

Université René Descartes -Paris V

Faculté Cochin -Port Royal

LE SATUROMETRE EN EHPAD

Docteur Alain GLEISES

Diplôme Inter-Universitaire de Médecin Coordonnateur
d'EHPAD

Année Universitaire 2009

Directeur de thèse : Professeur Anne-Sophie RIGAUD

A GUILLAUME

A LOUISE

INTRODUCTION

But de ce travail

PRESENTATION

Historique

Description de l'appareil

Modèles de saturomètres

RAPPEL PHYSIOLOGIQUE

Transport de l'O₂ dans le sang

O₂ dissous

O₂ combiné

MODE DE FONCTIONNEMENT

Le capteur

Photopléthysmographie

Spectrophotométrie

Le microprocesseur

APPLICATIONS MEDICALES

Oxygénothérapie en situation d'urgence

Causes respiratoires

Causes circulatoires

Causes toxiques

Oxygénothérapie de longue durée

FIABILITE DES MESURES

INDICATIONS ET INTERET EN EHPAD

CONCLUSION

INTRODUCTION

Dans le but d'améliorer la qualité des soins en EHPAD, nous avons choisi d'étudier, en milieu gériatrique, l'intérêt de l'utilisation d'un oxymètre de pouls ou saturomètre .

Le médecin coordonnateur, garant de la qualité des soins, se doit, dans sa mission, de rechercher de nouveaux outils pouvant faciliter le travail des équipes soignantes, améliorant ainsi la prise en charge des résidents.

But de ce travail

- Connaître les différentes situations où l'on peut avoir recours au saturomètre
- Comparer les différents appareils en fonction de leur coût, de leur maniabilité, de leur fiabilité
- Intérêt économique dans le cas d'alternative à une hospitalisation

PRESENTATION

Le saturomètre est un appareil électronique permettant, de façon non invasive, la mesure en temps réel de la saturation en oxygène de l'hémoglobine.

Il doit pouvoir être utilisé par un personnel non médical, une fois que celui-ci sera formé à son fonctionnement.

Historique

Inventé au début des années 1970 par un bio-ingénieur japonais, Takuo Aoyagi, il sera utilisé dès 1980 dans les salles d'opération américaines, puis son usage va s'étendre aux unités de soins intensifs, dans les services d'urgences, puis en ambulatoire du fait de la miniaturisation et des performances accrues des différents appareils.

Description de l'appareil

L'oxymètre de pouls se compose de trois parties essentielles, un capteur, un microprocesseur et un écran. Ces trois parties, du fait de la miniaturisation actuelle, pouvant être réunies sur certains appareils, en un seul élément.

- Le capteur :

Les plus fréquemment utilisés se fixent au niveau de l'extrémité distale d'un doigt, soit sous forme de pinces pouvant être utilisée aussi bien à droite qu'à gauche, soit sous forme d'autocollant pourvu de 2 diodes lumineuses, particulièrement adapté en pédiatrie et chez les patients agités.

Il existe des modèles pouvant se placer au niveau du lobe de l'oreille, du front ou du nez.

- Le microprocesseur :

Il paramètre les débits détectés et les transforme en pourcentage de saturation. Le délai d'affichage est de l'ordre de 3 secondes

- L'écran :

Variable d'un modèle à l'autre, il permet la lecture directe de la saturation, affiche les pulsations ainsi qu'un indice de qualité du signal numérique

Modèles de saturomètres

Caractéristiques communes :

- un histogramme de la fréquence cardiaque,
- un affichage graphique de la SpO₂
- un affichage de la qualité du signal

Selon leur utilisation, ils se déclinent en modèles différents et proposent :

- une alarme sonore et visuelle réglable
 - un écran réglable en direction
 - une mise en mémoire
-
- En soins intensifs ils font partie d'un ensemble et peuvent afficher de très nombreux paramètres avec alarmes connectées à distance
 - En situation d'urgence, ce sont des appareils semi-portables, utilisés essentiellement par les SAMU ou en hospitalisation, d'un coût modérément élevé (*entre 500 et 700€*). Qui apparaissent parfaitement adaptés en EHPAD
 - En ambulatoire, ce sont des dispositifs de plus en plus compacts et fiables, extrêmement légers (*de l'ordre de 50 gr*), peu onéreux (*80€ environ*) qui doivent pouvoir faire partie de la trousse du médecin généraliste.

RAPPEL PHYSIOLOGIQUE

La fonction respiratoire permet de définir l'ensemble des échanges gazeux qui se produisent entre un organisme vivant et son environnement.

Chez l'homme, on définit différentes phases du transport de l'oxygène :

- la ventilation pulmonaire qui permet le transfert de l'O₂ de l'air vers les alvéoles pulmonaires
- la diffusion pulmonaire qui permet le passage de l'O₂ à travers la membrane alvéolo-capillaire vers les globules rouges
- le débit sanguin

- la diffusion de l'O₂ du sang vers les tissus
- l'utilisation de l'O₂ par le métabolisme cellulaire

Transport de l'O₂ dans le sang :

L'oxygène existe sous 2 formes dans le sang : dissous et lié à l'hémoglobine

- Oxygène dissous :

La concentration d'O₂ dissous dans le sang est proportionnelle à la pression partielle d'O₂ et au coefficient de solubilité de l'oxygène. Elle représente environ 2% de la quantité d'O₂ transporté

- Sous forme combinée à l'hémoglobine.

L'hémoglobine est une hétéroprotéine pigmentée (nous verrons que cette caractéristique est essentielle dans le fonctionnement du saturomètre), tetramérique, constituée de 4 sous-unités polypeptidiques composée de deux protomères.

Les corps chimiques dont la molécule est constituée de répétitions multiples d'un même ensemble d'atomes sont des polymères; L'unité structurale ainsi répétée est un protomère

Chaque protomère est composé de deux sous-unités, une sous-unité alpha et une sous-unité bêta associées chacune à un cofacteur lié : l'hème, lui-même formé d'une structure aromatique et d'un atome de fer.

Chacun des 4 sites va fixer, de façon réversible, une molécule d'O₂ au niveau du fer de l'hème et former l'oxyhémoglobine qui prend alors, sur le plan colorimétrique une couleur rouge vif.

La vitesse de transport de l'O₂, en fonction de la pression de ce gaz, est de type allostérique, c'est à dire, dont la protéine varie dans sa conformation spatiale lorsqu'elle se lie à un effecteur, cette liaison se traduisant par une modification de l'activité.

Ainsi, au niveau de l'hémoglobine, la fixation de la première molécule d'O₂ augmente l'affinité de la liaison de la seconde, la fixation de la seconde augmente l'affinité pour la troisième et ainsi de suite

La coopération entre les protomères confère à l'hémoglobine une grande affinité pour l'O₂ dans les poumons où il est abondant, et au contraire une faible affinité pour l'O₂ dans les tissus où il est transmis aux cellules.

L'hémoglobine a donc un comportement différent d'un organe à l'autre lorsque les pressions d'O₂ sont différentes.

La diminution de l'affinité de l'hémoglobine pour l'oxygène dépend de plusieurs facteurs :

- Lorsque le pH diminue, l'hémoglobine fixe des protons ce qui inhibe la fixation de l'O₂.

- Lorsque la PCO₂ augmente

- Le 2-3 DPG (*DiPhosphoGlycerate*) est un ligand de l'hémoglobine dont la liaison est maximale à pH neutre. Lorsque le 2-3 DPG augmente, il favorise le passage de l'hémoglobine sous forme désoxygénée.

Ces propriétés chimiques sont essentielles puisqu'elles permettent une meilleure libération de l'O₂ dans les tissus .

A ce stade, l'hémoglobine se présente sous forme désoxygénée ou désoxyhémoglobine dont l'indice colorimétrique varie par rapport à l'oxyhémoglobine

- L'oxyhémoglobine absorbe plus de lumière infrarouge et transmet plus de lumière rouge.

- La désoxyhémoglobine absorbe plus de lumière rouge et laisse passer plus d'infrarouge.

C'est sur cette variation colorimétrique qu'est basée le principe de calcul de la saturation par l'oxymètre. L'absorbance de chaque longueur d'onde dépend ainsi de la saturation ou désaturation de l'hémoglobine. Elle peut donc être utilisée pour déterminer le niveau de saturation en O₂ de l'hémoglobine.

MODE DE FONCTIONNEMENT

Le capteur

émet des signaux lumineux par 2 diodes d'une longueur d'onde de 660nm (*nanomètre*) (rouge) et de 940nm (infrarouge), reçoit l'amplitude lumineuse perçue au niveau d'un photorécepteur située de l'autre côté du tégument analysé puis détecte l'absorbance de ces ondes par l'hémoglobine sanguine.

Cette détection s'effectue par 2 mécanismes :

- Photopléthysmographie :

Cette technique permet l'enregistrement des modifications de volume et donc de pression intervenant dans une zone vasculaire.

Elle utilise la réflexion cutanée de la lumière infrarouge au niveau des plexus veineux intradermique.

Au niveau de l'oxymètre de pouls elle permet d'analyser la vascularisation distale par l'indice de perfusion périphérique, et distingue la composante pulsatile (sang artériel) de la non pulsatile (tissus et sang veineux)

- Spectrophotométrie d'absorption :

Permet de mesurer l'absorption de la lumière d'une solution d'hémoglobine dans le visible avec un spectrophotomètre.

Selon l'état de la molécule d'hémoglobine, ses caractéristiques d'absorption de la lumière seront modifiées, conduisant à des spectres d'absorption différents, et donc permettant de distinguer l'oxyhémoglobine de l'hémoglobine réduite.

Le microprocesseur :

après conversion liée à des algorithmes complexes, il détermine la quantité d'O₂ dans le sang et l'exprime en pourcentage de saturation en O₂. Il fournit en outre la fréquence cardiaque et un index de qualité du signal.

APPLICATIONS MEDICALES

INDICATIONS

Elles sont larges, compte tenu du caractère non invasif de la mesure.

La mesure de la saturation de l'hémoglobine par prélèvement de sang artériel (*SaO2*), seule technique qui permette une mesure fiable et définitive des gaz du sang, n'est raisonnablement envisageable qu'en milieu hospitalier.

L'oxymètre est un moyen aisé de mesurer la saturation artérielle en oxygène par voie transcutanée. (*SpO2*)

SaO2 : saturation de l'hémoglobine en O₂ mesurée par prélèvement de sang artériel. S'exprime en pourcentage (plage normale 96 % - 100 %)

SpO2 : Saturation de l'hémoglobine en O₂ mesurée par oxymétrie de pouls, le « P » signifiant saturation pulsée. S'exprime en pourcentage (N : 96 % - 100 %)

PaO2 : Pression partielle en O₂ dans le sang artériel. C'est la quantité d'O₂ transportée dans le sang et délivrée aux tissus. S'exprime en mmHg; (N entre 80 et 90mm Hg)

Les anomalies hypoxémiques détectées par le saturomètre vont permettre, de façon rapide, la mise en place d'un traitement par oxygénothérapie normobare, tout en gardant à l'esprit que chaque diagnostic aura son traitement spécifique.

MATERIEL D'OXYGENOTHERAPIE

- Bouteilles de couleur blanche, pression initiale 200bars, intégrant manomètre et débitmètre

- extracteurs : concentrent l'O₂ de l'air ambiant, nécessitent une source électrique; Le débit est faible, de l'ordre de 4 l / mn, réservés essentiellement aux insuffisants respiratoires chroniques à domicile.

L'interposition d'un humidificateur à eau est recommandée pour éviter l'assèchement des voies aériennes.

OXYGENOTHERAPIE EN SITUATION D'URGENCE

L'insuffisance respiratoire aiguë se définit comme l'impossibilité pour le patient de maintenir une hématoxe normale.

Le trouble de l'hématoxe est caractérisé par une altération des gaz du sang avec :

- Hypoxémie : la pression partielle du sang artériel en O₂ (*PaO₂*) est inférieure à 80 mm de Hg et la saturation de l'hémoglobine en O₂ (*SaO₂*) est inférieure à 95%
- Associé ou non à une hypercapnie

CAUSES RESPIRATOIRES PAR TROUBLES DE LA VENTILATION

On peut citer :

1) Une atteinte de la fonction pompe

Parfois primitive, liée à une maladie neuromusculaire, ou à une intoxication aux psychotropes

Souvent secondaire liée à la fatigue des muscles respiratoires lors de l'augmentation du travail ventilatoire :

- hyperthermie, effort
- pneumonies, oedèmes pulmonaires, épanchement pleural
- pneumothorax
- bronchospasme, encombrement bronchique

2) Atteinte de la fonction d'échange pulmonaire

Par altération des rapports ventilation alvéolaire /perfusion pulmonaire :

. Effet Shunt intra pulmonaire : Lorsque la ventilation est faible par rapport à la perfusion

- Atélectasies
- pneumopathies
- oedèmes pulmonaires

. Troubles de la diffusion : Altération de la diffusion pulmonaire à travers l'interstitium

- Oedèmes interstitiels
- fibroses
- cancers

.Effet espace mort : Zones pulmonaires normalement ventilées mais peu ou pas perfusées

- Hypovolémie
- Insuffisance cardiaque
- Troubles de la circulation pulmonaire

CAUSES CIRCULATOIRES

1) Insuffisance cardiaque :

Lié à une élévation brutale de la pression télé diastolique du ventricule gauche conduisant à une inondation du compartiment alvéolaire par un transudat qui limite le transfert de l'O₂ de l'alvéole vers les vaisseaux et se manifeste essentiellement par un OAP :

- Ischémie aiguë myocardite
- Poussée d'HTA
- Rétrécissement mitral ou aortique
- Cardiomyopathie dilatée
- Troubles du rythme

2) Obstruction de l'artère pulmonaire :

- Embolie pulmonaire qui aura pour conséquences pulmonaires un effet espace mort, une hypoxémie, une hypercapnie, un risque d'infarctus pulmonaire.

3) Anémies

CAUSES TOXIQUES

Alcoolique

Médicamenteuses : Hypnotiques, morphine...

Dans ces différentes pathologies l'oxygénothérapie systématique est de rigueur avec calibrage du niveau d'alarme du saturomètre à 90%

OXYGENOTHERAPIE DE LONGUE DUREE

Dans l'insuffisance respiratoire chronique, les mécanismes de compensation mettant en jeu la réserve cardiorespiratoire, permettent l'adaptation de l'organisme aux troubles de l'hématose :

- augmentation de la ventilation/mn
- augmentation du travail ventilatoire
- augmentation du débit cardiaque

Chez ces patients, l'hypoxémie est principalement liée à des anomalies des rapports ventilation/perfusion

Il est légitime de proposer une oxygénothérapie séquentielle par extracteur d'O₂. Dans ce cas le niveau d'alarme du saturomètre sera réglé à 85%, car dans le cadre d'une insuffisance respiratoire chronique, une SpO₂ à 91% n'est pas alarmante

Il faut retenir que la SpO₂ est un mauvais reflet de la ventilation alvéolaire, et le saturomètre ne renseigne pas sur la capnie. Il ne doit pas être utilisé dans les BPCO.

GESTES EN URGENCE

Vérifier la liberté des voies aériennes supérieures

Oxymétrie de pouls, :

- Si la SpO₂ est inférieure à 92%, l'oxygénothérapie à la sonde nasale ou au masque est à mettre en œuvre.
- Entre 92% et 95% , lunettes nasales avec un débit de 4 l /mn
- au dessus de 96%, il n'est pas utile d'administrer de l'O₂.

FIABILITE DE LA MESURE

Lorsque la saturation artérielle en SaO₂ est supérieure à 90%, la fiabilité de la SpO₂ par rapport à la SaO₂ est excellente avec une marge d'erreur inférieure à 2%

Pour des saturations basses, inférieures à 75%, la marge d'erreur est beaucoup plus grande, de l'ordre de + ou - 15%

LIMITES D'UTILISATION DU SATUROMETRE

Mauvaise qualité du signal :

Le saturomètre nécessite la détection de l'onde de pouls; il peut être mis en défaut dans toutes les situations faisant diminuer l'ondée systolique : vasoconstriction, hypothermie, chute du débit cardiaque, carence circulatoire locale...

Mauvais positionnement de la sonde :

Elle reste difficilement en place si le porteur est agité. Dans ce cas, privilégier les pinces autocollantes.

Mouvements du patient:

Ils provoquent des erreurs de mesure susceptible de déclencher des alarmes intempestives.

Interférences colorimétriques :

Le principe de fonctionnement du saturomètre est basé sur l'absorption de 2 longueurs d'ondes de lumières émises. Tout ce qui peut perturber l'absorption du signal sera source d'erreur : Pigmentation cutanée, vernis à ongles, bleu de méthylène.

Lumière ambiante :

La lecture sera perturbée lors d'une forte luminosité : soleil, scialytique.

Anémie :

Si les hématies restantes sont toutes correctement saturées, la saturation en O₂ sera normale alors que le patient est hypoxique .

Intoxication au CO :

l'oxymètre de pouls ne différencie pas l'oxyhémoglobine de la carboxyhémoglobine car les 2 longueurs d'ondes des 2 molécules sont très proches. Dans le cadre d'une intoxication au CO, la SpO₂ sera faussement rassurante et donnera un pourcentage normal. Le saturomètre ne doit jamais être utilisé dans un contexte d'intoxication au monoxyde de carbone.

INDICATIONS ET INTERET EN EHPAD

- Permet la lecture en continu et en temps réel de la saturation en O₂ de l'hémoglobine.
- Diminue les risques des professionnels de santé pouvant être en contact avec de sang contaminé.
- Examen non invasif et indolore.
- Mise en place et lecture par du personnel non médical formé.
- Permet la détection précoce des évènements hypoxémiques avant même que l'organisme ne démontre des signes cliniques de privation d'oxygène.
- Matériel facilement transportable d'une chambre à l'autre.
- Détection des patients en soins palliatifs qui nécessitent une oxygénothérapie
- Si la décision est prise de traiter le malade en institution, la normalisation de la saturation sera un bon signe de l'efficacité du traitement entrepris. Dans ce cadre, le saturomètre peut être une alternative à l'hospitalisation, et donc facteur d'économie .

CONCLUSION

En 2003, Pottecher et al (3), écrivait que le bénéfice de l'oxymètre de pouls en terme de morbi-mortalité des patients et en terme d'amélioration des coûts n'avait pas été démontré, et relevaient que certaines études avaient mis en exergue le manque de précision de la SpO₂.

Depuis cette date, l'apparition d'oxymètres de pouls de nouvelle génération a permis d'améliorer les performances de ces appareils dont la fiabilité est maintenant démontrée (4).

Le saturomètre est d'utilisation permanente en milieu hospitalier, dans le cadre de monitoring respiratoire lors d'anesthésie générale ou loco-régionale, lors des détresses vitales, ou dans le cadre de monitoring cardio-vasculaire .

Le saturomètre du fait de son coût modeste, de sa fiabilité, de son transport aisé, des renseignements qu'il peut fournir, trouve sa place en médecine générale en ambulatoire et surtout devrait devenir un examen classique dans le cadre d'un EHPAD, tout en gardant à l'esprit que l'appareil a ses limites et qu'il ne remplace en aucun cas un examen clinique.

Plusieurs auteurs (11) ont défini le saturomètre comme le 5^{ème} paramètre vital, après le pouls, la mesure de la pression artérielle, le rythme respiratoire et la température. Cette terminologie nous paraît parfaitement justifiée et nous ferons notre, cette dénomination.

BIBLIOGRAPHIE

- Epreuves fonctionnelles respiratoires. P.Hervé Service d'exploration fonctionnelle, Centre Chirurgical Marie Lannelongue Le Plessis Robinson. 1998
- Utilisation de l'oxymètre de pouls pour le monitoring hémodynamique fonctionnel au bloc opératoire. *Le praticien en anesthésie réanimation, Vol 12, avril 2008, pages 132-135*
- Monitoring de la saturation de pouls : intérêt et limite *Réanimation Vol 12, 1^{er} janvier 2003, pages 30-36* Pottecher et All (3)
- Utilisation clinique d'un oxymètre de pouls de nouvelle génération en chirurgie cardiaque pédiatrique. *Annales française d'anesthésie réanimation, vol 27 Oct 2008, Pages 808-812* Cannesson et all (4)
- La pléthysmographie de l'oxymètre de pouls; un ancien tracé plein d'avenir. *Réanimation vol 16, numéro 2 pages 124-131, avril 2007* Feissel et all (5)
- La photopléthysmographie *Phlébologie 1989 vol 42 N° 3, pp493-502* Boccalon et all ,CHU Rangueil Toulouse (6)
- Hémoglobine et transport de dioxygène *Site de Biotechnologie académie de Créteil* MARTORELL Laurent (7)
- Allostérique *Dictionnaire de pharmacie, Faculté de pharmacie Université Louis Pasteur Strasbourg* Landry Yves (8)
- Enzymologie *CHU Pitié Salpêtrière* (9)
- Embolie pulmonaire, *étiologie, physiopathologie diagnostic* Ch Pison, JL Bosson- mai 2000 (10)
- Saturomètre en médecine générale, *Revue du Praticien Médecine générale, Tome 21 N° 772-773 MAI 2007* Tys, Delveau, Verschuren (11)