

Saturométrie

SÉBASTIEN GARNEAU MD DMV FRCPC
CENTRE HOSPITALIER DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
SEBASTIEN.GARNEAU@UMONTREAL.CA



1

Objectifs généraux

- ▶ Savoir où s'insère la SpO₂ comme moniteur de la physiologie du patient
- ▶ Comprendre le fonctionnement du saturomètre afin d'être en mesure
 - ▶ 1) D'interpréter les résultats affichés afin d'adopter une conduite clinique appropriée
 - ▶ 2) D'identifier ses limites et les situations à risque de causer des erreurs de lecture et d'interprétation
- ▶ Survol de la mesure de la PaO₂ transcutanée
- ▶ Connaître l'algorithme général de prise en charge d'une désaturation inattendue lors d'une anesthésie



2

Objectifs spécifiques

ROYAL COLLEGE
COLLEGE ROYAL
ANESTHESIOLOGUE

NATIONAL CURRICULUM FOR CANADIAN ANESTHESIOLOGY RESIDENCY

Third Edition
February 2009, Editorial Revision July 2012

- ▶ 31.2.8.1 Cascade d'oxygène
- ▶ 31.2.8.2 Déterminants de la pression partielle alvéolaire en O₂
- ▶ 31.2.8.3 L'équation du shunt
- ▶ 31.2.8.4 Le transport sanguin de l'O₂
- ▶ 31.2.8.5 La livraison de l'O₂, la consommation d'O₂ et sa mesure
- ▶ 31.2.8.6 L'O₂ dissous
- ▶ 31.2.8.7-8 L'hémoglobine et la courbe de dissociation de l'oxyHb
- ▶ 31.2.8.9 Formes anormales de l'Hb
- ▶ 31.2.8.16 La cyanose
- ▶ 31.2.8.18 La toxicité de l'O₂
- ▶ 31.2.8.19 Méthodes de mesure du niveau d'oxygénation
- ▶ 31.2.8.22 Mécanismes d'hypoxémie sous anesthésie



3

L'anesthésiologie en résumé

- ▶ 1) Assurer l'inconscience ou l'insensibilité
- ▶ 2) Assurer un apport suffisant en substrats aux cellules pour maintenir leur métabolisme et intégrité structurale



4

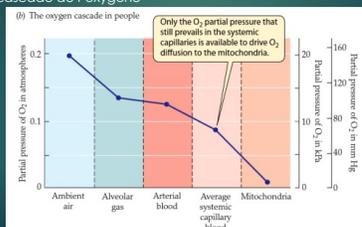
Un apport d'oxygène quotidien est bon pour la santé – Santé Canada



5

La voie de l'oxygène

- ▶ La cascade de l'oxygène



6

La voie de l'oxygène

- ▶ Cascade de l'oxygène:
 - ▶ Concept représentant les différentes étapes nécessaires au transport de l'O₂ de l'environnement (atmosphère) aux jusq'aux mitochondries afin d'assurer les étapes oxydatives du cycle de Krebs, pour ultimement mener à la production d'énergie (ATP)
 - ▶ 4 étapes:
 - ▶ 1) Transport de masse de l'environnement aux alvéoles
 - ▶ 2) Diffusion passive de l'air alvéolaire au sang
 - ▶ 3) Transport de masse des capillaires pulmonaires aux capillaires systémiques
 - ▶ 4) Diffusion passive de l'oxygène du sang capillaire aux cellules, et dans le cytoplasme vers les mitochondries

Biro, G.P., *From the Atmosphere to the Mitochondrion: The Oxygen Cascade*, in Kim and Greenburg, *Hemoglobin-Based Oxygen Carriers as Red Cell Substitutes and Oxygen Therapeutics*, Springer-Verlag, Berlin, 2012

7

La voie de l'oxygène

1

$$P_{a\text{v}O_2} = FIO_2 (P_{\text{atm}} - P_{\text{H}_2O}) - PaCO_2/R$$

R = Quotient respiratoire (0,8) P_{H₂O}=47 mmHg à 37°

- ▶ Étape 1: Déterminants de la pression partielle alvéolaire en O₂
 - ▶ Pression atmosphérique
 - ▶ Pourcentage d'oxygène dans l'air alvéolaire
 - ▶ Dépend de la fraction d'oxygène dans l'air inspiré (FIO₂)
 - ▶ Dépend du taux métabolique (consommation O₂, production CO₂)
 - ▶ Dépend d'une circulation efficace
 - ▶ Dépend d'une ventilation efficace (convection)
 - ▶ Apports d'O₂ pour remplacer l'O₂ absorbé
 - ▶ Élimination du CO₂ (si on la fraction alvéolaire en O₂ diminue, et en conséquence sa pression partielle)

8

La voie de l'oxygène

2

Loi de Fick

$$V_{\text{gas}} \propto (S/E) D(P_1 - P_2)$$

V = vitesse de diffusion
S = Surface
E = épaisseur
D = constante de diffusion
P₁ = pression partielle

- ▶ Étape 2: La diffusion

P_{O₂} alvéolaire
Pression partielle en O₂ dans le sang (mmHg)
Temps dans le capillaire (s)
Entrée capillaire alvéolaire
Sortie capillaire alvéolaire

▶ Toutefois, le contenu artériel en oxygène est inférieur à la valeur prédite par la loi de Fick

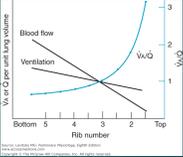
S. Bayat, *Diffusion des Gaz*, Amiens, 2012

9

2

La voie de l'oxygène

- ▶ Étape 2: Le shunt
 - ▶ Shunt Physiologique
 - ▶ Match V/Q varie selon le gradient gravitaire
- ▶ Shunt anatomique
 - ▶ Certaines veines se jettent directement dans la circulation systémique
 - ▶ Environ 5 – 15 mmHg PaO₂, augmente avec l'âge
 - ▶ Circulation bronchique, veines mésentériques
- ▶ Shunt Pathologique (absolu ou partiel – mélange veineux).




10

2

La voie de l'oxygène

- ▶ Étape 2: Le shunt – Modèle à 2 compartiments
 - ▶ Assumant deux compartiments
 - ▶ Un compartiment idéal (V/Q = 1)
 - ▶ Un compartiment de shunt (V/Q = 0)
 - ▶ Estimation de la fraction de shunt physiologique:

$$Q_{sh}/Q = \frac{C_{capO_2} - C_{artO_2}}{C_{capO_2} - C_{veO_2}}$$

Puisque l'Hb est répartie uniformément et représente la majeure partie du contenu en O₂ du sang, et assumant une S_{capO₂} de 100% dans les capillaires ventilés:

$$VQI = \frac{1 - SaO_2}{1 - SvO_2} \quad \text{ou} \quad VQI = \text{Ratio de ventilation/perfusion}$$


11

3

La voie de l'oxygène

- ▶ Étape 3: le transport sanguin de l'oxygène
 - ▶ Livraison: DO₂
 - ▶ DO₂ = CO X CaO₂
 - ▶ OÙ CaO₂ = (1,36 X Hb X SaO₂) + (0,03 X PaO₂)

(mL/L) (mL/g) (g/L) (mL/mmHg*L) (mmHg)

Donc la livraison de l'oxygène aux tissus dépend de

- 1) Le débit cardiaque (CO)
- 2) La SaO₂
- 3) La quantité d'Hb EFFICACE
- 4) Et dans une moindre mesure de la PaO₂



12

La voie de l'oxygène

3

- ▶ Exemple de calcul:
 - ▶ Pour une personne avec une Hb à 130g/dL, SaO₂ à 98% et PaO₂ à 100:
 - ▶ CaO₂ = 1,39mL/g X 130 g/L X 0,98 + 0,03 mL/mmHg*L X 100 mmHg
 - ▶ CaO₂ = 177 mL/L + 3 mL/L
- ▶ Il est évident selon cet exemple que la quantité d'oxygène dissous est négligeable pour le contenu total
- ▶ Toutefois, c'est l'oxygène dissous qui participe aux échanges



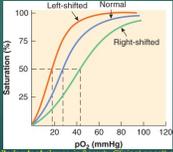
13

La voie de l'oxygène

4

Loi de Fick
 $V_{\text{gas}} \propto (S/E) D(P_1 - P_2)$
 V = vitesse de diffusion
 S = Surface
 E = épaisseur
 D = constante de diffusion
 P₁ = pression partielle

- ▶ Étape 4: la diffusion de l'oxygène vers les cellules
 - ▶ Toujours selon le gradient de pression partielle (Loi de Fick)
 - ▶ Hémoglobine sert de réservoir pour maintenir ce gradient de pression partielle



Corriat C, Corriat C. Commonly used monitoring techniques. In Barash, Clinical anesthesia, 8th ed., Wolter-Kluwer, Philadelphia, 2017



14

La voie de l'oxygène

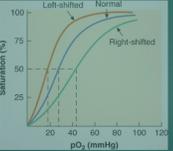
4

▶ SHIFT À GAUCHE (Hb conserve l'O₂)

- ▶ pCO₂ ↓
- ▶ pH ↑
- ▶ T°C ↓
- ▶ 2-3 DPG ↓
- ▶ HbF
- ▶ HbCO
- ▶ Methemoglobine

▶ SHIFT À DROITE (Hb libère l'O₂)

- ▶ pCO₂ ↑
- ▶ pH ↓
- ▶ T°C ↑
- ▶ 2-3 DPG ↑
- ▶ SulfHb
- ▶ HbS polymérisée





15

La voie de l'oxygène 4

- ▶ 2-3 DPG ?
 - ▶ Phosphate inorganique produit par les érythrocytes
 - ▶ Se lie à l'Nb, diminuant l'affinité de celle-ci pour l'O₂
 - ▶ Augmente avec
 - ▶ Altitude
 - ▶ Anémie chronique
 - ▶ Hyposé chronique
 - ▶ Hyperthyroïdie
 - ▶ Alcalose chronique
 - ▶ Diminue avec
 - ▶ Sang de banque (se replace en 24 heures)
 - ▶ Hypothyroïdie
 - ▶ Hypophosphatémie
 - ▶ Acidose chronique

From the sounds of it, you're an expert at not knowing what the fuck you're talking about.

Tell me more.



somecards.com



16

La voie de l'oxygène 4

- ▶ Formes anormales de l'hémoglobine
 - ▶ Méthémoglobine (Fe²⁺ → Fe³⁺)
 - ▶ Méthémoglobinémie congénitale, Déficience en G6PD
 - ▶ Acquisse: agents oxydants
 - ▶ Nitrates et nitrites (Nitroprusiate de sodium)
 - ▶ NO
 - ▶ Chlorates
 - ▶ Anesthésiques locaux (benzocaïne, lidocaïne, prilocaïne)
 - ▶ Zoplicone
 - ▶ Acétaminophène, celecoxib
 - ▶ Méfloclopramide
 - ▶ Bleu de méthylène (hautes doses, > 7mg/kg)
 - ▶ Médicaments anti-malaria, antinéoplasiques (cyclophosphamide...)
 - ▶ Autres expositions environnementales/alimentaires



17

La voie de l'oxygène 4

- ▶ Méthémoglobinémie
 - ▶ Absorbe les longueurs d'ondes rouge et infrarouge dans un ratio 1:1 (Donne lecture de 85% sur SpO₂)
 - ▶ Donc peut sous-estimer ou surestimer saturation
 - ▶ Symptômes:
 - ▶ 3-15% Asx, cyanose à 10%
 - ▶ 20-30% Fatigue, tachypnée, dyspnée, tachycardie, Anxiété/confusion, NV
 - ▶ 40% et plus: convulsions, coma, arythmies, acidose lactique, mort
 - ▶ Décoloration brune du sang
 - ▶ Traitement: NBM 1-2 mg/kg IV en 5 minutes



18

La voie de l'oxygène

4

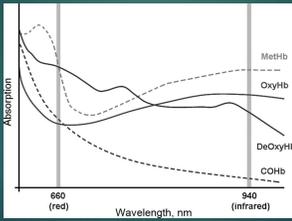
- ▶ Formes anormales de l'hémoglobine
 - ▶ Carboxyhémoglobine
 - ▶ CO a une affinité 240 fois plus grande que O₂ pour l'hémoglobine
 - ▶ Demi-vie de 4 heures avec FIO₂ 21%, 40 minutes avec FIO₂ 100%
 - ▶ Autre cause d'erreur sur le saturomètre: à 70% COHb, le saturomètre donne encore une lecture de 90%
 - ▶ Symptômes:
 - ▶ Moins de 20%: Asx
 - ▶ 20-30%: NV, céphalées
 - ▶ 30-40%: Confusion
 - ▶ 40-60%: Coma
 - ▶ > 60%: Mort
 - ▶ Traitement = O₂.



19

La voie de l'oxygène

4




20

Différents mécanismes d'hypoxie

- ▶ **Hypoxémie: Saturation anormale de l'hémoglobine**
- ▶ Hypoxie tissulaire: apport d'oxygène insuffisant au niveau organique, tissulaire ou cellulaire
- ▶ Hypoxie stagnante (ischémie): quand l'apport en O₂ est réduit à cause d'un débit sanguin réduit
- ▶ Hypoxie cytotoxique: quand la respiration cellulaire (mitochondriale) est inhibée par un agent compétitif (ex: cyanide)
- ▶ Hypoxie anémique: lorsqu'il y a réduction significative de l'Hb ou présence en quantité d'hémoglobines dysfonctionnelles.



21

Signes cliniques de l'hypoxie

- ▶ Signes précoces: anxiété, confusion, agitation
 - ▶ ***À suspecter chez tout patient combatif, spécialement en situation de trauma***
- ▶ Plus tardivement, hypotension et altération de l'état de conscience
- ▶ Cyanose: signe tardif de l'hypoxémie. Coloration bleutée plus facile à identifier autour des lèvres. L'œil humain ne détecte la cyanose qu'aux alentours d'une saturation de 80%.
- ▶ Plus de 5g/L de désoxyhémoglobine cause une cyanose peu importe la saturation: donc patients anémiques peuvent ne pas démontrer cyanose et patients polycythémiques peuvent apparaître cyanosés même en l'absence d'hypoxémie.
- ▶ L'acrocyanose peut se voir sans hypoxémie (à cause d'un flot ralenti du sang et d'une absorption plus grande de l'O₂)
- ▶ Mort si non corrigée rapidement



22

Toxicité de l'oxygène



- ▶ Nouveaux-nés et prématurés:
 - ▶ Rétinopathie
 - ▶ Toxicité pulmonaire
 - ▶ Hémorragies intraventriculaires
- ▶ Adultes (principalement conditions hyperbares et plongée, rarement effets cliniques lors d'expositions de moins de 48 heures à une FIO₂ de 100% et 1 atm)
 - ▶ Toxicité pulmonaire (ARDS, fibrose pulmonaire)
 - ▶ Neurotoxicité (ad convulsions)
- ▶ Pathophysiologie:
 - ▶ Radicaux libres/dommages membranaires
 - ▶ Inhibition enzymatique hyperoxique
 - ▶ Vasoconstriction
- ▶ Atélectasie de résorption



23

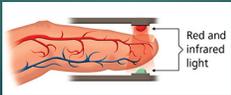
Saturométrie



24

SpO₂ - Matériel

- ▶ 2 diodes émettrices (660 et 940 nm) et 1 diode réceptrice
 - ▶ Nouveaux saturomètres avec plus de diodes pour discriminer d'autres formes d'Hb...
- ▶ Différentes configurations:
 - ▶ Digitale, auriculaire ou nasale
 - ▶ Réflectance (front, scalp, oesophagienne)



Red and infrared light



25

Saturométrie de pouls

- ▶ Quel est son principe de fonctionnement?
 - ▶ A) Composante pulsatile du ratio d'absorption de deux différentes longueurs d'onde (rouge et IR)
 - ▶ B) Magie
 - ▶ C) Mesure d'absorption de 4 longueurs d'ondes par spectrophotométrie du sang artériel
 - ▶ D) « Sais pas trop c'est la job de l'inhalo... »

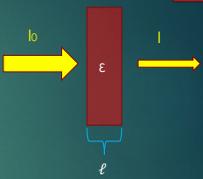



26

SpO₂

- ▶ Loi de Beer-Lambert
- ▶ $I = I_0 * 10^{-\epsilon C \ell}$
- ▶ $A = -\log_{10} I/I_0 = C * \epsilon * \ell$
- ▶ Ou $C = \frac{-\log_{10} I/I_0}{\epsilon * \ell}$

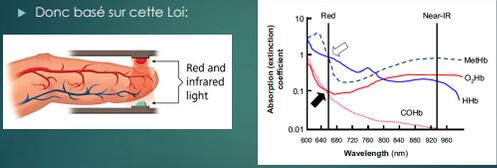
Où C = concentration d'une substance
 A= Absorbance ou extinction
 I= lumière ou longueur d'onde sortante
 I₀=lumière ou longueur d'onde incidente
 ε= coefficient d'absorption molaire
 ℓ= distance parcourue par la longueur d'onde




27

SpO₂

► Donc basé sur cette Loi:



Red and infrared light

Chan ED et al. *Respiratory medicine*. [2013], 107: 789-799



28

SpO₂

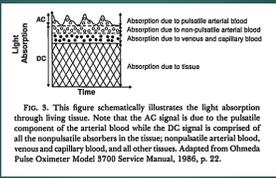


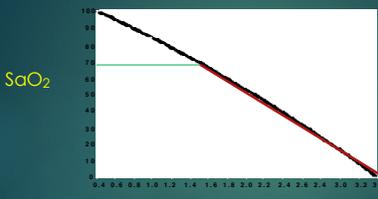
FIG. 3. This figure schematically illustrates the light absorption through living tissue. Note that the AC signal is due to the pulsatile component of the arterial blood while the DC signal is comprised of all the nonpulsatile absorbers in the tissue, nonpulsatile arterial blood, venous and capillary blood, and all other tissue. Adapted from Ohmeda Pulse Oximeter Model 9700 Service Manual, 1986, p. 22.

Tremper KK. *Anesthesiology* [1989], 70:98-108



29

SpO₂ - Calibration



$$R = \frac{AC_{660}/DC_{660}}{AC_{940}/DC_{940}}$$

Graphique gracieuseté Dr Michel Girard



30

SpO₂

Chan ED et al. *Respiratory medicine*. (2013). 107: 789-799

CHUM

31

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Anémie

- ▶ Loi de Beer-Lambert
 - ▶ Théoriquement l'anémie ne devrait pas avoir d'effet
 - ▶ Puisque HbR et HbO₂ diminuent dans les mêmes proportions
 - ▶ Cependant la Loi de Beer-Lambert a été définie pour un seul trajet dans un seul milieu (alors que les 2 longueurs d'ondes traversent d'autres tissus que le sang...
 - ▶ Les courbes de calibration étant établies chez des patients sans anémie, la valeur de R se trouve modifiée par une dispersion moins grande des ondes lors d'anémie
- ▶ Résultat net: l'anémie sévère cause une sous-estimation de la valeur de SpO₂ chez les patients hypoxémiques, et non chez les patients normoxémiques
- ▶ Par contre: compte tenu du CaO₂ qui est diminué lors d'anémie, cela a le bénéfice d'entraîner une réponse thérapeutique appropriée

CHUM

32

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: contaminants

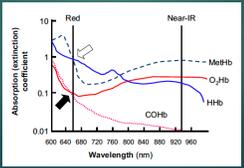
- ▶ Lumière extérieure
 - ▶ Sur les anciens modèles, les nouveaux étant capable de « soustraire » l'effet de la lumière ambiante
- ▶ Diode émettrice mal-positionnée
 - ▶ Si une partie importante de la lumière émise vers le photorécepteur évite les tissus d'intérêt, le ratio R tendra vers 1 et la saturation tendra vers 85%
- ▶ Appareils de neuronavigation (triangulation infrarouge)
 - ▶ Émettent des rayons infrarouges pulsés interférant avec la lecture (perturbe le signal pléthysmographique et tend à causer une sous-estimation)

CHUM

33

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances

- Surestimation:
 - Intoxication au monoxyde de carbone
 - Essentiellement: CO absorbe la lumière rouge (660) pratiquement au même niveau que HbO₂. N'absorbe pratiquement pas l'IR (940)



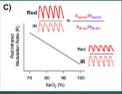
The graph plots Absorption coefficient (y-axis, log scale from 0.01 to 10) against Wavelength (nm) (x-axis, from 600 to 950). It shows curves for Hb (blue), HbO₂ (red), COHb (green), and MetHb (purple). At the Red wavelength (660 nm), COHb and MetHb have absorption coefficients similar to HbO₂. At the Near-IR wavelength (940 nm), COHb and MetHb have very low absorption coefficients, similar to Hb.

CHUM

34

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances

- Intoxication au CO (suite):
 - Il y aura réduction de l'absorption de lumière rouge par l'HbO₂ diminuée mais celle-ci est compensée par l'augmentation de l'HbCO
 - Il y aura une réduction également de l'HbR: comme celle-ci absorbe proportionnellement plus de lumière rouge la diminution de l'absorption à 660 nm entrainera une diminution du ratio R, donc une augmentation factice de la SpO₂



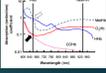
The graph shows the relationship between SpO₂ and HbCO. As HbCO increases, SpO₂ also increases, indicating a false rise in oxygen saturation due to CO poisoning.

CHUM

35

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances

- SpO₂ ≠ SaO₂
- Cooximètre:
 - SaO₂ fonctionnelle
 - $SaO_2 = 100 * [HbO_2] / ([HbO_2] + [HbR])$
 - Sera aussi surestimée dans un cas d'intox au CO
 - SaO₂ fractionnelle (FO₂Hb)
 - $SaO_2 = 100 * [HbO_2] / ([HbO_2] + [HbR] + [HbCO] + [MetHb] + [SHb])$

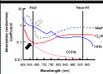


The graph plots Absorption coefficient (y-axis, log scale from 0.01 to 10) against Wavelength (nm) (x-axis, from 600 to 950). It shows curves for Hb (blue), HbO₂ (red), COHb (green), and MetHb (purple). At the Red wavelength (660 nm), COHb and MetHb have absorption coefficients similar to HbO₂. At the Near-IR wavelength (940 nm), COHb and MetHb have very low absorption coefficients, similar to Hb.

CHUM

36

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances

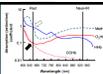


- ▶ Surestimation:
 - ▶ Crises vaso-occlusive (anémie falciforme):
 - ▶ Via augmentation de HbCO
 - ▶ Métabolisme de l'hème en bilirubine + CO
 - ▶ Négligeable cliniquement selon la littérature (max 3.4% surestimation)
 - ▶ Shift à droite...

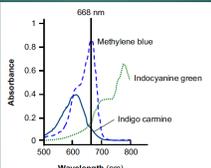


37

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances



- ▶ Sous-estimation:
 - ▶ Colorants-marqueurs injectables
 - ▶ Methylene blue
 - ▶ Indocyanine green
 - ▶ Indigo carmine

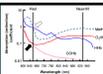


Chan ED et al. *Respiratory medicine*. (2013). 107: 789-799



38

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances



- ▶ Sous-estimation:
 - ▶ Vernis à ongles
 - ▶ Pas un problème avec les nouveaux modèles
 - ▶ Les plus: brun et noir: réduction moyenne de 2%
 - ▶ Autres pigments:
 - ▶ Henné noir
 - ▶ Peau?
 - ▶ Couleur de la peau considérée négligeable avec les nouvelles générations de saturomètres.

J Pediatr 2017; 184: 175-177.e2. doi:10.1016/j.jpeds.2016.11.045

The Effect of Skin Pigmentation on the Accuracy of Pulse Oximetry in Infants with Hypoxemia

Elizabeth E. Foglia, MD MSc^{1,2}, Robin K. Whyte, MB¹, Asmita Choudhary, BS, BMT¹, Anthony Mori, MD¹, Jodi Chen, MD¹, Kathleen J. Probst, ScD¹, and Barbara Schmidt, MD, MSc^{1,2,3,4}



39

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances

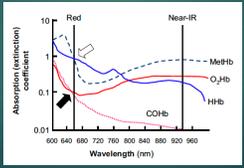
- ▶ Sous-estimation:
 - ▶ Variantes de l'Hémoglobine
 - ▶ Bonn, Köln, Hammersmith, Cheverly, Lansing



40

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances

- ▶ Sur ou sous-estimation:
 - ▶ Méthémoglobinémie
 - ▶ MeHb absorbe le rouge et l'IR dans un ratio de 1:1




41

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: Absorption par d'autres substances

- ▶ Méthémoglobinémie (suite)
 - ▶ À des hauts niveaux, la méthémoglobinémie donnera une saturation de 85%, peu importe la FO₂Hb
 - ▶ En plus, comme vu précédemment, la MeHb entraîne un shift vers la gauche de la courbe de dissociation de l'Hb, entraînant une hypoxie tissulaire surajoutée
 - ▶ Le traitement de la MeHb peut quant à lui réduire significativement la SpO₂ de façon factice (Bleu de méthylène).
- ▶ Sulfhémoglobine:
 - ▶ Semblable à méthémoglobine mais moins dangereuse (shift à droite)
 - ▶ Pas de traitement spécifique connu (exsanguino-transfusions)

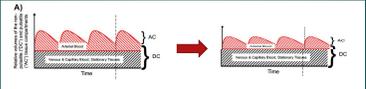


42

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: composante pulsatile



- ▶ Si le pouls est trop faible: Diminution du « signal to noise ratio »
- ▶ Perte de la capacité à obtenir une lecture (ex: PNI)



- ▶ Causes possibles: vasoconstriction, hypothermie, choc cardiogénique, hypovolémique, distributif, obstructif, MVAS ou hautes doses de vasopresseurs
- ▶ Dans ces circonstances: la sonde à l'oreille ou au front sont en général plus fiables.



43

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: composante pulsatile



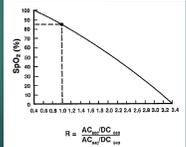
- ▶ Désaturation factice:
 - ▶ Pulsations veineuses
 - ▶ Causes:
 - ▶ Sonde adhésive trop serrée
 - ▶ Position déclinée du saturimètre
 - ▶ Insuffisance tricuspidienne sévère
 - ▶ Choc distributif avec ouverture de shunts artério-veineux
 - ▶ Fistule AV
 - ▶ Artéfacts de mouvements
 - ▶ Les algorithmes des nouveaux saturimètres prennent en charge une variété de mouvements, mais si ceux-ci s'apparentent au rythme cardiaque la composante non-pulsatile peut se retrouver intégrée au calcul de la composante pulsatile.



44

SpO₂ – Potentiels d'erreurs: calibration

- ▶ Les saturimètres sont livrés pré-calibrés et ne peuvent être recalibrés dans le champ.
- ▶ Les valeurs sous 70% sont en général extrapolées, donc leur fiabilité est questionable (mais plutôt que de vous questionner sur la validité du chiffre lu, ne devriez-vous pas être en train de traiter le patient?)



$R = \frac{AC_{70-100} \cdot DC_{70-100}}{AC_{0-100} \cdot DC_{0-100}}$



45

Autres artéfacts potentiels

- ▶ Électrocautère



46

SpO₂ - Limites inhérentes

- ▶ SpO₂ ≠ SaO₂
- ▶ SpO₂ ne mesure pas l'oxygène dissous (paO₂)
- ▶ Une SpO₂ normale ne garantit pas une livraison d'oxygène aux tissus et aux cellules (ce n'est qu'une composante du calcul).
- ▶ La désaturation lors d'apnées chez des individus pré-oxygénés peut survenir tardivement (ex: sédations procédurales) et l'effet Bohr est négligeable, ce qui en fait un mauvais moniteur de la ventilation.
- ▶ Beaucoup de faux-positifs (ad 75%); cependant la pire attitude consiste à assumer que ce soit un faux-positif



47

Quand le saturomètre est plus fiable que le co-oximètre...

- ▶ Hémoglobine F
- ▶ Hyperbilirubinémie



48

SpO₂ – Quelles sont les évidences

- ▶ Nombres d'études limité par son adoption rapide comme standard de pratique (1986 aux EUA).
- ▶ Pas de différence en général pour la mortalité ou les outcomes à long terme en anesthésie
- ▶ Aux SI, SpO₂ > 92% est indicateur d'oxygénation adéquate chez les caucasiens (95% chez les patients très foncés).
- ▶ Cependant, à garder en tête:

Hazardous Journeys

Parachute use to prevent death and major trauma related to gravitational challenge: systematic review of randomised controlled trials

Gordon C, V. Smith, JH Frowe

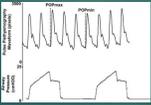
BMJ 2008;327:1499-01



49

SpO₂ – Autres applications

- ▶ dPoP/PVI
- ▶ Pourrait se substituer au PPV pour l'évaluation de la volémie



Canesson et Al., *Anesthesiology* 2007, 106(6):1105-11



50

PaO₂ transcutanée

- ▶ Peu utilisée en clinique
- ▶ Basée sur le principe que la vasodilatation causée par l'application de chaleur génère un débit sanguin local excédant les besoins locaux en O₂, ce qui permet à la pO₂ des capillaires d'approcher la pO₂, et celle-ci est analysée par une électrode adhérent à la peau.
- ▶ Plusieurs limitations (vasoconstriction, bas débit...)
- ▶ Risque de brûlures.



51

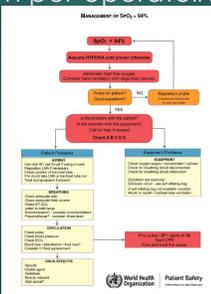
Développements futurs

- ▶ Analyse continue des gaz sanguins artériels
- ▶ Encore beaucoup de travail à faire (précision, exactitude, thrombogénicité...)



52

Désaturation per-opérateur



53

Questions ?



54
