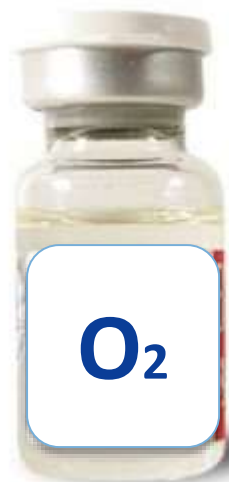
HVA ER HYPERBAR OKSYGENBEHANDLING?



haukeland

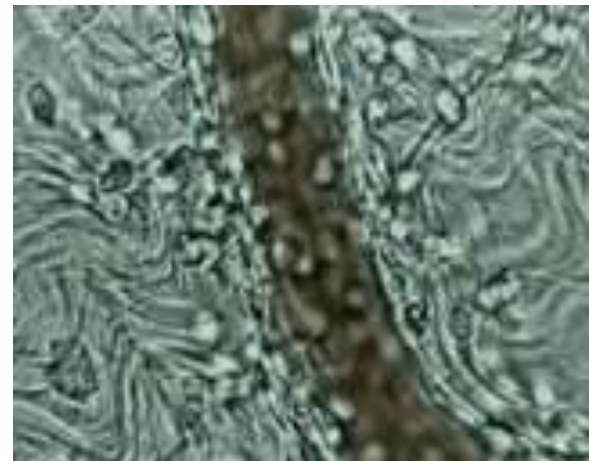
HVA ER HYPERBAR OKSYGENBEHANDLING?

- Hyperbar oksygenbehandling (HBO) vil si å gi oksygen som medikament
- Pasienten puster 100% O₂
- Omgivelsestrykket økes til minst 2,4 atmosfærer
- Dette skjer i et trykkammer



HVA ER VITSEN MED TRYKKAMMERET?

- 1 liter blod frakter ca 200ml bundet oksygen.
- 1 liter blod frakter ca 3,2ml oksygen løst i plasma.



HVA ER VITSEN MED TRYKKAMMERET?

- Om vi puster 100% O₂ får vi løst en større mengde O₂ i plasma
- Om vi i tillegg øker omgivelsestrykket får vi løst så mye O₂ i plasma at vi hyperoksygenerer alle kroppens vev.



BLOD = 3,2 ml O₂ / 1000ml

1 ATA luft



21 ml O₂ / 1000ml

1 ATA O₂



56 ml O₂ / 1000ml

2,4 ATA O₂



68 ml O₂ / 1000ml

3 ATA O₂

HVA ER VITSEN MED TRYKKAMMERET?

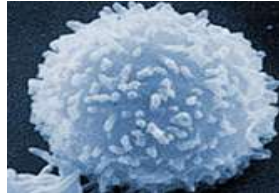
- Hele kroppens behov vil dekkes av det løste oksygenet.
- I trykkammer trykksatt til 2,4 ATA trenger vi ikke hemoglobinet på de røde blodlegemene for å få tilstrekkelig O₂ til vevene.
- Hvert kapillær kan forsyne et større område med O₂.



VIRKNINGSMEKANISMER VED HBO



Reduserer gassboblestørrelse
Øker utvaskingen av nitrogen



Forsyner hvite blodlegemer med ammunisjon og drivstoff



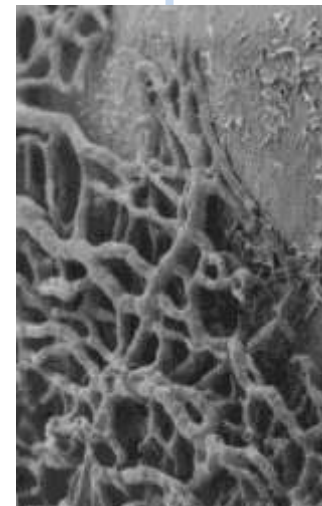
Drap av bakterier som ikke trives i oksygenrike omgivelser



Bedrer effekten av noen typer antibiotika



Gjenoppretter oksygenkrevende tilhelingsprosesser i oksygenfattig vev.



Stimulerer til innvekst av nye kapillærer i oksygenfattig vev



Reduserer hevelse ved knusningskade

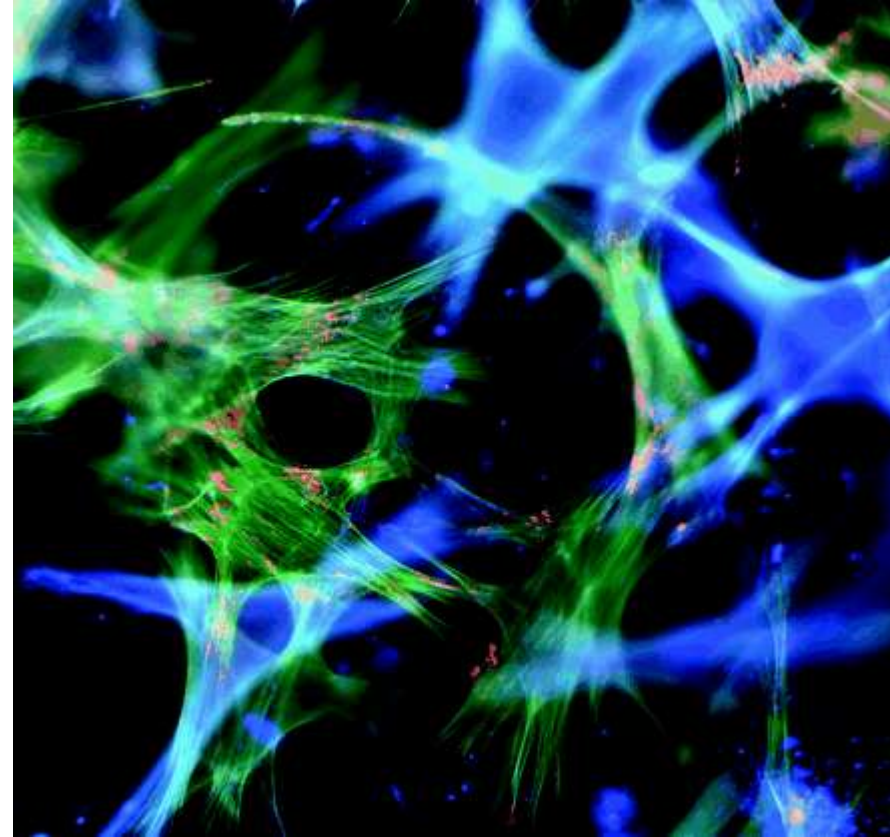
MEKANISMER

OKSYGEN OG SÅRTILHELING

- Oksygen benyttes som drivstoff av kroppens celler.
- Oksygen benyttes som ammunisjon av de hvite blodlegemene
- Tilheling av skadet vev krever god tilgang på oksygen
- I oksygenfattig vev vil oksygenavhengige tilhelingsprosesser stoppe opp

SPESIELT OKSYGENKREVENDE PROSESSER

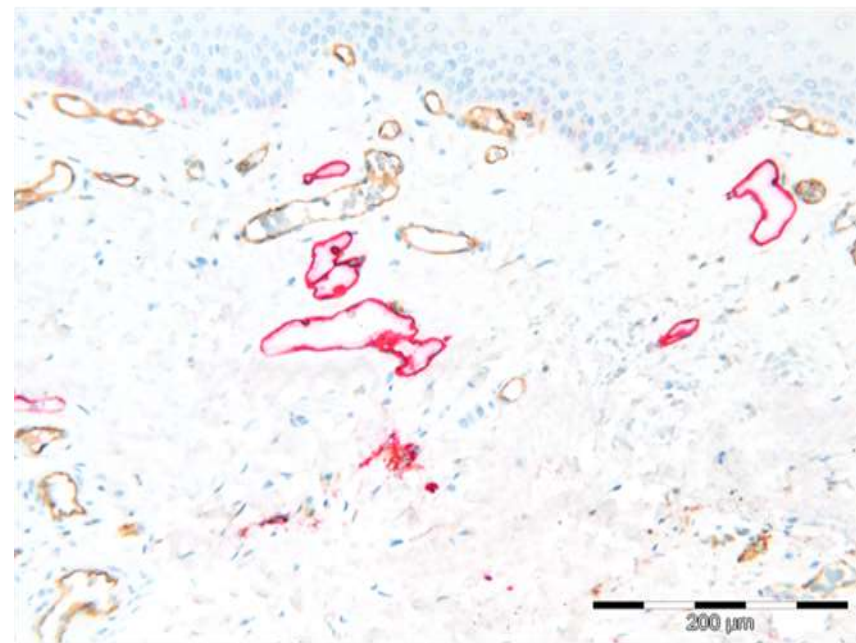
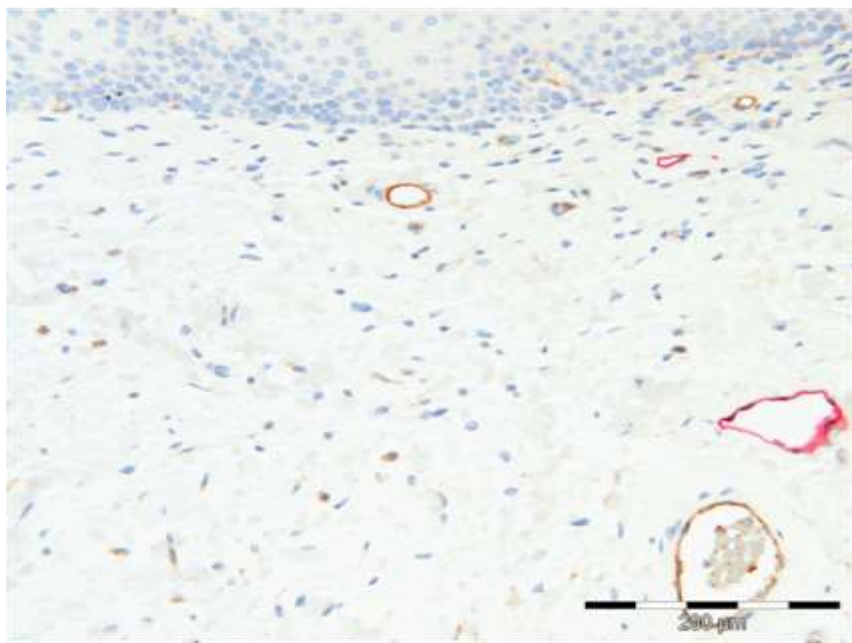
- Kollagennydannelse
- Myofibroblastkontraksjon
- Cellemotilitet
- Produksjon av ekstracellulærmatriks
- Cytokinaktivitet
- Nydannelse av kapillærer



Lisa Willenegger École Polytechnique Fédérale de Lausanne

NYDANNELSE AV BLODKAR

- Den mekanismen vi benytter oss mest av ved planlagt HBO
- Nye blodkar dannes i hypoksisk vev (men ikke i friskt vev)



Munnslimhinne med stråleskade før HBO

Kapillærer: brune
Lymfekar: røde

Samme slimhinne 6 mnd etter HBO

Biopsier og foto: Kjevekirurg Jarle Svalestad

ORGANISERING AV HBO I NORGE



PLANLAGT HBO-BEHANDLING I NORGE



- Nasjonal behandlingstjeneste for elektiv hyperbar oksygenbehandling ved Haukeland universitetssykehus (HUS)
- Dvs at alle pasienter i Norge som skal ha planlagt HBO skal henvises dit.



PLANLAGT HBO-BEHANDLING I NORGE

II. Utfyllende kommentarer til kapittel 4 i forskrift:

Nasjonale behandlingstjenester

2. Nasjonale og flerregionale behandlingstjenester

§ 4-2 Nasjonale og flerregionale behandlingstjenester

En nasjonal behandlingstjeneste skal kun etableres ved et helseforetak i landet.

En flerregional behandlingstjeneste skal kun etableres ved to helseforetak.

Bestemmelsen innebærer at bare helseforetak som er tillagt ansvar for en nasjonal eller flerregional behandlingstjeneste skal drive høyspesialisert pasientbehandling innenfor det fagområdet som tjenesten er godkjent for. Sykehus og helseforetak i andre helseregioner forplikter seg dermed å henvise pasienter til det behandlingstilbudet den nasjonale/ flerregionale behandlingstjenesten er tillagt ansvar for.

AKUTT HBO-BEHANDLING I NORGE

Trykkammer for øyeblikkelig hjelp behandling av tilstander som akutt dykkersyke, kullosforgiftning, gassembolier, nekrotiserende bløtvevsinfeksjoner og knusningsskader.



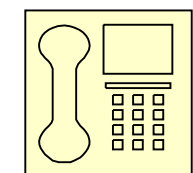
HUS

OUS-U

UNN



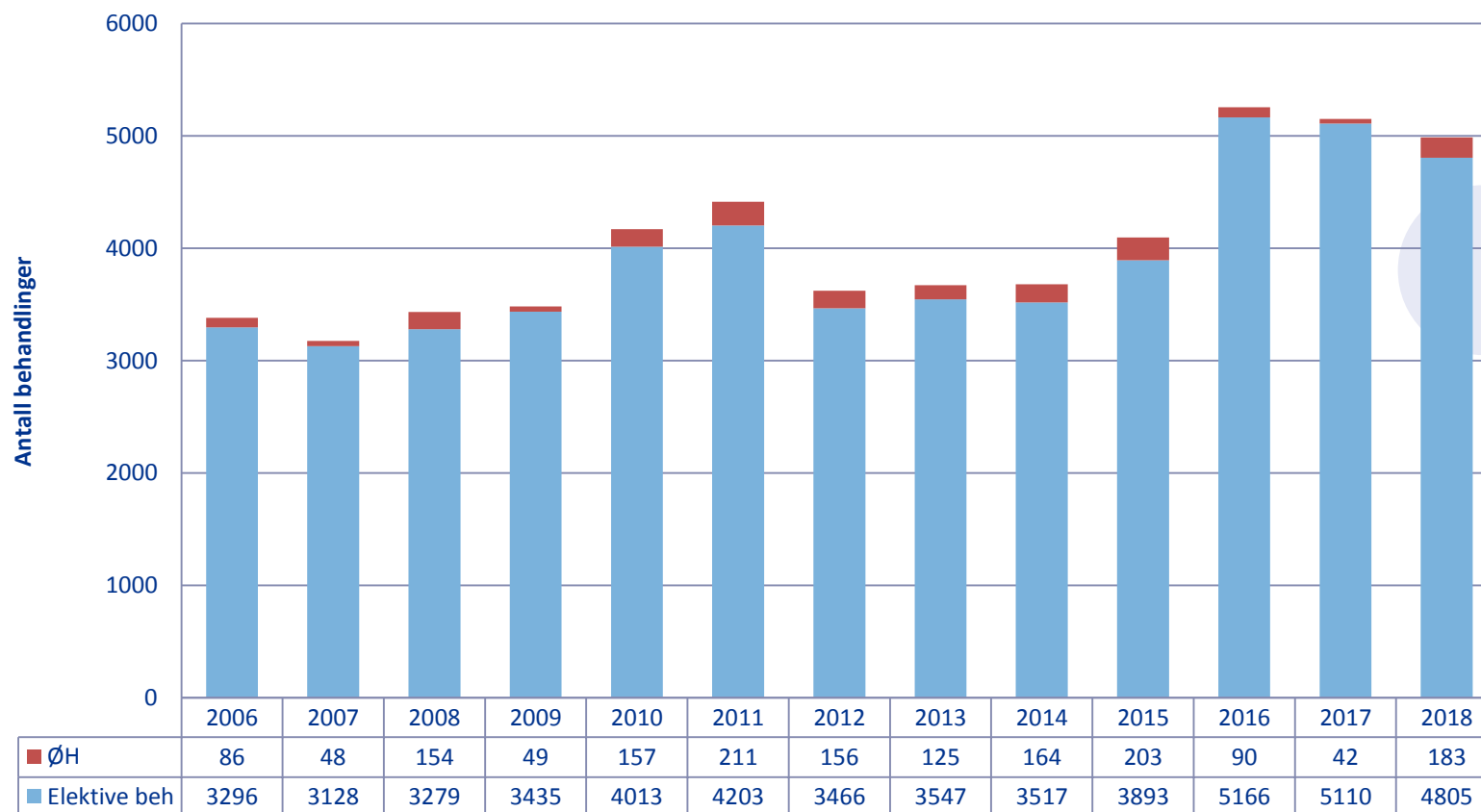
Foto: NRK



113

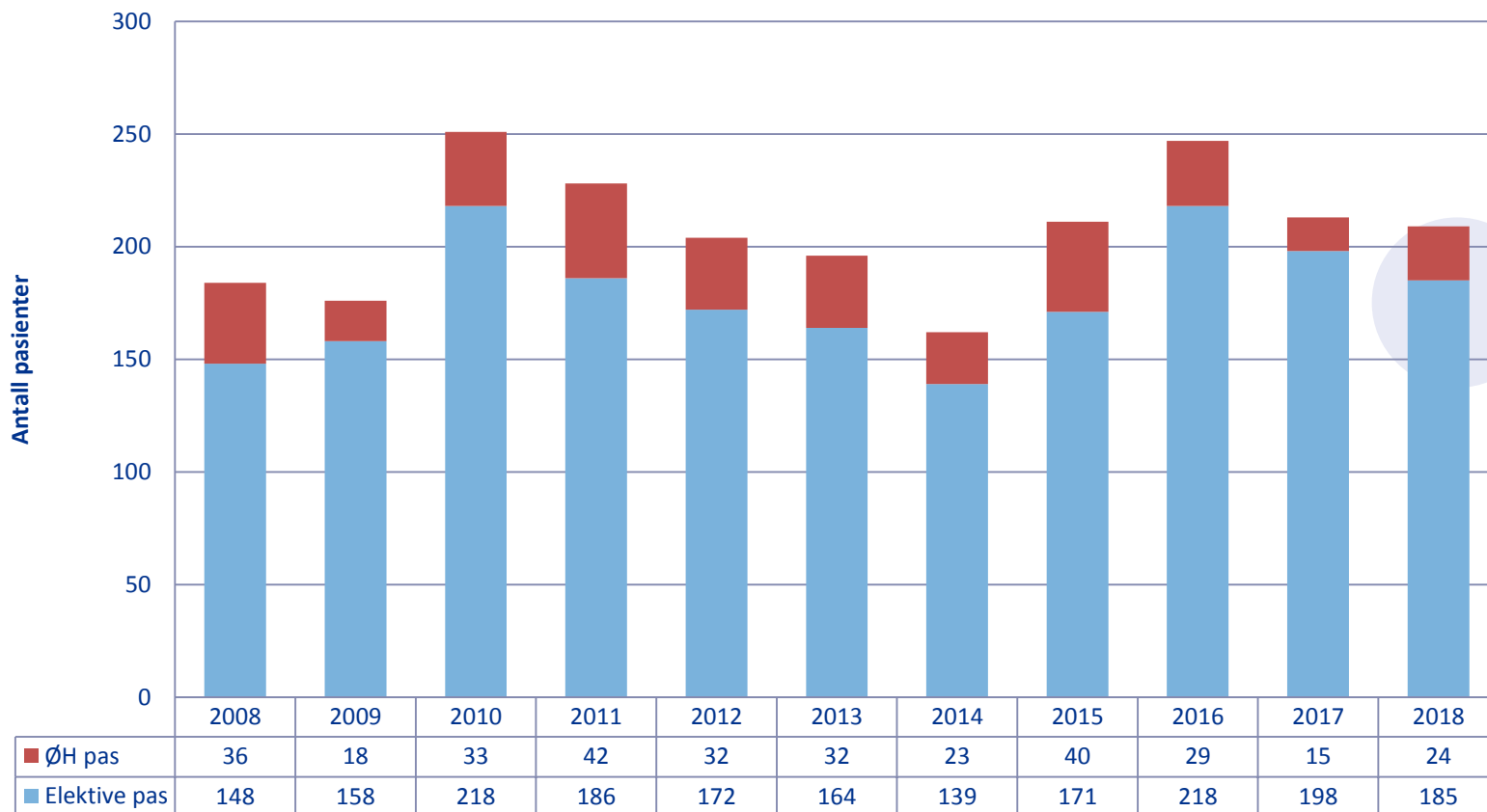
AKTIVITET VED NASJONAL BEHANDLINGSTJENESTE FOR ELEKTIV HBO

Ant HBO-behandlinger 2006-2018



AKTIVITET VED NASJONAL BEHANDLINGSTJENESTE FOR ELEKTIV HBO

Ant pasienter behandlet med HBO 2008-2018



Hver pasient får mange behandlinger. Derfor er antallet pasienter lavt tross høyt antall behandlinger

HVEM FÅR PLANLAGT HYPERBAR OKSYGENBEHANDLING?



ELEKTIVE INDIKASJONER GODKJENT FOR HBO I NORGE

- Stråleskader etter kreftbehandling i hode-/halsområdet eller bekkenregionen
- Kronisk behandlingsrefraktær osteomyelitt
- Kroniske hypoksiske sår hvor makrosirkulasjonen er rimelig velbevart: **Diabetiske fotsår** med mikroangiopati eller **sår i bestrålt vev** (det er bare ved slike sår behandlingen gjør noe med den tilgrunnliggende årsaken til såret).

SÅR I BESTRÅLT VEV

- Tilheling av sår i bestrålt vev



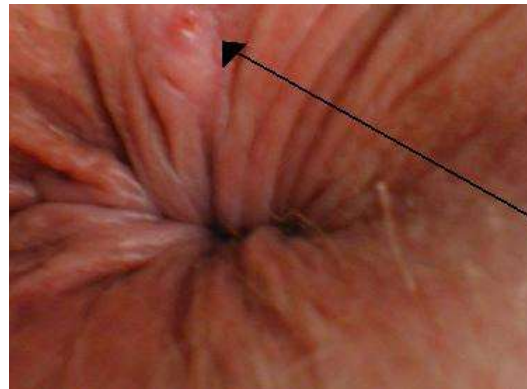
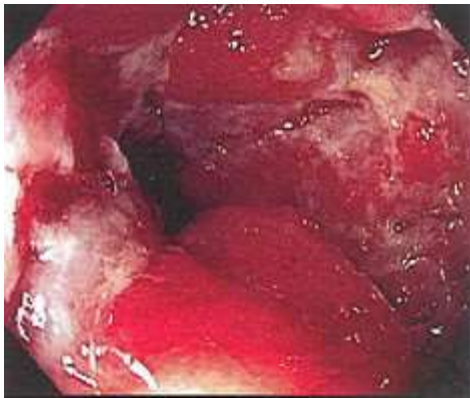
Før HBO



etter 6 uker HBO

FISTLER I BESTRÅLT VEV

Det synes som om HBO kan være en nyttig tilleggsbehandling ved behandlingsresistente små fistler i stråleskadet vev.



PLANLAGTE REVISJONER I BESTRÅLT VEV

- Vurder å planlegge pre- og postoperativ HBO-serie i tilknytning til operasjonen.
- Preoperativ HBO-serie på 4-6 uker -> vente 6-8 uker på neoangiogenese -> operasjon -> rask postoperativ HBO serie på 2 uker.
- Operasjonstid og tid for HBO planlegges sammen med Nasjonal behandlingstjeneste for elektiv hyperbar oksygenbehandling.

SÅR I BESTRÅLT VEV



Kronisk sår etter
debridement i bestrålt aksille



Etter 6 uker HBO



Fullstendig tilhelt uten
ytterligere kirurgi

KRONISK DIABETISK FOTSÅR

- Diabetiske fotsår henvises til mikrosirkulasjonsundersøkelse for å vurdere hvorvidt HBO vil kunne ha noe for seg
- De må ha en rimelig makrosirkulasjon for å kunne nyttiggjøre seg HBO



HVORDAN GJENNOMFØRES ELEKTIV HBO?



haukeland

PLANLAGT HBO

Haukeland hotell



Trykkammeranlegget
(Konrad Birkhaugs hus)

FØRSTE DAGEN

- Felles informasjonsmøte for alle nye pasienter
- Legekonsultasjon
- Omvisning i trykkammeranlegget
- HBO-behandling

SEKSJON FOR HYPERBARMEDISIN

- Poliklinisk behandling
- Pasienter som ikke er hjemmehørende i Bergen bor på Haukeland hotell
- Pasienter som ikke klarer seg selv blir innlagt i relevant klinisk avdeling



- Behandlingen varer to timer hver dag
 - Fem dager i uken
 - Seks uker
-
- Tabell 14/90 (90 min O₂-pusting på 2,4 ATA trykk)

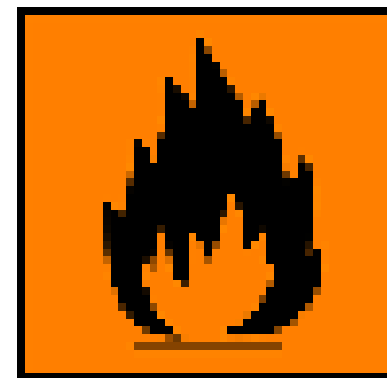
24 PLANLAGTE PASIENTER I TRYKKAMMER HVER DAG



- Enmannstrykkkamre
- Trykksettes med O₂
- **OBS stor brannfare!**

SIKKERHET I TRYKKAMMER

**DET ER IKKE TILLATT Å HA MED
LIGHTER ELLER FYRSTIKKER
TIL TRYKKAMMERANLEGGET**



DU FÅR HA PÅ DEG OG MED INN I TRYKKAMMER:

Eget:

- Bomullstruse (95% bomull)
- Briller (IKKE TITANINNFATNING)



Får hos oss:

- Bomullsskjorte
- Bomullsmorgenkåpe
- Sokker
- Vann til å drikke



SIKKERHET I TRYKKAMMER

OBS

Statisk elektrisitet kan gi gnistdannelse !



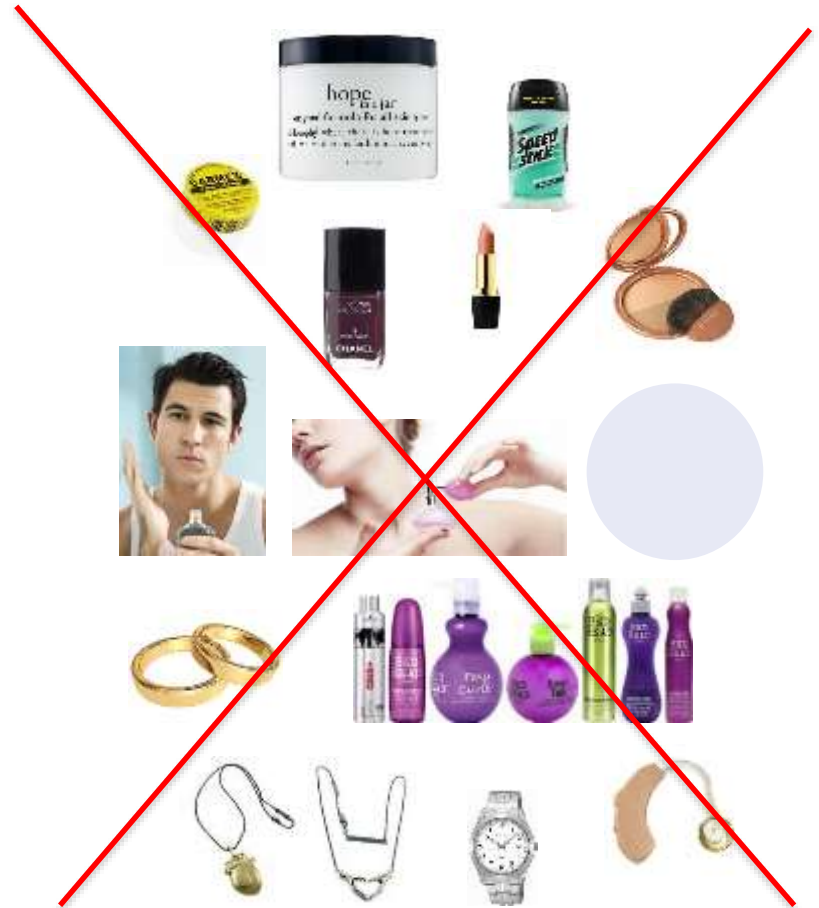
Fett, olje og alkohol er spesielt brennbare !



Batterier kan eksplodere

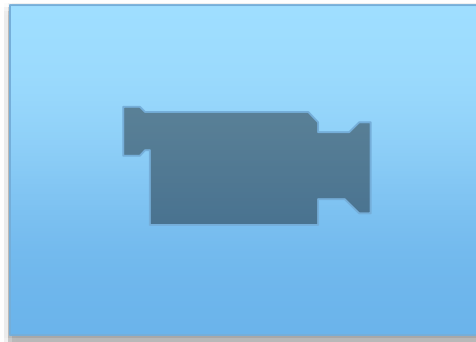
DETTE FÅR DU IKKE HA PÅ/MED I TRYKKAMMERET

- Olje
- Fuktighetskrem
- Deodorant
- Fete salver/kremer
- Pudder / Leppestift
- Neglelakk
- Spraybruning
- Etterbarberingsvann / parfyme
- Hårlakk / hårstylingprodukter
- Ringer / smykker / klokke
- Høreapparat
- Mobil (vi kan ta selfie for deg fra utsiden 😊)



HVORDAN GJENNOMFØRES PLANLAGT HBO?

- Filmen finnes også på vår hjemmeside om den ikke starter her:
www.helse-bergen.no/trykkammer !

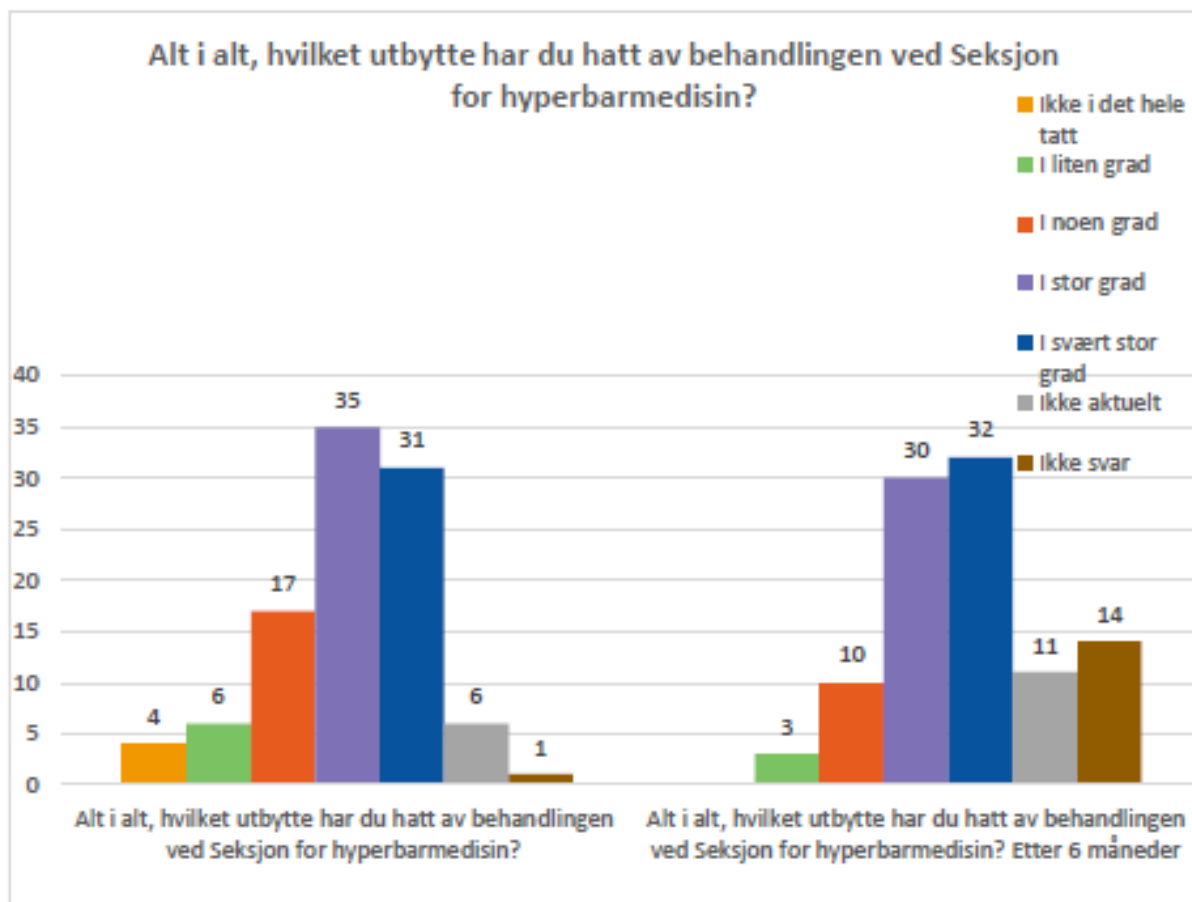


HVA KOSTER DET?

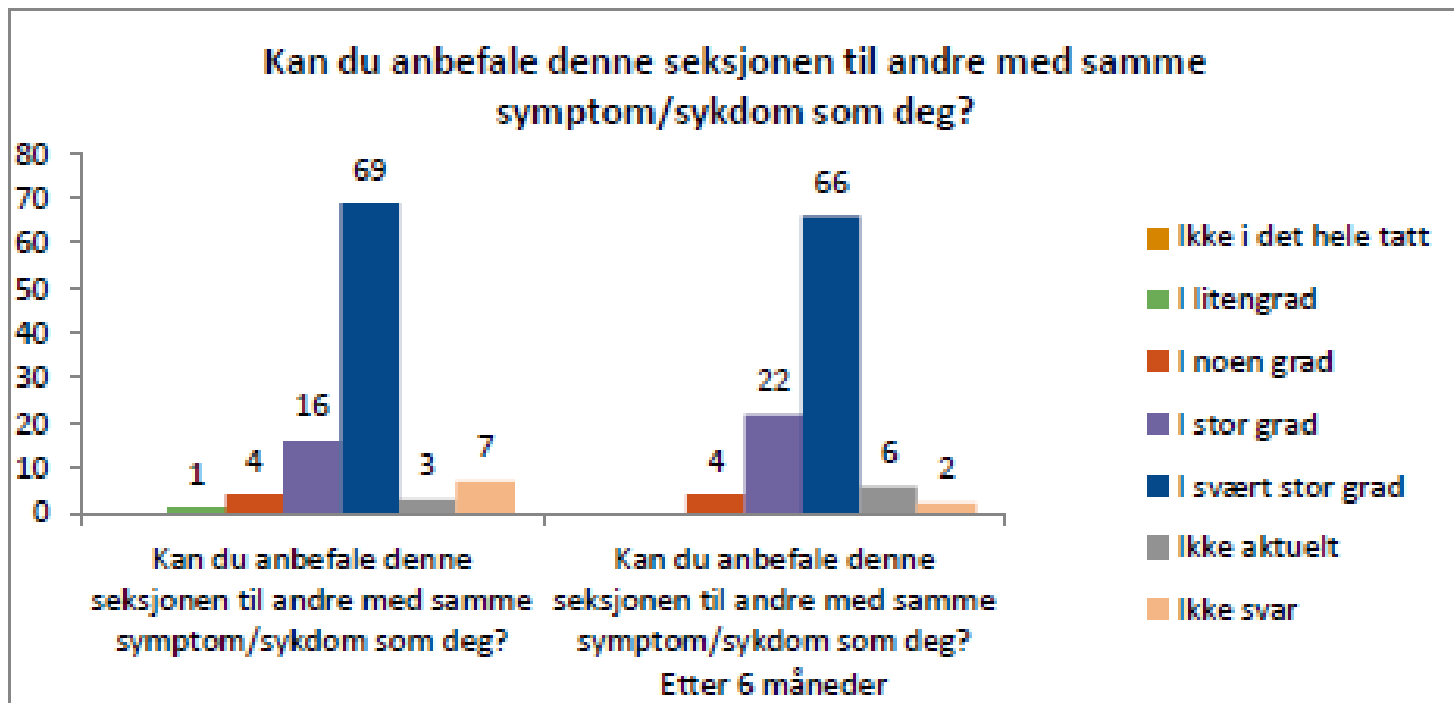
- Reisen dekkes av HELFO
- Flyreise bestilles via Pasientreiser tlf 05515
- Hotelloppholdet på Haukeland hotell dekkes av eget helseforetak
- Du kan bo annet sted, men da må du betale oppholdet og søke delvis refusjon fra HELFO i etterkant
- **Egenandel** for poliklinikk for hver behandling til man får frikort
- Ved frikort er det ikke flere egenandeler
- Ved reise til og fra flyplass dekker HELFO billigste reisemåte
- Drosje dekkes i hovedsak ikke
- Det er ikke lurt å benytte egen bil, da du kan få synsendringer som gjør at du ikke kan kjøre bilen hjem igjen....

HVA SYNES PASIENTENE?

Vi har en løpende pasienttilfredshetsundersøkelse som publiseres fortløpende på vår hjemmeside www.helse-bergen.no/trykkammer



HVA SYNES PASIENTENE?



BIVIRKNINGER OG KONTRAINDIKASJONER



BIVIRKNINGER AV HBO

Forhøyet omgivelsestrykk

- Utligningsproblemer av ører og/eller bihuler (vanlig)
- Lungesprengning (unngår vi, sjekker rtg thorax)
- Miste tannfylling (sjelden)

Forhøyet oksygenkonsentrasjon

- Forbigående synsendring (vanlig)
- Redusert lungefunksjon (3 %)
- Tretthet (vanlig)
- Oksygenkramper (1/10000 beh)

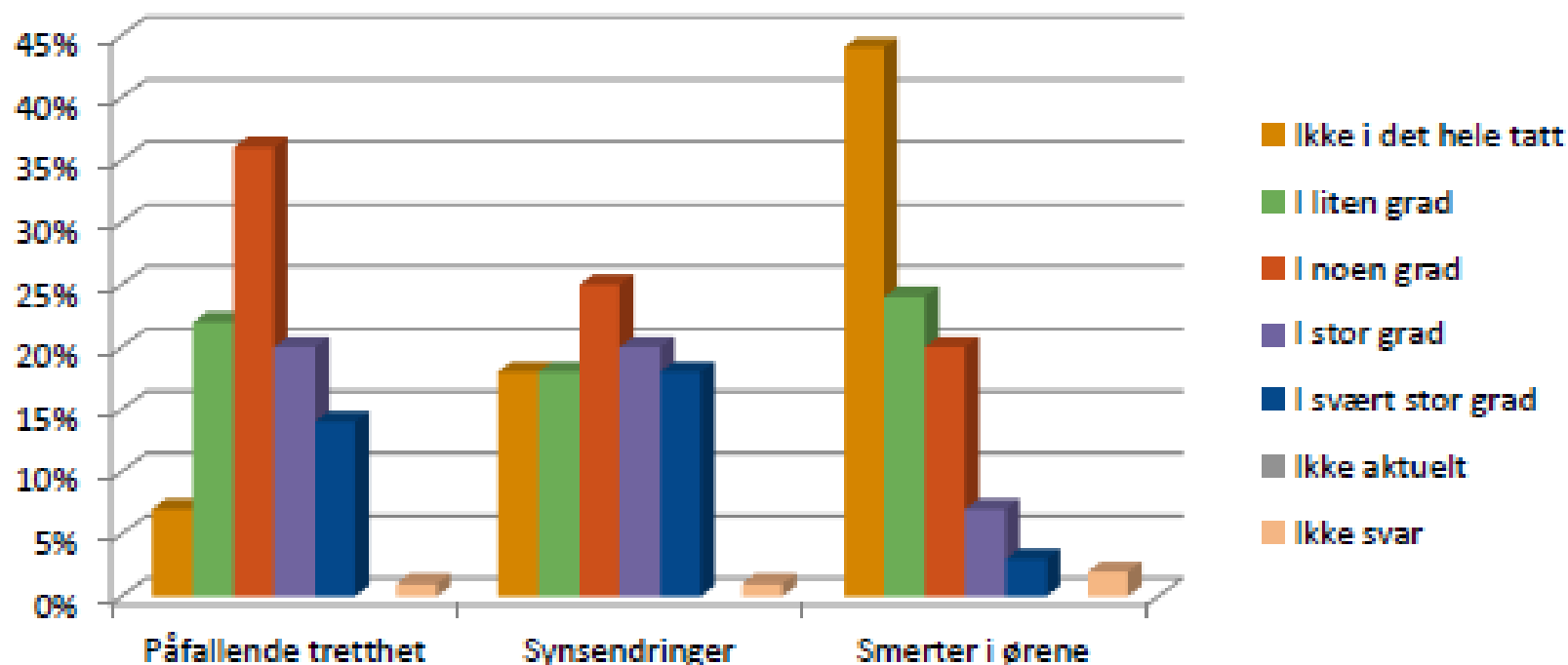
Annet

- Stor hjertesvikt kan forverres
- Klaustrofobi blir sjelden bedre...



BIVIRKNINGER AV HBO

I hvilken grad har du i løpet av behandlingsperioden opplevd:



IKKE RØYK
IKKE SNUS
IKKE DAMP



Nikotin lukker blodårer

- oksygen kommer ikke frem
- kroppen stimuleres ikke til dannelse av nye blodårer

Hvis pasienten ikke har tenkt å slutte med nikotin er det gjerne ikke noe vits i å henvise til HBO.

DISSE SKAL IKKE HA PLANLAGT HBO

- Alvorlig lungesvikt (KOLS klasse Gold 3 eller verre)
- Svær hjertesvikt
- Store emfysemlærer i lungene
- Lungebetennelse
- Delvis sammenklappet lunge (pneumothorax)
- Gravide
- Pågående antabusbehandling
- Bleomycinterapi i sykehistorien
- Aktiv kreftsykdom

HVOR KAN JEG FINNE INFORMASJON OM PLANLAGT HBO?



haukeland

OPPDATERT WEBSITE

www.helse-bergen.no/trykkammer

- Brosjyre
- Film om hvordan behandlingen foregår
- Løpende pasienttilfredshetsundersøkelse
- Praktisk informasjon
- Sjekkliste for henvisning

HENVISE ELEKTIVE PASIENTER

- Sjekk at pasienten ikke har kontraindikasjoner!
- Er rtg thorax fritt for emfysebullae/pneumothorax/ underventilerte lungeavsnitt?
- Sårpasienter henvises til **mikrosirkulasjonsutredning** hos oss for vurdering av indikasjon for HBO.

Ring oss gjerne! 55973974 (08:00-15:00)



HVA SKJER PÅ FORSKNINGSFRONTEN?

Forskningen på hyperbarfronten er et sorgens kapittel. Om man er så uheldig å søke på nettet kan man finne karismatiske vitnesbyrd om at det kan hjelpe mot de fleste lidelser, spesielt fremsatt av private sentre men med skuffende lite vitenskapelig evidens. Det som finnes av studier har gjerne en dårlig design. En veldesignet studie av hyperbarmedisin vil innebære en RCT med sham-treatment (juksebehandling). Sham-treatment er det lett å få til. Men ettersom en behandlingsserie innebærer 30 behandlinger (seks uker hjemmefra) har det vist seg å være nær umulig å rekruttere pasienter til slike studier, og flere store multisenterstudier har strandet. Vi har et godt samarbeid i Skandinavia. Ettersom hyperbarmedisin er et felt med få pasienter har vi kommet til at vi skal utvikle et fellesnordisk kvalitetsregister. Det er en del juridiske skjær i sjøen og ingen eksisterende finansieringsmodeller, men vi lar ikke slike smålige hensyn bremse det gode samarbeidet og håper å ha databasen klar i løpet av 2020.

ENKELTE LESBARE ARTIKLER

[Effekt av hyperbar oksygenbehandling ved senskader etter stråleterapi eller diabetiske fotsår.](#)

Lauvrak, V., et al.

Rapport fra Kunnskapscenteret nr. 4-2015. Oslo: Nasjonalt kunnskapscenter for helsetjenesten, 2015.

[Hyperbaric oxygen therapy facilitates healing of chronic foot ulcers in patients with diabetes.](#)

Löndahl M, Katzman P, Nilsson A, Hammarlund C.

Diabetes Care. 2010 May;33(5):998-1003.

[Reactive Oxygen Species and NOX Enzymes Are Emerging as Key Players in Cutaneous Wound Repair.](#)

André-Lévigne D, Modarressi A, Pepper MS, Pittet-Cuénod B.

Int J Mol Sci. 2017 Oct 15;18(10). pii: E2149. doi: 10.3390/ijms18102149. Review.

[Oxygen and wound care: a review of current therapeutic modalities and future direction.](#)

Howard MA¹, Asmis R, Evans KK, Mustoe TA.

[Wound Repair Regen.](#) 2013 Jul-Aug;21(4):503-11. doi: 10.1111/wrr.12069.

[Radiation-induced skin reactions: mechanism and treatment.](#)

Wei J, Meng L, Hou X, Qu C, Wang B, Xin Y, Jiang X.

Cancer Manag Res. 2018 Dec 21;11:167-177. doi: 10.2147/CMAR.S188655

[Effect of hyperbaric oxygen treatment on irradiated oral mucosa: micro vessel density.](#)

Svalestad J, Hellem S, Thorsen E, Johannessen AC.

Int J Oral Maxillofac Surg. 2015 Mar;44(3):301-7. doi: 10.1016/j.ijom.2014.12.012. Epub 2015 Jan 17.

[Effect of hyperbaric oxygen treatment on oxygen tension and vascular capacity in irradiated skin and mucosa.](#)

Svalestad J, Thorsen E, Vaagbø G, Hellem S.

Int J Oral Maxillofac Surg. 2014 Jan;43(1):107-12. doi: 10.1016/j.ijom.2013.07.006. Epub 2013 Aug 6.



Foto: Tom A. Kolstad

www.helse-bergen.no/trykkammer

