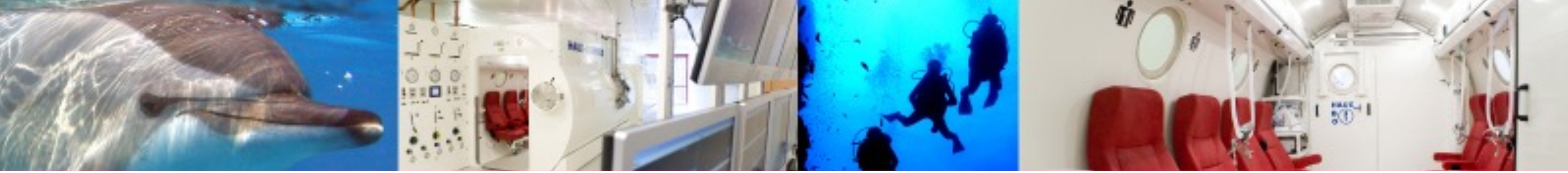


# Ossigeno: terapia iperbarica in Svizzera, storia e futuro


Dr Marc-Alain Panchard

Pediatra, medico d'urgenza, neonatologo

Specialista in medicina subacquea e iperbarica

Sion et HUG, Ginevra


Hôpitaux Universitaires Genève

SIGA FSIA

Schweizerische Interessengemeinschaft für Anästhesiepflege
Fédération suisse des infirmières et infirmiers anesthésistes
Federazione svizzera infermiere e infermieri anestesisti

Groupe régional des Infirmiers Anesthésistes Latins
Gruppo regionale degli Infermieri Anestesisti Latini

DiveMed

# Plan

Definizione / Effetti

La storia

Indicazioni

Non indicazioni

Controindicazioni, effetti collaterali e rischi

Modalità

Futuro

# Definizione / Effetti

# Definizione

Ossigenoterapia iperbarica:

Trattamento con concentrazioni di ossigeno superiori al 21%, a pressioni superiori a quella atmosferica.

PaO2 fino a 1200-2000 mmHg tra 2 e 3 ATA.

Abbreviazione:

- HBO (Ossigenoterapia iperbarica)
- HBOT (Ossigenoterapia iperbarica)

# Definizione

**Effetti:**

- Pressione sui volumi di gas: diminuzione del volume
- Pressione sulle pressioni parziali dell'ossigeno: aumento
- Pressione sul contenuto di ossigeno nel sangue: aumento
- Ossigeno su alcune proteine: ad esempio, spostamento di CO dall'emoglobina.
- Ossigeno sui tessuti: ↗ diffusione, produzione di mediatori, neoangiogenesi,...
- Ossigeno sulle cellule: produzioni di mediatori +++,... Dall'ossigeno ai batteri

# Aumento del contenuto di ossigeno nel sangue

$$Ca(O_2) = (Hb \cdot 1.34 \cdot SaO_2) + (0.003 \cdot PaO_2)$$

Ossigeno combinato

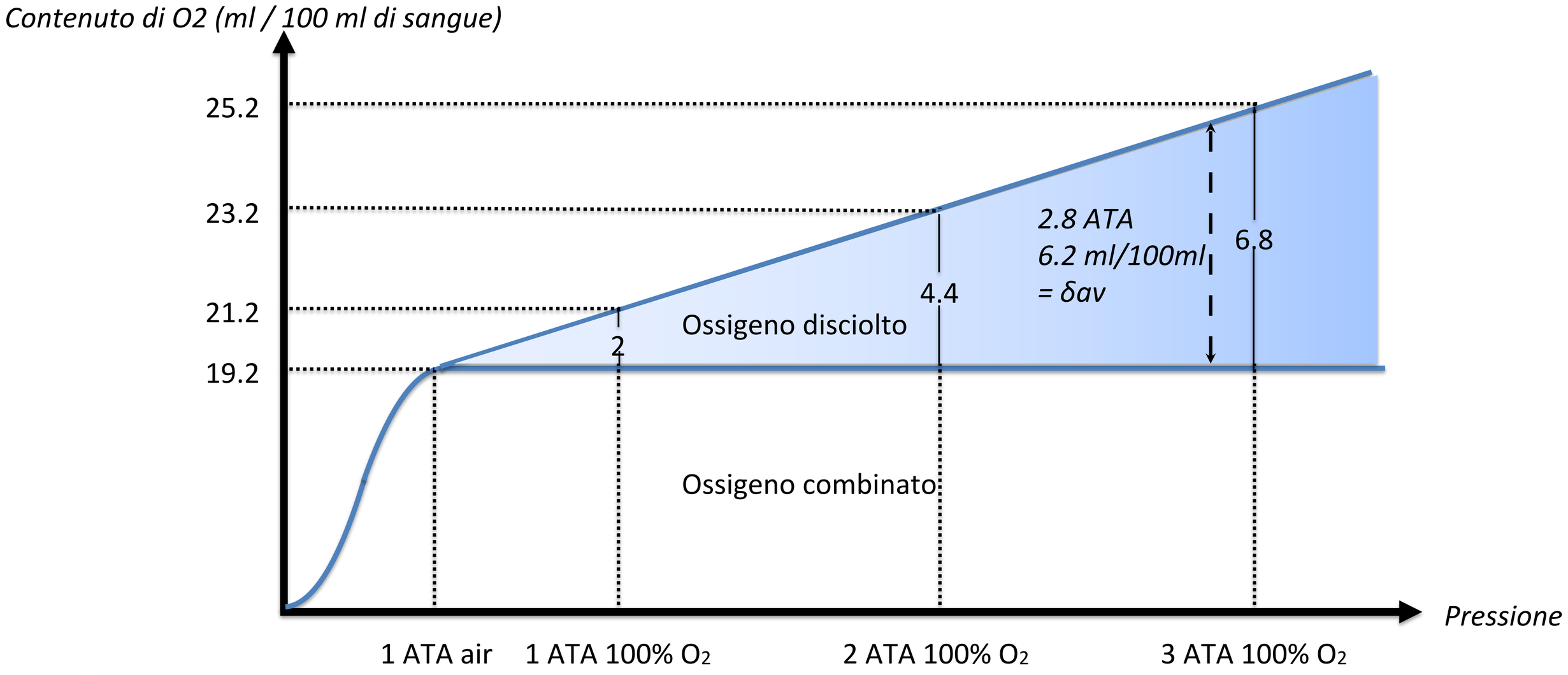
Ossigeno disciolto

| | Ossigeno combinato (ml / 100 ml di sangue) | Ossigeno disciolto (ml/100 ml di sangue) | Contenuto totale (ml / 100 ml di sangue) |
|---|---|---|---|
| Air à 1 ATA | 19.2 | 0.31 | 19.51 |
| 100% $O_2$ à 1 ATA | 19.2 | 2 | 21.2 |
| 100 % $O_2$ à 3 ATA (20 m) | 19.2 | 6 | 25.2 |
| 100 % $O_2$ à 2.5 ATA (15 m) | 19.2 | 5 | 24.2 |

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Aumento del contenuto di ossigeno nel sangue




Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Storia generale

# Storia

-4500 Storia dell'immersione

1660 Storia dell'HBOT

1960 Storia dell'HBOT in CH

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Storia dell'immersione

Pêcheurs d'éponges 30 m

Urinatores

Xerxes Epaves 23 -30 m 4 min

Scyllas de Scione Plongeur de combat

Alexandre le Grand (+ sa maîtresse ) Bosphore

Aristote Barotrauma OM

Halley Caisson Tamise 20 m

Scaphandriers Caissons de travail Constructions

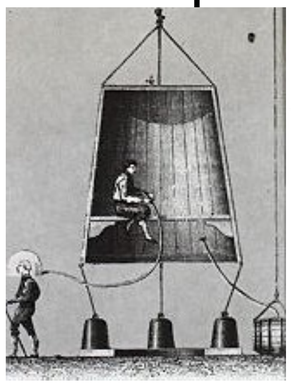
Scaphandre autonome Plongée loisir

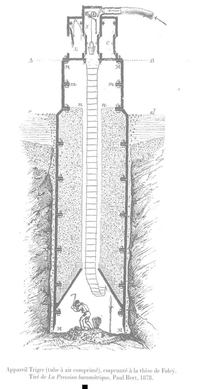
Off Shore

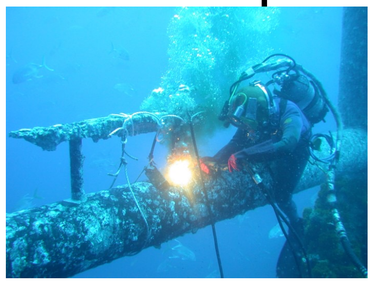
COMEX -701 m

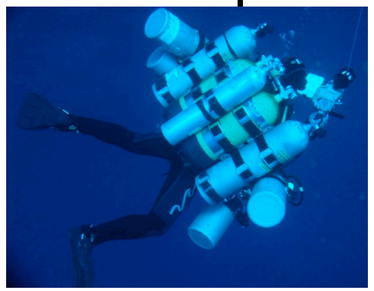
Plongée Tek

-4500 | -520 | -340 | -300 | 1690 | 1850 - 1950 | ~1950 | 1992









Hôpitaux Universitaires Genève

# Storia della medicina iperbarica

*Henshaw*
Domicilium

*Scheele*
*Priestley*
Oxygène

*Junod*
*Fabare*
2 - 4 ATA
Ma. pulm

*Scaphandriers*
*Caissons de travail*
*Constructions*

Royal
Albert
Bridge
1er ✝
Ma. caisson

*Cornin*
Bains d'air
comprimé
Ma.
nerveuses

*Bert*
Toxicité $O_2$

*Fontaine*
S. op
Amel de
l'anesthésie

Brooklyn
Bridge
110 ma.
caisson

Tunnel
Hudson
1er TTT

*Haldane*
Bends
HBO

*Cunningham*
Grippe
Ma. rénales

*De Almeida*
*Costa*
Lèpre

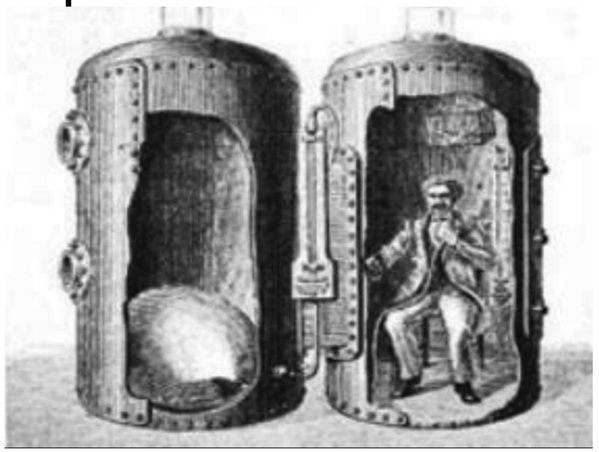
*Noldecke*
*Hartman*
Plaies

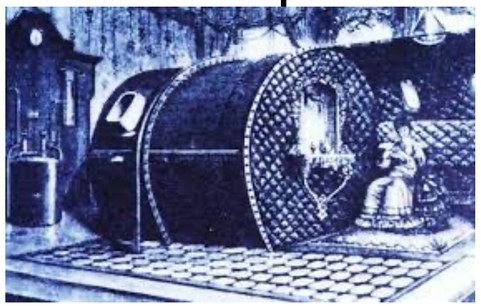
*Churchill-*
*Davidson*
*Boerema*
Chir card

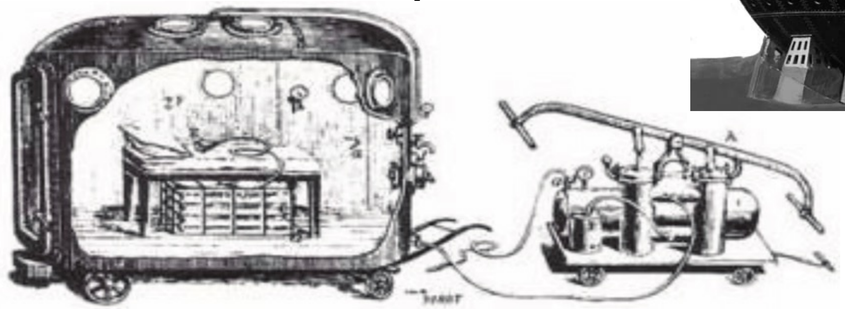
*Brummelkamp*
Inf Anaérobes

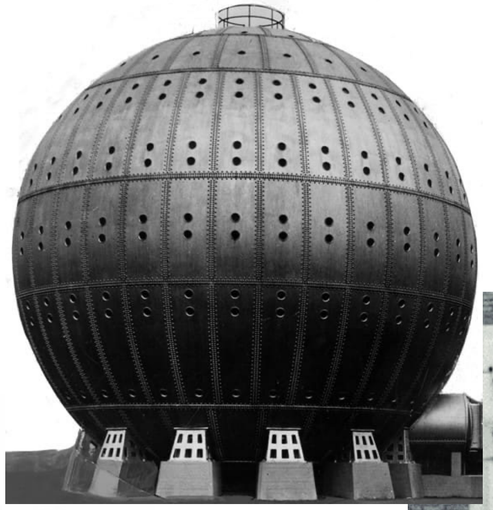
*End*
*Lang*
Intox CO

1660 1774 1830 1859 1860 1870 1880-90 1900 1920 1937 1940 1950 1961 1962









Hôpitaux
Universitaires
Genève

# Life without blood

Prof. Dr. I. Boerema, Dr. N. G. Meyne, Dr. W. H. Brummelkamp, S. Bouma, Dr. M. H. Mensch, F. Kamermans, M. Stern Hanf en Dr. W. van Aalderen,

*Leven zonder bloed*

MEI 1960 NED. T. GENEESK. 104. I. 19

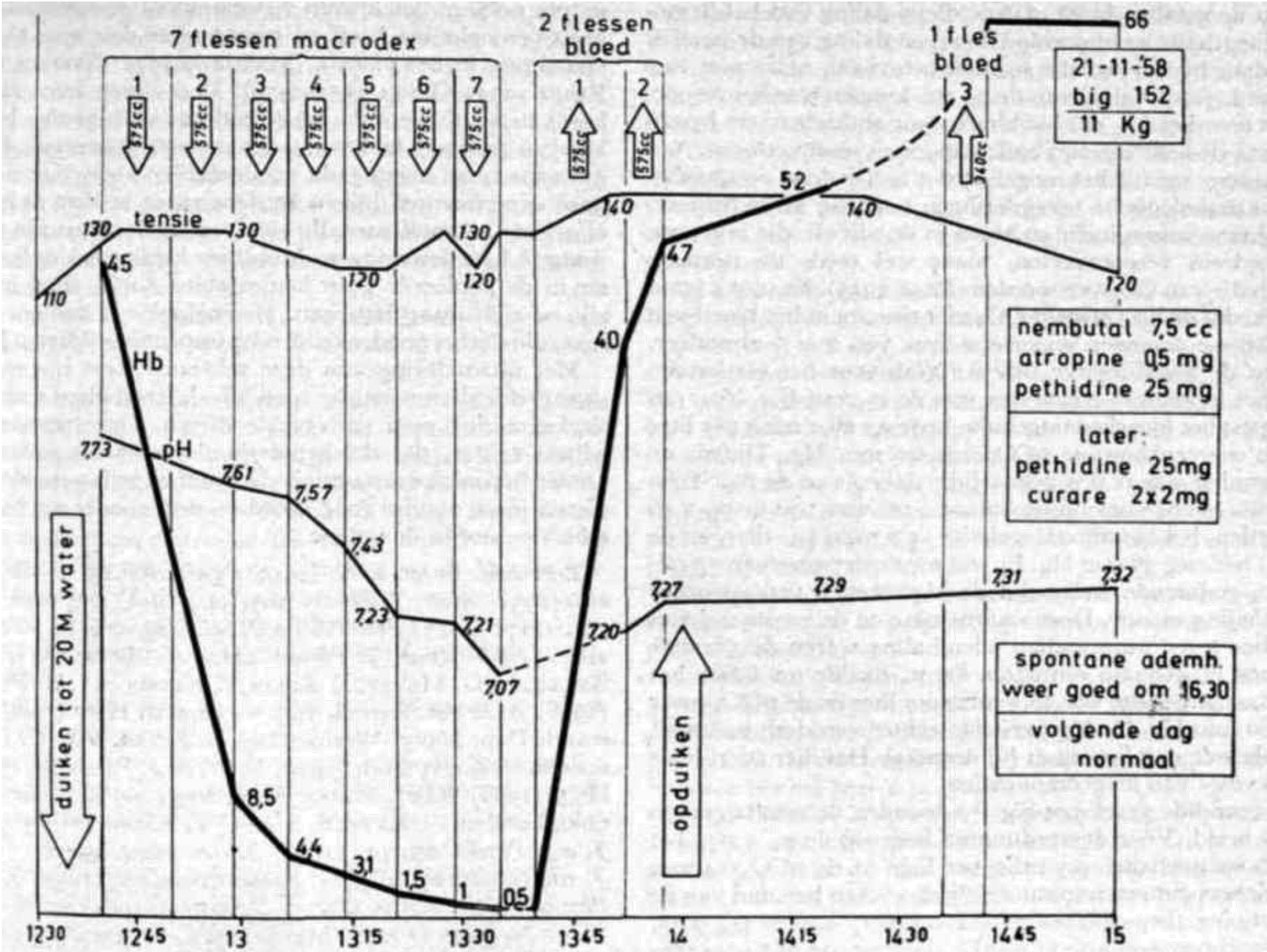
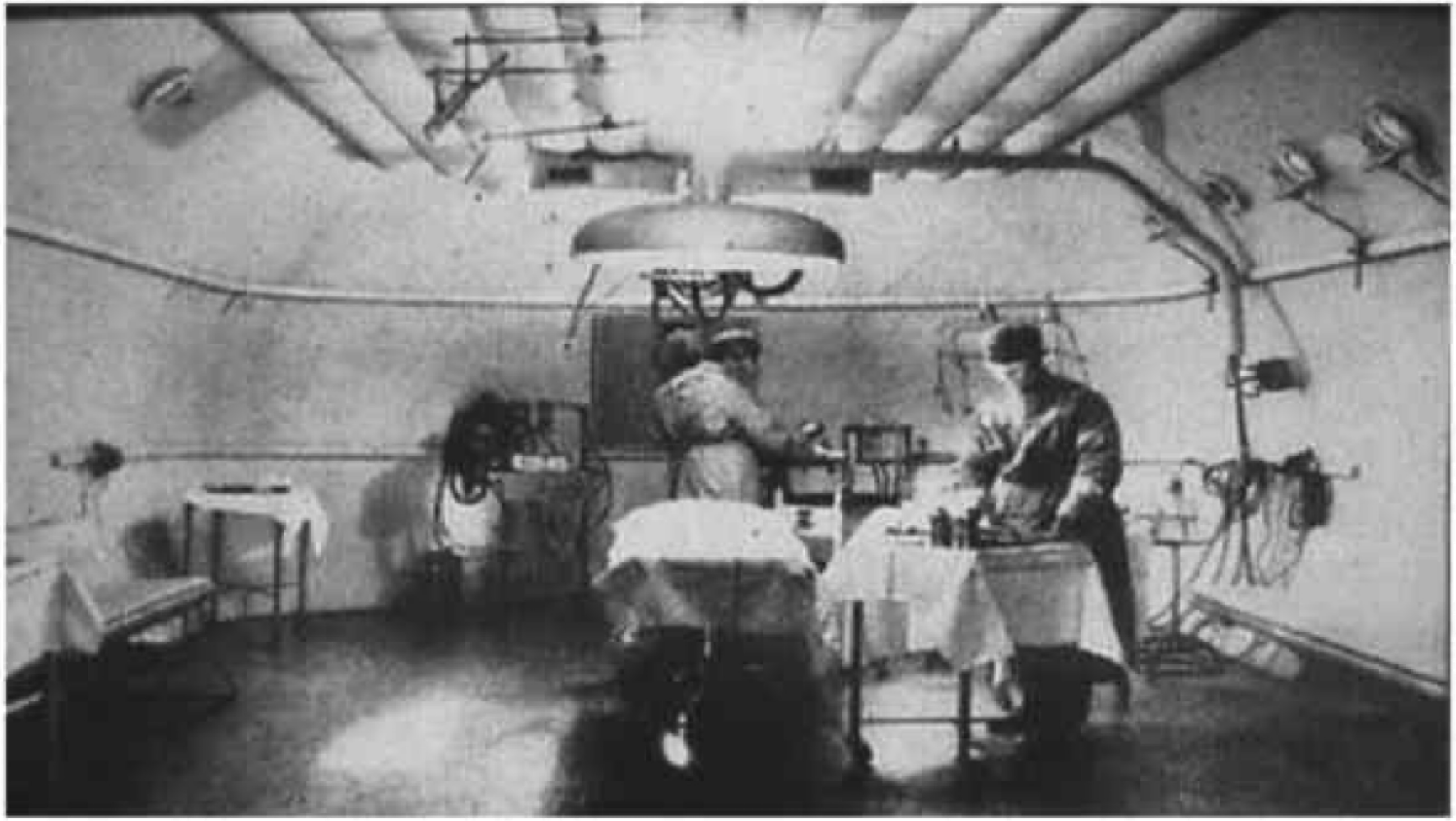



Fig. 5. Verdunning van het bloed bij een druk van 3 atmosfeer met 7 flessen Macrodex. Het laagste hemoglobinegehalte was 0,5 pct, de $p_H$ daalde tot 7,07. De bloeddruk was vrijwel onveranderd tijdens het gehele experiment. Herstel na infusie van twee flessen bloed. De volgende dag geheel normaal.

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Prima dell'invenzione del CEC

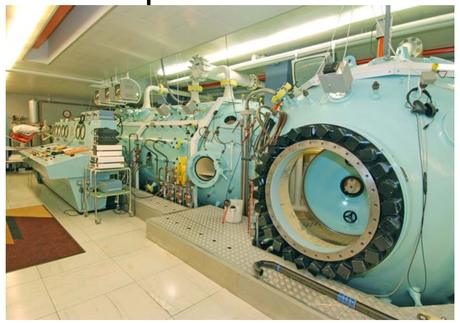


Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

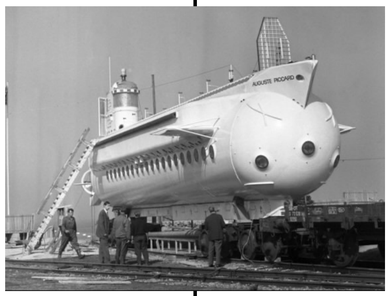
# Storia della medicina iperbarica in Svizzera

**1960**
*H. Keller*
*AA Buhlmann*
Zurich
Chambre 100
ATA
Plongée hélium
Tables
Plongées altitude



**1964**
Exposition nationale Lausanne

Mésoscaphe



**1970**
Parking sous-lacustre Genève

**1985**
J. Schmutz
Bâle

8 places

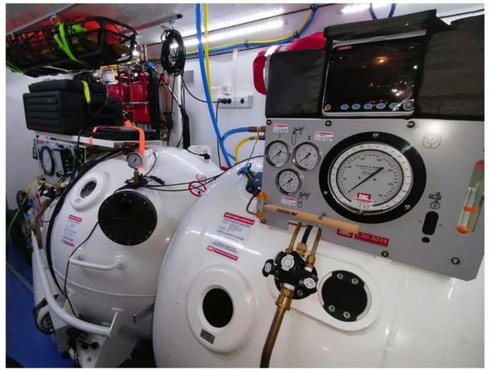
**1987**
*H. Keller*
*AA Buhlmann*
Zurich
ZH L-16

**2010**
HUG
Genève

16 places

**2019**
Tessin

1 place
Mobile



Hôpitaux Universitaires Genève

# Indicazioni

# Indicazioni per l'HBOT I

## Emergenze

- Avvelenamento da CO
- Malattia da decompressione
- Embolie gassose
- Infezioni anaerobiche o miste (gangrena gassosa, fascite necrotizzante, gangrena di Fournier,...)

## Oncologia

- Lesioni da radiazioni (cistiti, rettiti, retrazioni, ricostruzioni mammarie compromesse, ...)
- Osteo-radionecrosi mandibolare
- Sensibilizzazione alla radioterapia

# Indicazioni per l'HBOT II

## Traumatologia

- Sindrome da schiacciamento
- Guarigione ritardata
- Osteomielite cronica
- Innesti e lembi compromessi
- TBI
- Morso di gelo

## Vari

- Piedi diabetici
- Malattia a cellule falciformi
- Fibrosi cistica
- Sordità improvvisa
- Occlusione dell'arteria retinica centrale
- Ulcere arteriose
- Alette compromesse
- Demenza vascolare
- Sequele dell'ictus
- COVID lungo?

# Intoxication au CO

## Punti chiave

- HBOT in caso di intossicazione entro 24 ore E
  - sincope
  - compromissione neurologica iniziale o attuale
  - coinvolgimento cardiaco o polmonare
  - acidosi metabolica significativa
  - gravidanza
  - bambino
  - HbCO >25
- Storia del caso
- Controllare l'HbCO in caso di potenziale intossicazione
- Asintomatico ≠ non intossicato
- Chiamare l'iperbarista in caso di dubbio

# Morso di gelo

## 3. URGENCES HYPERBARES: **Prise en charge des GELURES**

Si doute, contacter méd. hyperbare

**Protocole réchauffement**: Immersions dans Bain avec Bétadine à 38°C pendant 1h
Aspirine 100mg

**Evaluation stade: Après réchauffement**

| Stade 1 | Stade 2 | Stade 3 | Stade 4 |
|---|---|---|---|
| | | | |
| Disparition lésion initiale | Lésion initiale sur phalange distale uniquement | Lésion initiale qui remonte sur au moins 1 Inter Phalangienne Distale | Lésion initiale qui remonte sur au moins 1 Métacarpo-Phalangienne |
| • Traitement ambulatoire POs<br>•Aspirine 100mg, 10 jours | | • HOSPITALISATION: Protocole SOS GELURE<br>• Appel médecin Hyperbare<br>• Appel angiologue | |

**Avis HYPERBARE**

**Jours ouvrables :**
**022 37 23 240**

**Hors heures ouvrables**
**Ardoise de garde**
**144**

| Protocole ILOPROST : Adaptation posologie J0 | | |
|---|---|---|
| Mode d'administration | DILUTION | Concentration |
| IV / SE sur 6h | 1 ampoule de 0,5ml (50mcg) dans 24,5ml EPP | 2mcg/ml |
| Réglage débit :<br>1ml/h les 30 premières mn puis augmentation par palier de 1ml/h toutes les 30mn jusqu'à posologie optimale en fonction du poids (kg) :<br>- 3ml/h : patient < 50<br>- 4ml/h : 50 ≤ patient < 75<br>- 5ml/h : 75 ≤ patient | | |
| Surveillance TA et Fc à chaque palier<br>Si mauvaise tolérance clinique, diminuer débit et repasser au palier inferieur<br>Débit optimal est le débit maximal avec effets vasomoteurs tolérables | | |

ILOPROST selon protocole
En urgence

**OHB**: 2,5ATA, 95mn
dès la fin de l'ILOPRSOST

**Hospitalisation:**
- 2 OHB (2,5ATA, 95mn) / jr
- Protocole Iloprost 1 fois / jr, 7 jrs
- Aspirine 100mg 1fois / jr
- Pansements quotidien, Avis chirurgical
- Scintigraphie osseuse: J3, J8

DMCPRU-Service des Urgences ®
Programme Transversal de Médecine Hyperbare, **Dre MA. Magnan**, 04/08/2016
*Rédacteur R. Pignel*

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Piedi diabetici/arteriosi

## Obiettivi

- Ulcere in via di guarigione (non estrapolare se solo venose)
- Evitare l'amputazione
- Limitare il livello di amputazione
- Guarigione post amputazione
- Prognosi delle possibilità di salvataggio mediante misurazione della TcPO2

# Non indicazioni

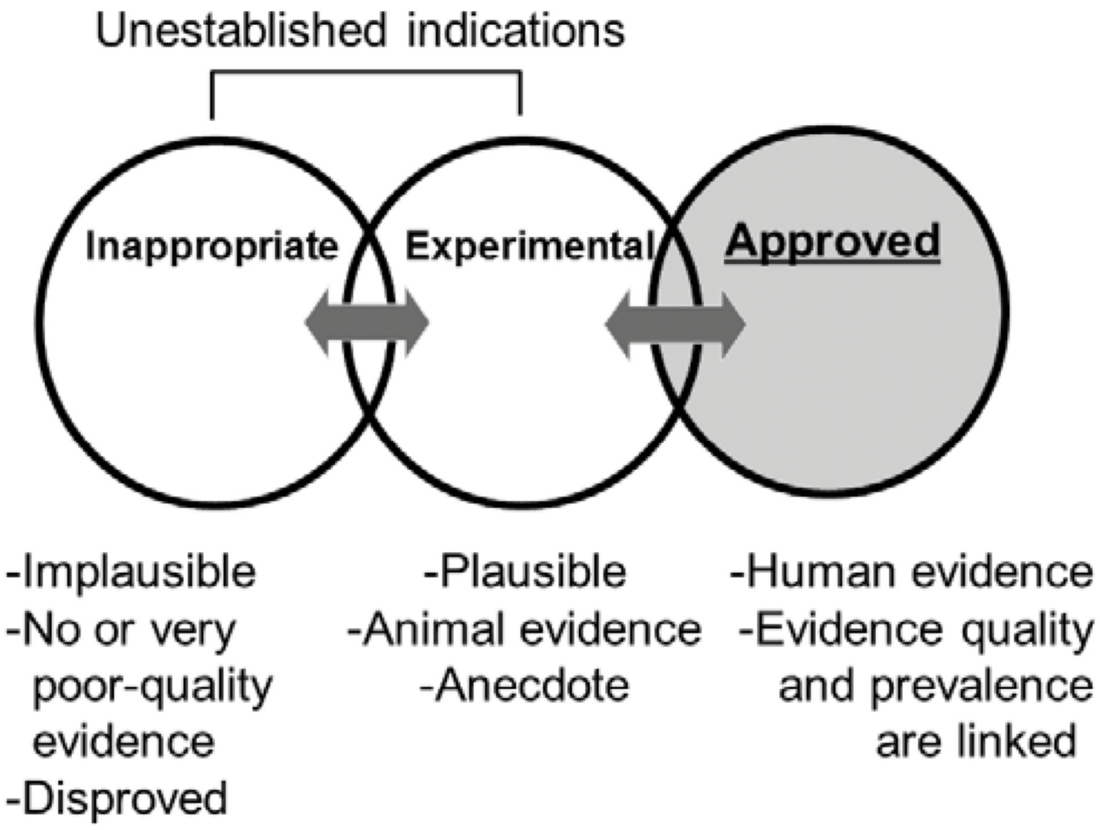
# Non indicazioni

**Rischi**

- Rischi per il paziente
- Non etico
- Rischio per l'HBO stesso:
  - JAMA 1942: « preposterous » (ridicule), « strange notion »
  - Chest 1987: « a therapy in search of disease »
  - FDA 2013: « Hyperbaric oxygen therapy: don’t be misled »

**Figure 1**

Three categories of potential indications for HBOT (see text for explanation)




Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Non indicazioni / Indicazioni???

Abbiamo bisogno di più dati...

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Nessuna indicazione medica

**Table 3**
Recommendations on the non-accepted indications for HBOT; all have only Level D evidence

| Condition | Level of evidence D | Agreement |
|---|---|---|
| Post sternotomy mediastinitis | X | Agreement |
| Malignant otitis externa | X | Agreement |
| Acute myocardial infarction | X | Agreement |
| Retinitis pigmentosa | X | Agreement |
| Facial (Bell's) palsy | X | Agreement |

**Table 4**
Recommendations on those indications for which HBOT should not be used; no Level A evidence

| Condition | Level of evidence A | B | C | Agreement |
|---|---|---|---|---|
| Autism spectrum disorders | | X | | Agreement |
| Placental insufficiency | | | X | Agreement |
| Multiple sclerosis | | X | | Agreement |
| Cerebral palsy | | X | | Agreement |
| Tinnitus | | X | | Agreement |
| Acute phase of stroke | | | X | Agreement |

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Nessuna indicazione funzionale

## Cure Reset

| DUREE | PRIX |
|---|---|
| 7 Jours | CHF 7'900 (Tout inclus) |

## Bilan BioIndividuality

- 2 consultations médicales (entrée et sortie)
- 1 consultation nutritionnelle
- 1 évaluation ostéo-articulaire
- 1 consultation de médecine esthétique
- Analyses de laboratoires
- Plan nutritionnel basé sur les résultats du bilan

HUG Hôpitaux Universitaires Genève

## Traitements

- 1 massage Signature
- 1 soin du visage
- 1 séance de cryothérapie
- 1 séance de caisson hyperbare
- 1 séance de dôme infrarouge
- 7 traitements énergétiques par exposition aux ondes électromagnétiques pulsées

🤔😱😂

DiveMed

# Effetti collaterali, controindicazioni e rischi

# Effetti collaterali

Barotrauma OM

Barotrauma sinusale

Barotrauma polmonare

Claustrofobia, ansia

Convulsioni iperossiche (≤ 0,01%)

Miopia

Cataratta



Camporesi E. Side effects of hyperbaric oxygen therapy. UHM 2014;41(3):253-257

# Controindicazioni

Agitazione incontrollabile

Ansia incontrollabile

BPCO scompensata

Insufficienza cardiaca scompensata

Epilessia non controllata

# Rischi

Fuoco!!!!

- Limitazione della concentrazione di O2 nell'atmosfera della camera
- Sistema antincendio efficiente
- Non sono ammessi oggetti in camera (tessuti, dispositivi elettronici, ecc.).
- Formazione

# Modalità

# Metodi di somministrazione

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Metodi di somministrazione

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Metodi di somministrazione

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Metodi di somministrazione

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Metodi di somministrazione

Hôpitaux Universitaires Genève

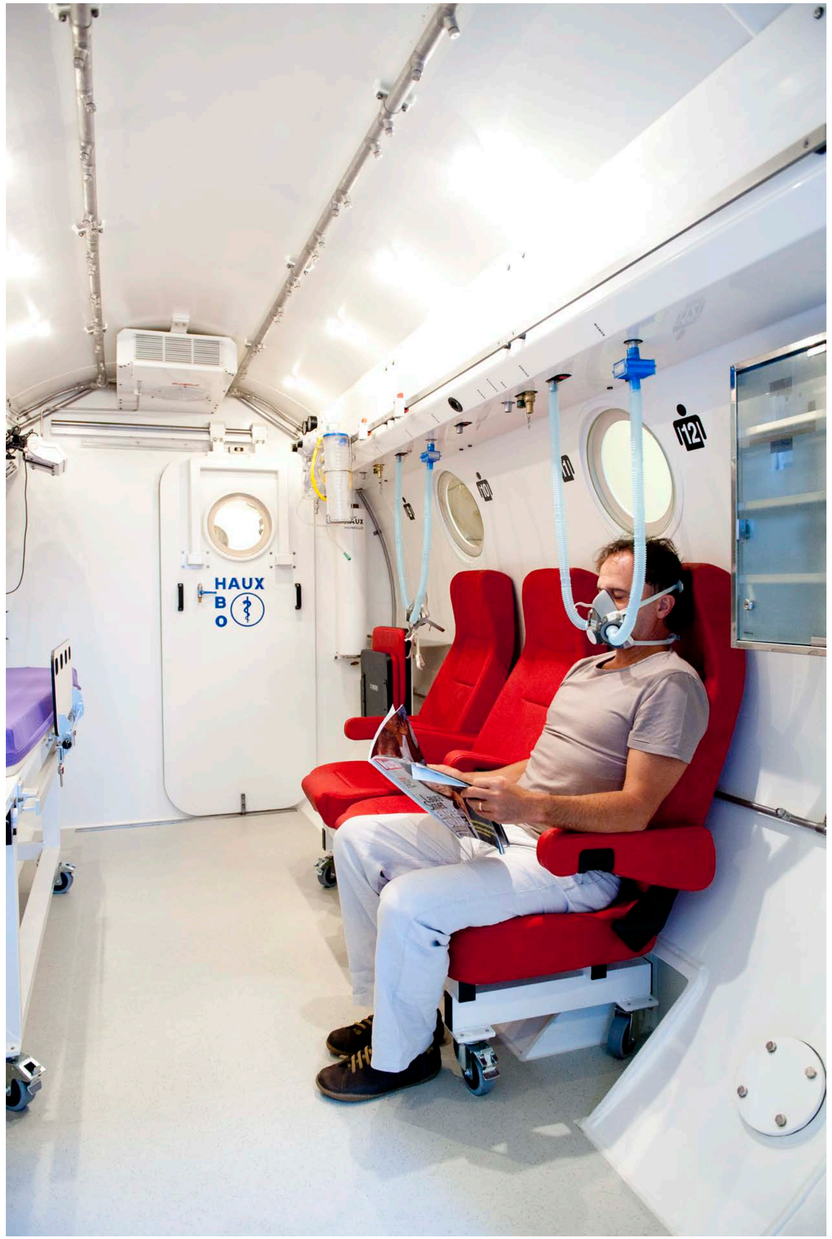
DiveMed

# Metodi di somministrazione

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

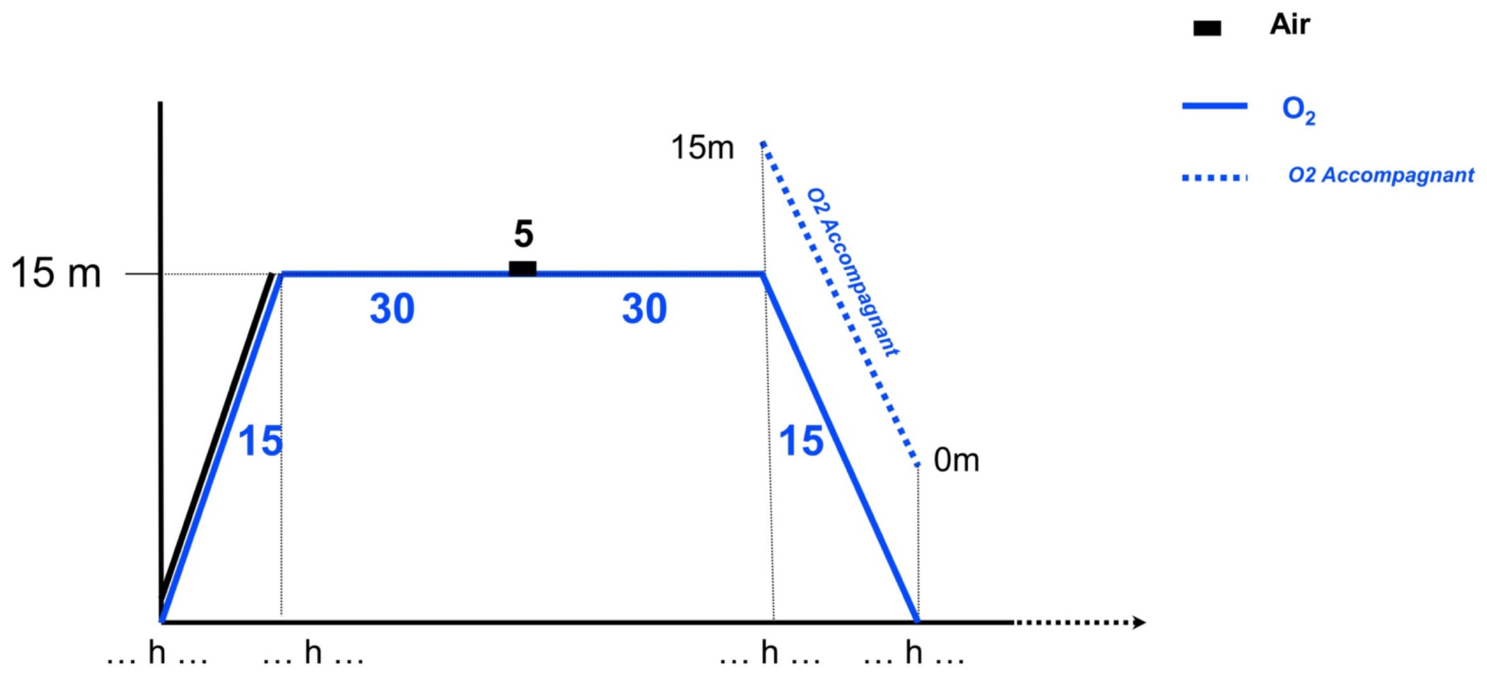
# Metodi di somministrazione




Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Protocollo «HBOT standard»




## Autres protocoles

- Adapté si risque épilepsie
- Cx 18 pour accidents de décompression (ADD)
- CX 30 pour ADD
- Weaver pour intox CO

## Intensité des séances

- 1 - 2 X/j
- 5 - 6 j/sem
- Min  3-4 séances /sem

## Durée du TT

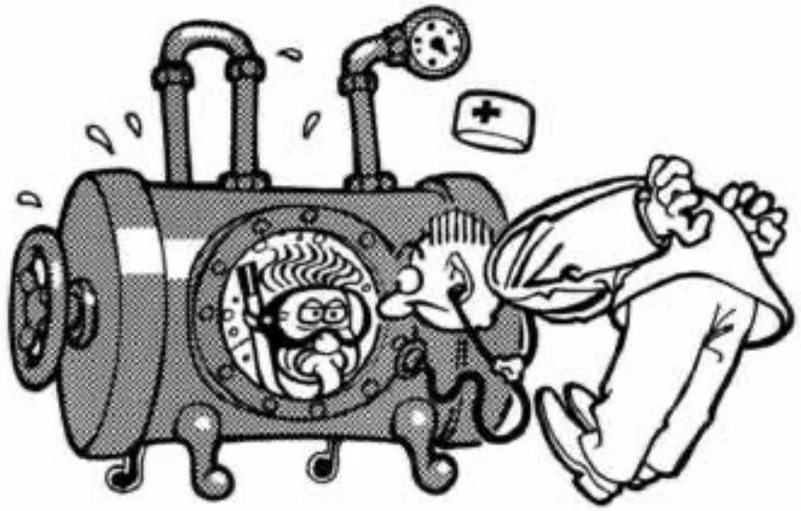
- Le nombre de séances compte
- 3 séances pour intox CO
- 30 - 50 pour problèmes radiques
- 50 - 90 séances pour pieds diabétiques

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Futuro

# Organizzazione attuale



Unité de Médecine Subaquatique et Hyperbare HUG
+41 22 372 32 39
+41 22 372 22 44 (piquet)

Consultation de médecine hyperbare et de plongée en ville de Sion
+41 27 323 30 80 (90, direct)
dr.map@divemed.ch

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Alcuni casi dal Vallese,...

## Mr X

- Cistite da radiazioni, emorragie ricorrenti, necessità di trasfusioni episodiche
- Per lo più ambulatoriale, a volte in regime di ricovero.
- Accordo del medico cantonale
- 2h45 tempo di percorrenza 2X/d $\Longrightarrow$ abbandono del progetto terapeutico

## Mme Y

- Mastite da radiazione e spalla da radiazione, dolore, limitazione
- Per lo più ambulatoriale, a volte in regime di ricovero.
- Accordo del medico cantonale
- 2h15 di viaggio 2X/d $\Longrightarrow$ abbandono del progetto terapeutico

# Futuro

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Futuro: aree di sviluppo. La clinica

Limitare il tempo di viaggio per raggiungere un centro per il trattamento ambulatoriale

- HdJ
- Hotel per pazienti
- Nuovi centri

Sensibilizzazione all'HBOT basata sull'evidenza

Assicurare altre pratiche HBOT

Nel Vallese

- Consultazione di medicina iperbarica all'ospedale di Sion / SUVA / Clinique de Valère?
- Camera iperbarica a Sion?

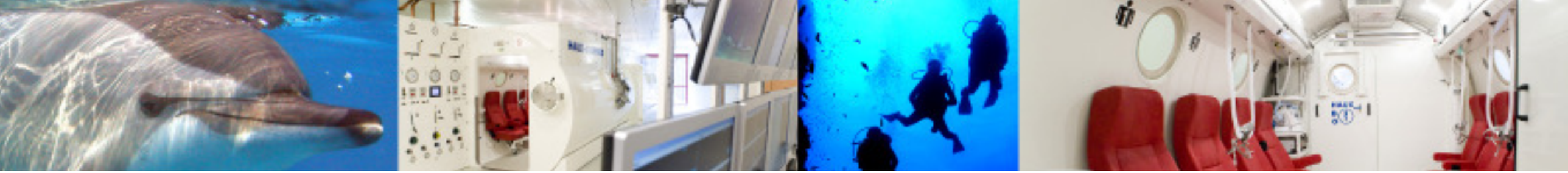
# Il futuro: aree di sviluppo. Ricerca

bbiamo bisogno di più dati,... RICERCA AFFIDABILE

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

?



# Grazie per l'attenzione

Hôpitaux Universitaires Genève

DiveMed

# Letture consigliate,... se interessati

- Tenth european consensus conference on hyperbaric medicine. DHM 2017;47(1):24-32
- Kirby JP et al.Essentials of Hyperbaric Oxygen Therapy: 2019 Review. Mo Med. 2019 May-Jun;116(3):176-179.
- Chantre C et al. L'oxygénothérapie hyperbare, une discipline peu connue. Rev Infirm. 2018 Jun-Jul;67(242):14-15.


- Straub JM et al. Radiation-induced fibrosis: mechanisms and implications for therapy. J Cancer Res Clin Oncol 2015;141:1985-1994
- Dautruche A et Delouya G. A comtemporary review about the management of radiation-induced hemorrhagic cystitis. Curr Op Support Palliat Care 2018;12:344-350
- Paquette IM et al. The american society of colon and rectal surgeons clinical practice guidelines for the treatment of chronic radiation proctitis. Dis Col Rectum 2018;61(10):1135-1140
- Francis A, Baynosa RC. Hyperbaric oxygen therapy for the compromised graft or flap. Wound 2017;6(1):23-32
- Neha Rajpal BA et al. Use of hyperbaric oxygen therapy for tissue ischemia after breast reconstruction. UHM 2019;46(4):461-465
- Gothard L et al. Non randomised phase II trial of hyperbaric oxygen therapy in patients with chronic arm lymphedema and tissue fibrosis after radiotherapy for early breast cancer. Radiother Oncol 2004;70:217-224
- Spruijt NE, van den Berg R. The effect of hyperbaric oxygen treatment on late radiation injury after breast cancer: a case-series of 67 patients. DHM 2020;50(3):206-213
- Borab Z. Systematic review of hyperbaric oxygen therapy for the treatment of radiation induced skin necrosis. J Plast Reconstr Aesth Surgery 2017;70:529-538
- Lindenmann J et al. Survey of molecular mechanisms of hyperbaric oxygen in tissue repair. Int J Molec Sci 2021;22:11754