

L'oxymètre de pouls

1. Définition

L'oxymètre de pouls (ou saturomètre) permet de mesurer de façon simple, fiable, non invasive et continue la saturation artérielle de l'hémoglobine.

$$SaO_2 = HbO_2/Hb \text{ totale ou } SaO_2 = HbO_2/Hb + HbO_2$$

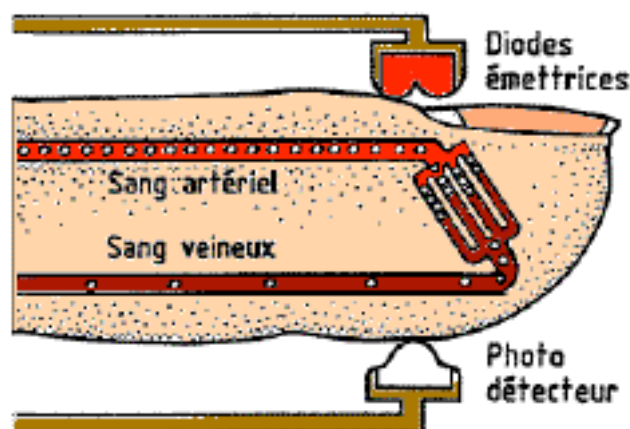
La valeur donnée par l'oxymètre de pouls est appelée « Saturation pulsée de l'hémoglobine en oxygène, ou SpO_2 », pour la distinguer de la saturation artérielle de l'hémoglobine en O_2 , mesurée par les gaz du sang (SaO_2).

2. Présentation du matériel

L'appareil se compose de deux parties :

- le moniteur qui est un boîtier indépendant ou intégré dans un autre appareillage permet le réglage de la mesure et de ses limites d'alarmes et affiche parfois la courbe de pléthysmographie (onde pulsatile) ;
- le capteur qui prend généralement la forme d'un doigtier.

Il existe d'autres modèles, réutilisables ou non, de formes et de consistance variées : pince à doigts ou à nez en plastique rigide, doigtier souple, bandes autocollantes pour le doigt ou la main (pédiatrie), le nez ou l'oreille.



Le capteur contient deux diodes émettant une lumière rouge qui doit être située face à une zone réceptrice facilement identifiable.

Les meilleurs résultats sont obtenus en plaçant l'émetteur sur l'ongle (mnémotechnique : rubis sur l'ongle). L'écran comprend l'affichage des paramètres mesurés (saturation et fréquence des pulsations) et une courbe.

Le chiffre affiché n'a de valeur que s'il y a affichage d'une courbe (pour les appareils qui en sont munis).

3. Principe de la mesure

Le principe repose sur l'émission de deux lumières (rouge et infrarouge), respectivement de 660 et 940 nm, et de la mesure de leur absorption par le flux pulsatile.

L'absorption de la lumière rouge et infrarouge sera variable selon qu'elle rencontrera de l'hémoglobine réduite (Hb) non oxygénée ou de l'oxyhémoglobine (HbO₂).

L'oxymètre de pouls calcule la saturation du flux pulsatile, en éliminant les valeurs correspondant au sang veineux et capillaire. Le résultat est très bien corrélée à la saturation artérielle mesurée par gaz du sang (SaO₂).

4. Limites de la mesure

4.1. Limites liées à la nécessité de percevoir un signal pulsatile

L'oxymètre de pouls ne fonctionne pas en cas d'arrêt circulatoire ou de patient sous circulation extra-corporelle (CEC : débit continu, pas de débit pulsatile). Il fonctionne mal ou pas du tout dans toutes les situations où le sang circule mal là où est placé le capteur : hypotension artérielle, bas débit sanguin, vasoconstriction (hypothermie, utilisation de vasoconstricteurs). Si on place un brassard à pression artérielle sur le même bras que le capteur, l'oxymètre de pouls ne fonctionne pas pendant la mesure.

Le signal est parasité par les mouvements du patient. La saturation donnée par l'oxymètre de pouls n'a aucune valeur si la courbe du signal est mauvaise.

C'est donc bien souvent dans les situations les plus critiques que l'appareil ne donne aucun résultat.

4.2. Utilisation de colorants

L'injection de bleu de méthylène ou de carmin indigo abaissent faussement la valeur donnée par l'oxymètre de pouls de façon temporaire. Le vernis à ongle et les néons puissants peuvent fausser la mesure.

L'hyperbilirubinémie en revanche est sans effet sur la mesure de la SpO₂.

4.3. Présence d'une hémoglobine anormale

En cas d'intoxication par le monoxyde de carbone (CO), l'oxymètre de pouls ne fait pas la différence entre l'hémoglobine combinée à l'oxygène (HbO₂) et celle combinée au CO (HbCO). La saturation lue sur l'oxymètre de pouls est faussement élevée.

Exemple : un patient intoxiqué au CO a 40 % de son hémoglobine combinée à du CO ([HbCO] = 40 %). Cette HbCO est lue à 90 % comme de l'HbO₂, donc interprétée comme 36 % d'HbO₂. Si le reste de son hémoglobine est réellement combinée à de l'O₂, l'oxymètre de pouls affichera une valeur de 96 %, faussement rassurante.

5. Problèmes d'interprétation du résultat

5.1. Différence entre la SpO₂ et la PaO₂

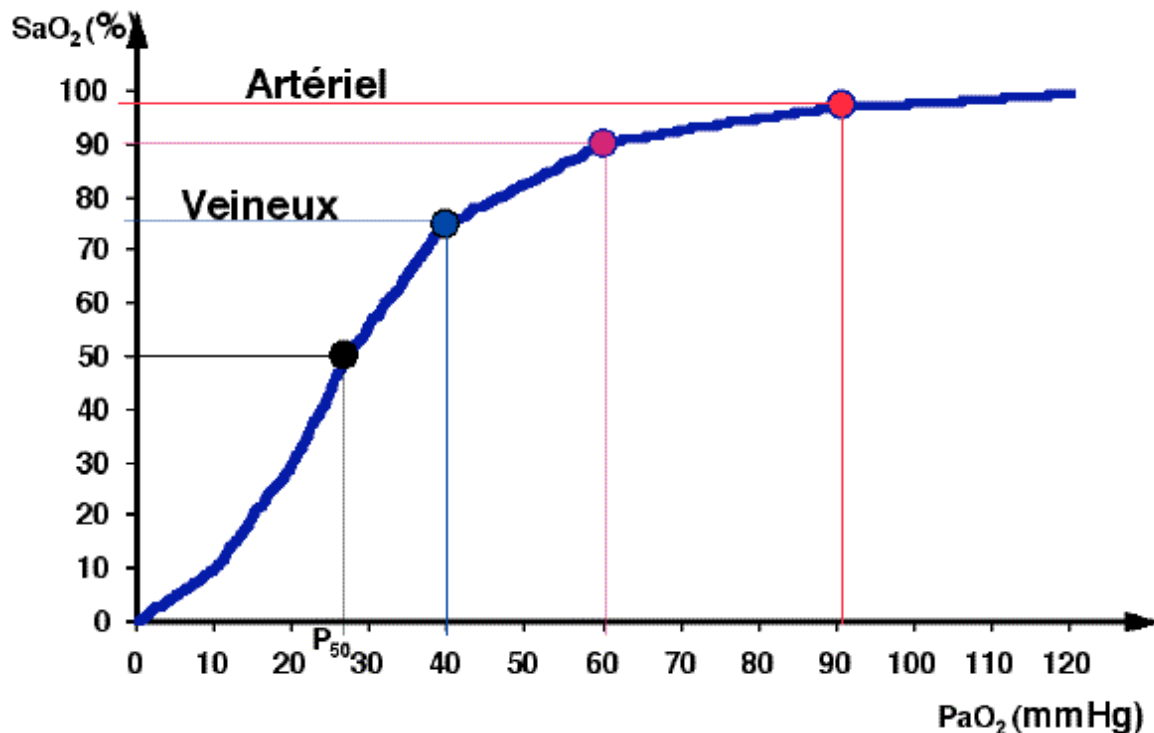
L'oxymètre de pouls ne donne pas la PaO₂ (pression partielle de l'O₂ dans le sang artériel), mais la SaO₂. Ces deux valeurs sont liées par une relation non linéaire (courbe sigmoïde de Barcroft). Une chute de la SaO₂ de 97 à 90 % n'a pas la même signification qu'une chute de 92 à 85 %.

La précision des oxymètres de pouls étant de l'ordre de 2 %, l'écart entre la valeur réelle et la

valeur mesurée peut avoir une grande importance quand la saturation se situe dans la zone de grande pente de la courbe (en-dessous de 90 %, qui est le « genou » de la courbe).

Par conséquent, il ne faut pas fixer la limite inférieure de l'alarme à 90 % mais plutôt à 93 ou 94 %.

L'oxymètre de pouls ne détecte pas l'hyperoxémie : que la PaO₂ soit à 100 mmHg (13,3 kPa) ou à 600 mmHg (80 kPa), la SaO₂ sera à 100 %. En néonatalogie il peut donc être intéressant de régler l'alarme haute à 97 % pour éviter l'hyperoxémie (fibroplasie rétro-lentale pouvant conduire à la cécité).



Courbe de dissociation de l'hémoglobine (courbe de Barcroft)

Point artériel : pour une PaO₂ de 91 mmHg (12,1 kPa), la SaO₂ est de 97 %. C'est la partie plate de la courbe, la SaO₂ n'augmente presque plus malgré de grandes augmentations de la PaO₂. L'hyperoxie n'est pas détectée par l'oxymètre de pouls.

Point « 90-60-90 » : la PaO₂ (et donc la SaO₂) diminue avec l'âge. Comme on se situe dans une partie à faible pente de la courbe, une chute de la PaO₂ de 90 à 60 mmHg (8 kPa) n'entraîne qu'une chute de 7 % de la SaO₂. Par exemple, un patient de 90 ans aura une PaO₂ à 60 mmHg et une SaO₂ à 90 % : c'est le point « 90-60-90 » (90 ans, PaO₂ = 60 mmHg, SaO₂ = 90 %). Ce point est le « genou » de la courbe : en-dessous de 90 % de SaO₂, la pente de la courbe est importante, et une chute de la PaO₂ entraîne une forte chute de la SaO₂.

Point veineux : le sang veineux a une PvO₂ autour de 40 mmHg (5,3 kPa) pour une SaO₂ à 75 %.

P50 : la P50 est la PO₂ pour laquelle la SaO₂ est à 50 %. Dans des conditions normales de pH, PCO₂ et température, P50 = 27 mmHg (3,6 kPa).

5.2. Différence entre TaO₂ et SpO₂.

Idéalement, il faudrait connaître le transport artériel de l'O₂ (TaO₂), soit la quantité d'O₂

transportée par minute :

$$\mathbf{TaO_2 = Qc \times CaO_2 = Qc \times [Hb] \times SaO_2}$$

Le transport artériel de l'O₂ est égal au produit du débit cardiaque (Qc) par le contenu artériel en O₂ (CaO₂). Si on néglige l'O₂ dissout, le TaO₂ est donc égal au produit du débit cardiaque par la concentration de l'hémoglobine [Hb] et par la SaO₂. Sur ces trois valeurs, l'oxymètre de pouls n'en fournit qu'une seule.

En cas d'anémie ou d'hémodilution majeure, la mesure peut être faussement rassurante chez un patient hypoxique faute de transport d'oxygène efficace. En exagérant on pourrait dire que s'il n'y a plus qu'un seul globule rouge dans l'organisme, mais qu'il est bien oxygéné, l'oxymètre de pouls affichera « 100 % », alors que le patient va mourir (en supposant que ce globule ait la bonne volonté de passer devant le capteur).

5.3. La SpO₂ peut être différente de la SaO₂.

L'oxymètre de pouls mesure une saturation périphérique, et effectue une moyenne (en général sur une dizaine de secondes). Il affiche en fait un résultat correspondant à la situation d'il y a dix secondes. Quand la SaO₂ chute brutalement, on peut constater un décalage entre le moment où le patient bleuit (cyanose) et le moment où la SpO₂ donnée par l'oxymètre de pouls commence à descendre. L'inverse se produit quand la saturation remonte rapidement.

5.4. Cas particuliers

Lors de l'intubation, si le patient a des poumons sains et a eu une bonne oxygénation, en cas d'intubation oesophagienne, la SpO₂ met plusieurs minutes à descendre en-dessous de 93 %.

L'intubation sélective (lorsque la sonde est poussée trop loin, intubation d'une bronche souche, généralement la droite), n'est pas détectée si les poumons sont sains et la FiO₂ supérieure à 30 %.

6. Indications

L'oxymètre de pouls est utilisé dans de nombreuses circonstances, entre autre :

- pour les patients sous anesthésie ; il permet la détection précoce des hypoxémies, bien avant l'apparition d'une cyanose ; la cyanose peut être d'apparition très tardive chez le patient anémié, et d'observation difficile chez le patient très pigmenté ;
- en salle de surveillance post-interventionnelle ;
- en médecine d'urgence, en particulier en préhospitalier et interhospitalier ;
- en réanimation, en particulier pour les patients ventilés ou susceptibles de l'être.

Par sa simplicité d'emploi et ses performances, l'oxymètre de pouls est devenu un appareil indispensable en une dizaine d'années. Il est maintenant intégré à de nombreux appareils de surveillance.