

GELURES ET  
OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE  
REVUE DE LA LITTERATURE

J. Landra, DIUMUM  
année universitaire 2006-2007

# DEFINITIONS

- LES GELURES

- Introduction:

- lésions périphériques vers le centre
    - exposition au froid (0°C)
    - contextes variés (militaires, montagne, SDF...)

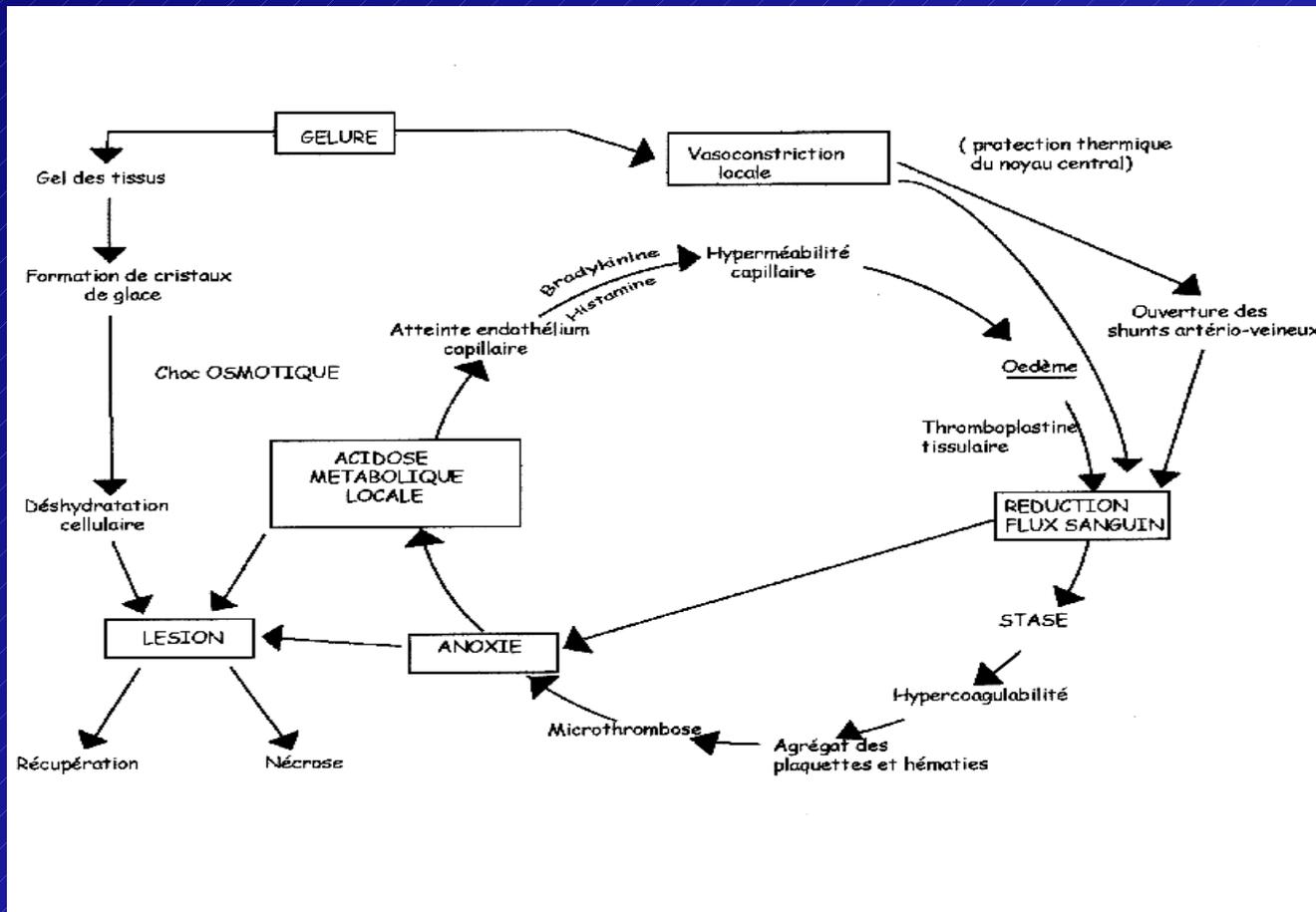
# DEFINITIONS

– Physiopathologie:

- mécanisme cryobiologique
- mécanisme vasculaire

# DEFINITIONS

## – Physiopathologie:



# DEFINITIONS

## – Clinique

- classification fonction de la profondeur d 'atteinte selon 4 stades
- facteurs prédisposants
  - altération de la microcirculation
  - antécédents de gelures
  - mauvaise préparation physique générale et déshydratation

# DEFINITIONS

- Complications
- Examens complémentaires: la scintigraphie au technétium 99m
- Traitement classique:
  - sur le terrain
  - A l'hôpital
  - Traitement chirurgical

# DEFINITIONS

- L 'OXYGENOTHERAPIE HYPERBARE
  - Définition de l 'OHB
    - Exposition à une Pression supérieure à la Pression atmosphérique de 760mmHg, 1 Bar ou 1ATA (atmosphère absolue)
    - mélange suroxygénée / air ambiant =21% O<sup>2</sup>+79%N
    - Caisson hyperbare

# DEFINITIONS

## – Lois physiques

- Boyle Mariotte:  $P.V = Cte$ 
  - ex: ballon de 10 litres à  $P_{atm}$   $\longleftrightarrow$  5 litres à -10m
- Loi de Henry:  $Q = s.P$ 
  - s = coefficient de solubilité du gaz dans ce liquide à une température donnée
- Loi de Dalton:  $P_p = \%.P_{totale}$ 
  - sous 1ATA  $P_p O^2$  est de 0,2bar et  $P_p N^2$  est de 0,8bar
  - sous 3ATA  $P_p O^2$  est de 0,6bar et  $P_p N^2$  est de 2,4bar

# DEFINITIONS

## – Principes d'action

- Effet de suppléance → dissolution sanguine d'O<sup>2</sup>
- Effet toxique
  - bénéfiques:
    - » production de radicaux libres / action sur les surinfections microbiennes
    - » potentialisation défenses / polynucléaires
  - toxiques:
    - » toxicité cérébral: effet Paul Bert
    - » pneumotoxicité: effet Lorrain Smith
    - » tératogène

# DEFINITIONS

## – Principes d'action

- Effet vasomoteur
  - protection contre l'hyperoxie
  - limitant de certains oedèmes
  - inexistant sur vaisseaux lésés

# DEFINITIONS

## – Principes d'action

- Effet métabolique
  - / cicatrisation, épithélialisation
    - » mécanismes énergétiques oxydatifs
    - » fibroblaste
    - » angiogénèse
  - / tissu osseux: ostéoblastes et clastes
- Effet rhéologique

# DEFINITIONS

## – Incidents et accidents

- barotraumatiques
- saturation
- toxicité de l'oxygène
  - radicaux libres
    - » O<sub>2</sub>moléc, radical superoxyde monovalent O<sub>2</sub>-
    - » O<sub>2</sub>moléc, peroxyde d'H + Fer=» hydroxyle .OH
  - syndrome d'ischémie reperfusion -peroxydation lipidique
  - effet Lorrain Smith et Paul Bert
- matériel et règles de sécurité en caisson

# DEFINITIONS

– Indications consensuelles de l'OHB

Conférence Européenne de Consensus sur  
la Médecine Hyperbare de Lille (1994,  
2004)

- Recommandations de types 1: OHB hautement recommandée (pronostic vital)
- Recommandations de type 2: OHB recommandée empêchant apparition de troubles fonctionnels sérieux
- Recommandations de type 3: OHB optionnelle constituant un appoint thérapeutique

# DEFINITIONS

| CONDITION  | ACCEPTED          |   |   | NON ACCEPTED      |   |   |
|--|-------------------|---|---|-------------------|---|---|
|  | Level of Evidence |   |   | Level of Evidence |   |   |
|  | A                 | B | C | D                 | E | F |
| <b>Type I</b>  |                   |   |   |                   |   |   |
| CO poisoning   |                   | X |   |                   |   |   |
| Crush syndrome   |                   | X |   |                   |   |   |
| Prevention of osteoradionecrosis after dental extraction     |                   | X |   |                   |   |   |
| Osteoradionecrosis (mandible)                                |                   | X |   |                   |   |   |
| Soft tissue radionecrosis (cystitis)                         |                   | X |   |                   |   |   |
| Decompression accident                                       |                   |   | X |                   |   |   |
| Gas embolism   |                   |   | X |                   |   |   |
| Anaerobic or mixed bacterial anaerobic infections            |                   |   | X |                   |   |   |
| <b>Type II</b>   |                   |   |   |                   |   |   |
| Diabetic foot lesion   |                   | X |   |                   |   |   |
| Compromised skin graft and musculocutaneous flap             |                   |   | X |                   |   |   |
| Osteoradionecrosis (other bones)                             |                   |   | X |                   |   |   |
| Radio-induced proctitis / enteritis                          |                   |   | X |                   |   |   |
| Radio-induced lesions of soft tissues                        |                   |   | X |                   |   |   |
| Surgery and implant in irradiated tissue (preventive action) |                   |   | X |                   |   |   |
| Sudden deafness  |                   |   | X |                   |   |   |
| Ischemic ulcer   |                   |   | X |                   |   |   |
| Refractory chronic osteomyelitis                             |                   |   | X |                   |   |   |
| Neuroblastoma Stage IV                                       |                   |   | X |                   |   |   |

# DEFINITIONS

| CONDITION   | ACCEPTED          |   |   | NON ACCEPTED      |   |   |
|---|-------------------|---|---|-------------------|---|---|
|   | Level of Evidence |   |   | Level of Evidence |   |   |
|   | A                 | B | C | D                 | E | F |
| <b>Type III</b>   |                   |   |   |                   |   |   |
| Post anoxic encephalopathy                                      |                   |   | X |                   |   |   |
| Larynx radionecrosis  |                   |   | X |                   |   |   |
| Radio-induced CNS lesion  |                   |   | X |                   |   |   |
| Post-vascular procedure reperfusion syndrome                    |                   |   | X |                   |   |   |
| Limb replantation   |                   |   | X |                   |   |   |
| Burns >20 % of surface area and 2nd degree                      |                   |   | X |                   |   |   |
| Acute ischemic ophthalmological disorders                       |                   |   | X |                   |   |   |
| Selected non healing wounds secondary to inflammatory processes |                   |   | X |                   |   |   |
| Pneumatosis cystoides intestinalis                              |                   |   | X |                   |   |   |
| <b>Others indications</b>                                       |                   |   |   |                   |   |   |
| Post sternotomy mediastinitis                                   |                   |   |   | X                 |   |   |
| Stroke  |                   |   |   | X                 |   |   |
| Sickle cell disease   |                   |   |   | X                 |   |   |
| Malignant otitis externa  |                   |   |   | X                 |   |   |
| Acute myocardial infarction                                     |                   |   |   | X                 |   |   |
| Femoral head necrosis   |                   |   |   | X                 |   |   |
| Retinitis pigmentosa  |                   |   |   |                   | X |   |
| Tinnitus  |                   |   |   |                   | X |   |
| Interstitial cystitis   |                   |   |   |                   | X |   |
| Facial (Bell's) palsy   |                   |   |   |                   | X |   |
| Cerebral palsy  |                   |   |   |                   |   | X |
| Multiple sclerosis  |                   |   |   |                   |   | X |
| Fetoplacental insufficiency                                     |                   |   |   |                   |   | X |

# DEFINITIONS

– Contre-indications à l'OHB

dépendent du pronostic vital et degré de risques

- neurologiques: risque épileptogène (sauf pathologie inductrice)
- pleuropulmonaires
- ORL
- obstétricales (sauf...)
- ophtalmologiques (rétine)
- psychiatriques

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- Années 60
- Faible nombre de cas
- Recherches orientées sur les thérapies conventionnelles (scintigraphie)

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- HISTORIQUE

- Ward et coll. 1968: première revue de la littérature

- Rutledge, Everest 1934 (oxygénothérapie)
    - 4 cas (24 à 32 ans), Hôpital de Londres: 0 résultat après 19 jours
    - Ledingham, Perrin et Brissonette, 1963: les premières observations

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- HISTORIQUE

- Ward (suite)

- Cade, 1944: vol à haute altitude, 2 cas guérison en 12 semaines
      - 1 des 2 cas avec ATCD gelures guéries en 6 semaines + troubles sensibilité séquellaires
      - Cette fois avec OHB récupération totale dès sortie hôpital
    - Groupe volontaires (Bird et Telfer, 1965):
      - description vasoconstriction et réduction flux sanguin
      - sensations de chaleur
      - amélioration phlyctènes

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- HISTORIQUE

- Cooke, 1971: Royal Air Force/étude 1965 à 69
  - 65 patients multiples pathologies dont 3 gelures
  - effets déjà reconnus/gangrènes et embolies gazeuses
  - orthopédistes:
    - » « impression » d 'accélérer la guérison
    - » amélioration délais opératoires
    - » possibilité d 'éviter greffes et amputations
  - Peu d 'effets secondaires

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- HISTORIQUE

- Murphy et coll., 2000

- similitude avec les processus inflammatoires des brûlures et syndrome d'ischémie-reperfusion

- Von Heimburg, 2001: 1 cas

- garçon, 11 ans, Pologne, 4 heures à -32°C
    - gelures 3° degré 4 doigts main D, 2 doigts main G
    - consultation à J3
    - indication: amputation

# REVUE DE LA LITTERATURE

## – Von Heimburg (suite)

- transfert pays d 'origine (Allemagne)
- séances quotidiennes OHB 2,4ATA 90 minutes  
alternance air ambient / O<sup>2</sup> pur
- 14 jours: récupération totale
- Pas de séquelle au contrôle à 28 mois

# REVUE DE LA LITTERATURE

- Finderle et Cankar, 2002: 1 cas pris en charge à J14
  - débitmétrie Doppler-laser et capillaroscopie
    - zone saine: vasoconstriction
    - zone atteinte: augmentation flux capillaire
  - conclusion: réactivité des vaisseaux et flux sanguin après pris en charge tardive

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- Folio et coll., 2007: alpiniste, gelures de tous les doigts
  - guérison fonctionnelle totale sauf une déformation de la phalange distale la plus touchée
  - programme de succession d 'images numériques:
    - concours précieux aux données de référence
    - formation médicale
    - soutien aux malades

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- ETUDE RETROSPECTIVE: Service Médecine Hyperbare Sante Marguerite, Marseille (M. Coulange, A. Barthélémy)

Objectif: délais et modalités d 'OHB sur  
une étude analytique de 15 patients

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

## – Matériel et méthode

- 15 patients: 13 hommes et 2 femmes dont randonneur, skieur, clandestin, psychotique
- 80% gelures des pieds
- stade minimum 2° degré superficiel
- traitement initial classique:
  - 6 antibiothérapie
  - 8 anticoagulant

# REVUE DE LA LITTERATURE

## – Matériel et méthode

- caisson: 2,5ATA, 60mn, 100%O<sup>2</sup>
- critères cliniques:
  - profondeur de gelures
  - extension
  - troubles sensitifs
  - surinfections

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- Matériel et méthode
  - critères d'efficacité:
    - examen clinique
    - nombre de séances
    - chirurgie éventuelle
  - 2 groupes:
    - groupe 1: délai  $<$  ou  $=$  à 72h
    - groupe 2: délai  $>$  à 72h

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

## – Résultats

- atteinte bilatérale des pieds
- 5 cas pour chaque stade lésionnel:
  - 5 cas 2° degré superficiel
  - 5 cas 2° degré profond
  - 5 cas 3° degré (toute surinfectées)
- 11 cas extension IPP, 1 cas extension tarse ou carpe
- OHB
  - délai 4 jours (1 à 21)
  - 14 séances (9 à 32)
  - 7 à 28 jours
- 0 effet secondaire

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

## – Résultats à 8 semaines

- 8 semaines
  - 8 patients restitution ad integrum (2°sup et prof)
  - 6 patients séquelles sensibilité ou fonctionnelle modérées
  - 1 patient (3°degré) séquelles motrices (amputation orteil)
- groupe 1: 7 cas 11 séances pas de degré 3
  - cicatrisation pour tous sans séquelle sauf sensibles mineures (2 cas)

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- Résultats à 8 semaines
- groupe 1: cas typique
  - randonneur 45 ans adressé à 72h au centre, gelure 2° profond phalanges distales, œdème et anesthésie
  - 5ème séance: recoloration, hyperhémie, sensibilité partiellement
  - 10ème séance: hyperesthésie au froid jusqu'à 10 semaines

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

## – Résultats à 8 semaines

- groupe 2: 8 cas, 17 séances, 2° profond et 3° (5 cas)
  - 3 cas guérison totale
  - 5 cas chirurgie peu invalidante (limitée à IPD dans 2 cas)

## – cas typique du groupe 2

- Psychotique de 25 ans, gelures bilatérales du 3° degré des pieds traitement conventionnel.
- adressé à J6: surinfection de l'avant pied droit nécrose phalange distale et surinfection locale (staph et pyo)

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

- Résultats à 8 semaines
- cas typique du groupe 2 (suite)
  - J15: ablation à la pince d'une phalange distale
  - 20èmes séance OHB: évolution favorable, disparition des signes infectieux et cicatrisation
  - 8 semaines: complète cicatrisation et dysesthésie au froid

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

## – Discussion

mécanisme des gelures apparenté au syndrome d'ischémie-reperfusion

- effet de suppléance par substitution de l'oxyhémoglobine par l'oxygène dissous selon la loi de Henry

# REVUE DE LA LITTERATURE

|                             |      |        |      |      |
|-----------------------------|------|--------|------|------|
| Fi O <sup>2</sup>           | 21%  | 100%   | 100% | 100% |
| Pression (ATA)              | 1    | 1      | 2    | 3    |
| PaO <sup>2</sup> (mmHg)     | 100  | 627    | 1267 | 2000 |
| O <sup>2</sup> combiné (ml) | 19,7 | —————→ |      | 20,1 |
| O <sup>2</sup> dissous (ml) | 0,3  | 1,88   | 3,8  | 6    |

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

## – Discussion

- effet microcirculatoire vasoconstricteur favorable sur les tissus sains, s'opposant:
  - aux effets délétères des radicaux libres
  - à l'extravasation plasmatique oedémateuse
- effet microcirculatoire avec redistribution vers les territoires mal perfusés
  - inhibition / thromboxane A<sub>2</sub>
  - inhibition protéines adhésives, intégrines
  - libération de l'adhérence des PN / endothélium
- effet microcirculatoire / radicaux libres
  - diminution de la peroxydation lipidique

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

## – Discussion

- effet rhéologique: déformabilité des globules rouges
- effet anti-infectieux (PN, ATB)
- effet sur la trophicité tissulaire et sur la cicatrisation
  - néoangiogénèse
  - fibroblaste et collagène
  - régénération épidermique

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

– Discussion

Selon Coulange et d 'après leur expérience  
l 'OHB se justifie aussi en phase tardive

- groupe 2: 8 patients
- J4 à J21
- 5 de stade 3
- 3 guérisons totales

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

– Discussion

Brian, 2005

- 1 cas: randonneuse de 28 ans
- 3° degré, indication clinique et radiologique d 'amputation distale
- OHB à J24 sur des critères infectieux
- évolution favorable > 21 séances

# REVUE DE LA LITTÉRATURE

– Discussion

Ay, 2005 insiste sur le fait que l'OHB doit être réalisée même en cas d'indication chirurgicale

- 2 cas similaires, 45 et 50 ans
- 3° degré des pieds, étendu aux chevilles pour 1 cas
- 90 mn 2,4 ATA à J6 et J14
- 1 cas cicatrisation à 34° séance, complète à 12 mois
- 1 cas nécrose délimitée à J14 et amputation trans-métatarsienne

# CONCLUSION

OHB plusieurs mode d'action

- suppléance
- redistribution
- antiinfectieuse
- métabolique

Permet une épithélialisation de bonne qualité sur une cicatrisation initialement compromise

# CONCLUSION

Même débutée tardivement délimitation  
des lésions et des niveaux d'amputation

Intérêt d'études prospectives

OHB dans les pathologies des sports de  
montagne

Caissons au voisinage des zones  
montagneuses

# CONCLUSION

Liste complète des caissons civils et militaires sur

le site de la Société de Physiologie et de Médecine Subaquatiques et Hyperbares de Langue Française, Medsubhyp (Dr. Barthélémy):

<http://www.medsuhyp.com>