

MONITORAGE CEREBRAL la rSO₂



Dr CULAS Géraldine
SAR D – CHU Arnaud de Villeneuve
Service cardiothoracique

Oxymétrie cérébrale: le principe

- loi de Beer –Lambert :

On peut mesurer la concentration d'une substance selon son degré d'absorption de la lumière = système infra rouge

- **NIRS : near infrared spectroscopy**

= spectroscopie dans le proche infra rouge (SPIR)
mesure basée sur la dispersion, l'absorption et la réflectance des photons de la lumière émise

Oxymétrie cérébrale: le principe

Diode émettrice d' IR : 2 types de photons émis

$\lambda = 730$ et 810 nm

Photons absorbés par le chromophore de l' Hb
oxygénée et non oxygénée

$\lambda = 650-1000$: desoxyHb

$\lambda = 700-1150$: oxyHb

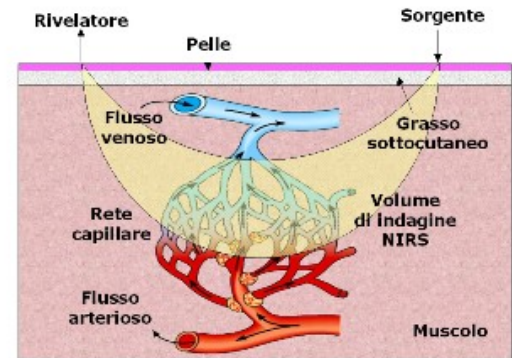
rapport desoHb/oxyHb \rightarrow rSO₂

Oxymétrie cérébrale: le principe

- Mesure la différence d'intensité entre λ émise et reçue.
- Donc mesure **la saturation tissulaire en O₂ et le contenu tissulaire en Hb en temps réel.**

le principe

- **Vaisseaux analysés > 1 mm**
= 70% veineux, 25% capillaire et 5 % artériel
 - 2 récepteurs espacés de 30mm (pour le R proximal) et 40 mm (pour le R distal) par rapport à l'émetteur
 - rSO2= résultat de la soustraction de la valeur des signaux proximaux et distaux
- Pénétration 1.5cm , volume 1.5 cm³
- Donc **oxymétrie REGIONALE** , cortex frontal



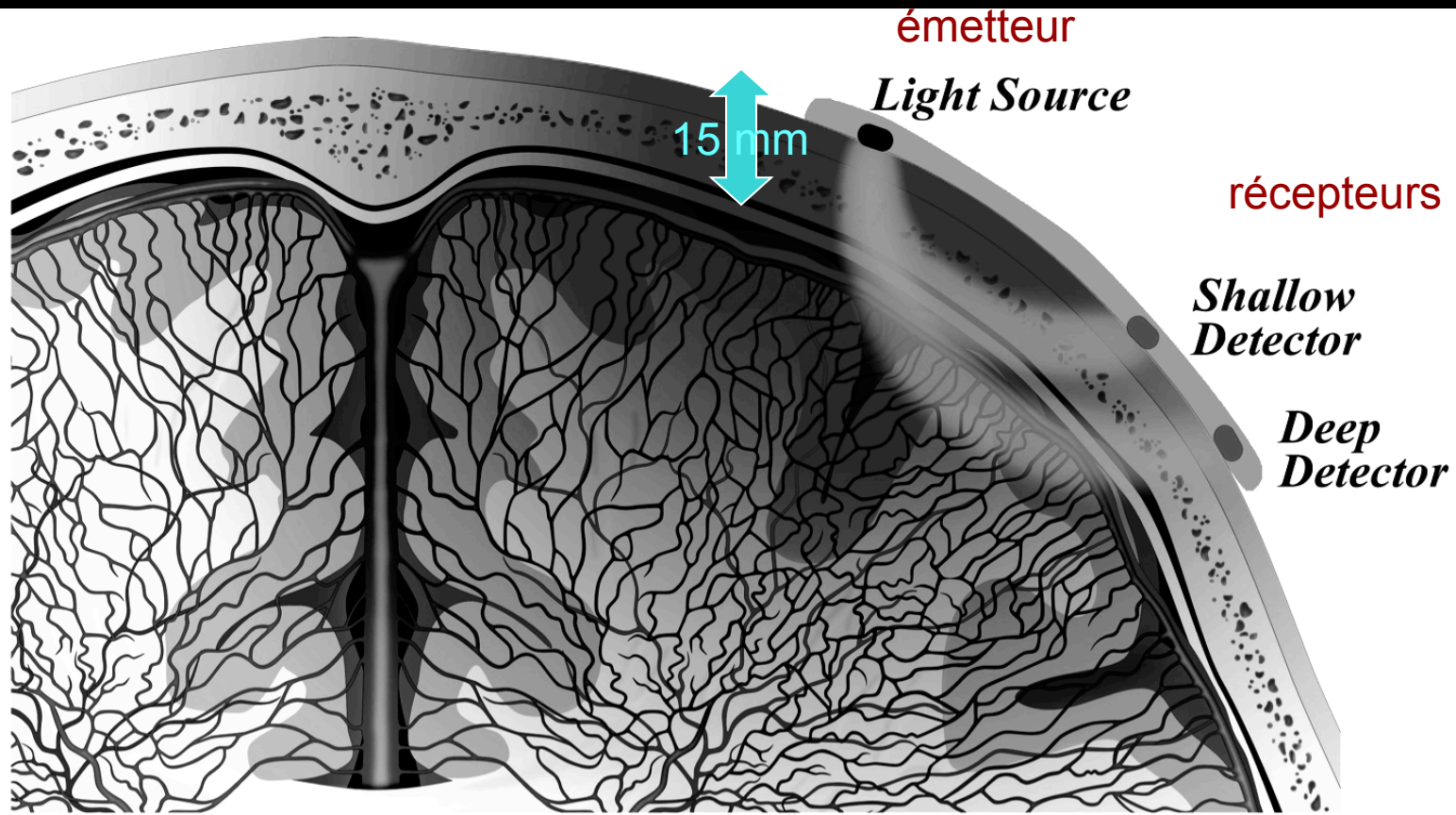
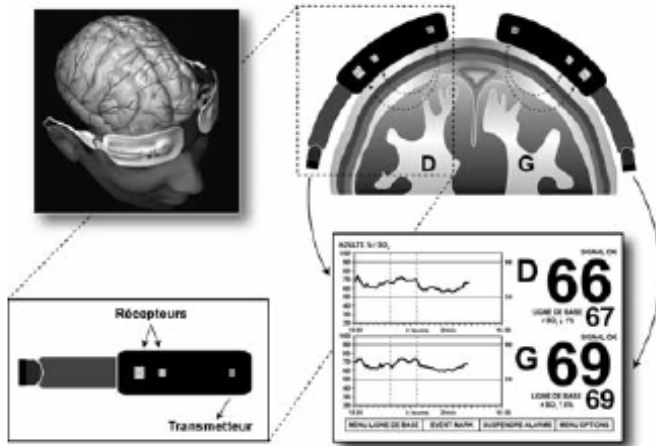


FIGURE 3 : Principe de fonctionnement de l'oximétrie cérébrale (voir texte).



La résultante de chaque signal droit et gauche est envoyée sur un écran qui nous montre l'évolution temporelle des 2 signaux.
(Adapté de Taillefer et Denault²)

- **Valeur normale**
67%+/- 10%
 - Femme et sujet âgé :
valeur plus basse
 - **Seuil ischémique :**
 - $srO_2 < 45\%$
 - **variation > 20%**
- = seuil interventionnel**

En dessous de 45 % la production de lactates augmente et le seuil de 30-35 % est associé à une défaillance cellulaire

limites

- **Limites du modèle mathématique** :

Hb < 6g/dL

- **Le tissu extracérébral**

(scalp, crâne osseux, duremère, hématome sous dural, œdème ...)

==> responsable d'atténuation du signal

Solution? ↑ pénétration en ↑ distance transmetteur et récepteur

Pb = dommage thermique tissulaire

Distance maxi Transmetteur et Rec = 5 cm soit 1,7 cm de pénétration

- **Résolution spatiale**

selon distance séparant les 2 récepteurs ≈ carotte cérébrale de 1,5 cm d'épaisseur

85 % de la rSO₂ = oxygénation cérébrale

15 % = tissu extracérébral

limites

- **Répartition sang veineux (70%) et artériel (30%)**

Variation selon individu ; hémodilution ...

- **Chromophores non hémiques**

Mélanine , bilirubine (intérêt +++ greffe hépatique)

- **Tissu mort non métabolisé**

Patient mort ou en état de mort cérébrale conservent une
rSO₂ ????

Autopsie : rSO₂ entre 0,3 et 95 %

« Maeda and al. Forensic SCI 97 »

Sg veineux sequestrés dans les capillaires ??

Applications cliniques

Reduced Prefrontal Oxygenation in Alzheimer Disease During Verbal Fluency Tasks

Martin J. Herrmann, Ph.D., Julia B. M. Langer, M.A., Christian Jacob, M.D., Ann-Christine Ebfls, M.A., Andreas J. Fallgatter, Prof.

Comparison of Near-Infrared Spectroscopy and Tissue PO₂ Time Series in Patients After Severe Head Injury and Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage

Alexander Brawanski, Rupert Faltermeier, Ralf D. Rothoerl, and Chris Woertgen

Department of Neurosurgery, University of Regensburg, Regensburg, Germany

Use of Near-Infrared Spectroscopy as a Physiologic Monitor for Intra-abdominal Hypertension

Sandy Widder, MD, FRCSC, Michael K. Ranson, MD, PhD, David Zygun, MD, FRCPC, Linda Knox, RN, Kevin B. Laupland, MD, FRCPC, Philip Laird, PhD, Chad G. Ball, MD, MSc, and Andrew W. Kirkpatrick, MD, FRCSC

Near-Infrared Spectroscopy for Evaluation of Cerebral Autoregulation During Orthotopic Liver Transplantation

Peter Nissen · Heidi Pacino · Hans J. Frederiksen · Srdan Novovic · Niels H. Secher

Cerebral oxygen saturation changes during modified ultrafiltration^a

William M Medlin and Joseph J Sestino

Changes in cerebral saturation profile in response to mechanical ventilation alterations in infants with bidirectional superior cavopulmonary connection*

Antonio R. Mott, MD; Ahmed Alomrani, MD; Tia A. Tortoriello, MD; Zeev Perles, MD; Debora L. East, MSN; Stephen A. Stayer, MD

Research article

Open Access

Higher cerebral oxygen saturation may provide higher urinary output during continuous regional cerebral perfusion

Takashi Miyamoto^{*1}, Kagami Miyajji¹, Hirotsugu Okamoto², Satoshi Kohira³, Takahiro Tomoyasu¹, Nobuyuki Inoue¹ and Kuniyoshi Ohara¹

Near Infrared Spectroscopy Monitoring During Carotid Endarterectomy: Which Threshold Value is Critical?

T. Mille,^{1*} M. E. Tachimiri,¹ C. Klersy,² G. Ticozzelli,³ G. Bellinzona,³ I. Blangetti,³ S. Pirrelli,⁴ M. Lovotti⁴ and A. Odero⁴

The Accuracy of Near-Infrared Spectroscopy in Detection of Subdural and Epidural Hematomas

Serdar Kahraman, MD, Hakan Kayali, MD, Cem Atabey, MD, Feridun Acar, MD, and Selcuk Gocmen, MD

Applications cliniques

- **Chirurgie cardiovasculaire**
- Chirurgie lourde , orthopédique , viscérale
- Chirurgie infantile et cardio infantile +++
- Neurochirurgie , neurologie : épilepsie ,
hémorragie cérébrale
- Traumatologie crânienne

Chirurgie cardiaque

- Dysfonctions neurologiques et neurocognitives importantes en post-op ++
- Etiologie ? Embolie , syndrome inflammatoire , hypoperfusion , anémie per op , désaturation systémique ...
- **Chirurgie de pontage coronaire :**
- Le monitoring améliore l' outcome neurologique
« Slater JP , Ann Thor Surg 09 »
- ↓ des AVC periop
« Goldman S , Heart Surg forum 2004 »

Monitoring Brain Oxygen Saturation During Coronary Bypass Surgery: A Randomized, Prospective Study

« Murkin JM , Anesth analg 2007 »

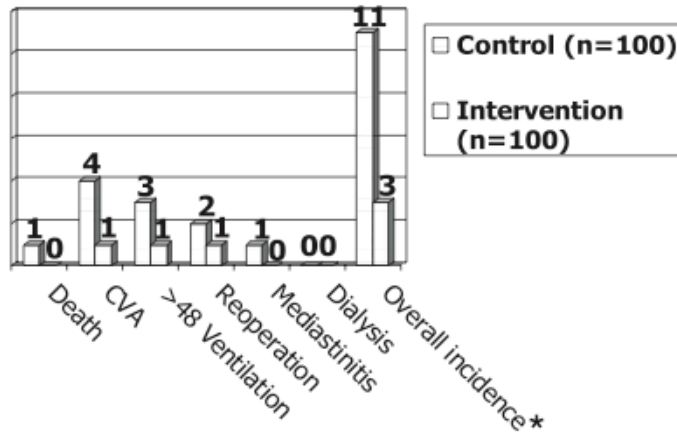


Figure 1. Incidence of 30-day major organ morbidity and mortality. CVA is cerebrovascular accident; >48 Ventilation is patients ventilated postoperatively for >48 h. *Overall incidence: $P = 0.048$.

Diminution significative
des dysfonctions majeures d'organe

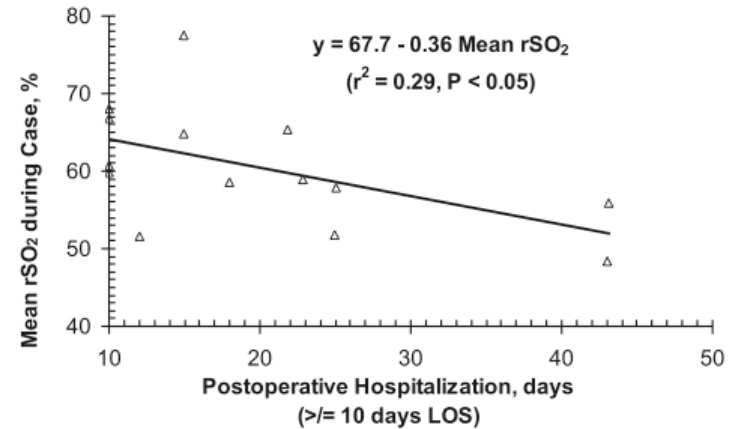
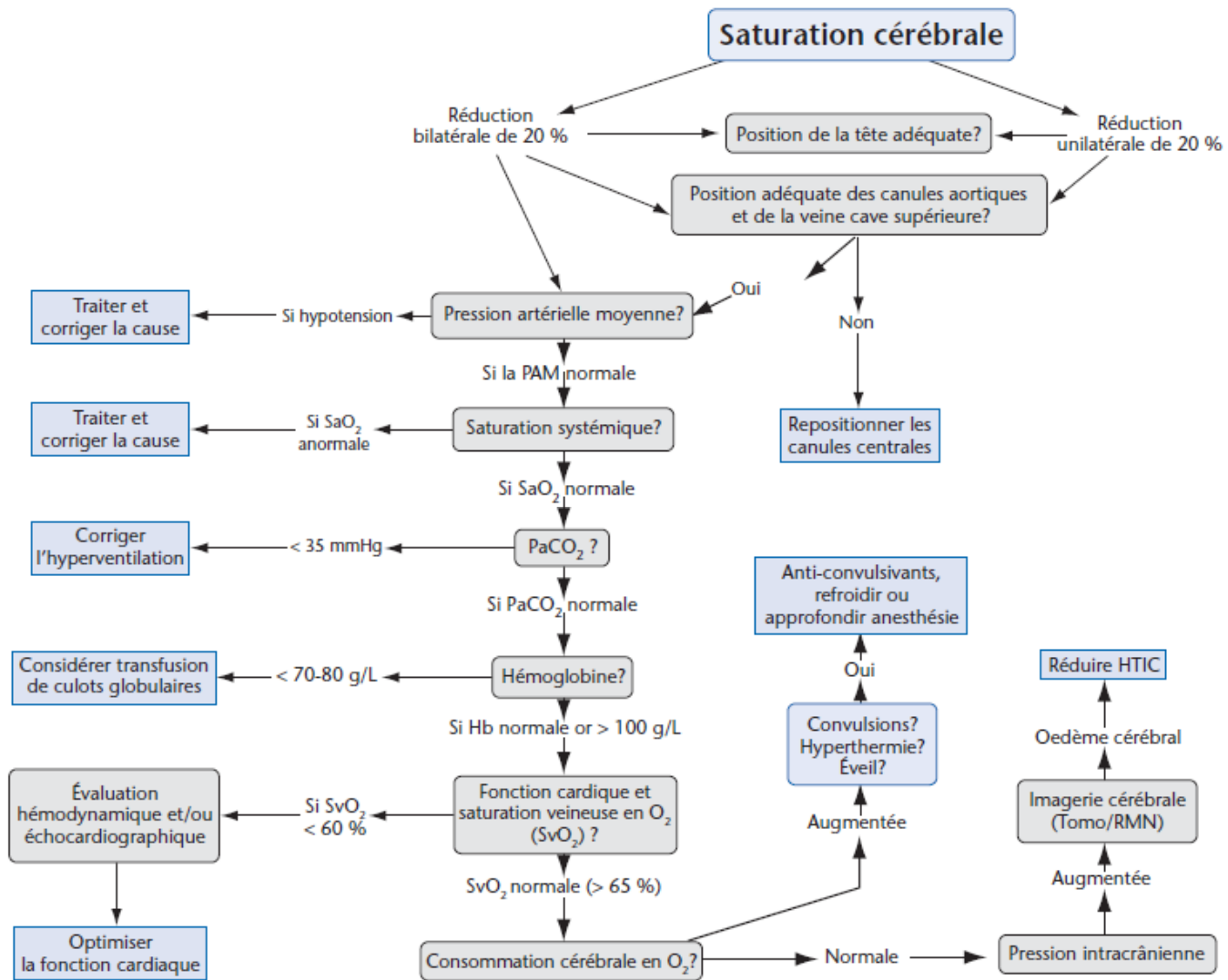


Figure 2. LOS is postoperative length of stay. rSO_2 is regional cerebral oxygen saturation. Linear regression analysis of mean intraoperative rSO_2 in patients with prolonged hospitalization of 10 or more days demonstrating a correlation between lower values of rSO_2 and increased duration of prolonged hospitalization.

Hospitalisations prolongées associées
aux basses valeurs de rSO_2

-
- Besoin d' études prospectives randomisées
 - Besoin de protocole d' intervention pour standardiser et améliorer la prise en charge
 - Exemple :
algorithme décisionnel utilisé à l' Institut de Cardiologie de Montréal **d' après Murkin et Denaut**

FIGURE 5 : Algorithme de l'utilisation de l'oxymétrie cérébrale



Hb : hémoglobine, HTIC : hypertension intracrânienne, PAM : pression artérielle moyenne, PaCO₂ : pression partielle en dioxyde de carbone, RMN : résonance magnétique nucléaire, SaO₂ : saturation en oxygène du sang artériel, SvO₂ : saturation en oxygène du sang veineux, Tomo : tomographie. (Adapté de Denault et al⁴⁶)

Chirurgie cardiaque

- Arrêt circulatoire en hypothermie
 - Chirurgie de l'arche
 - Dissection aortique et **chirurgies complexes**:
intérêt ++ circulation CEC et TSA
- ==> intérêt pour monitoring perfusion antérograde
- ==> Intérêt pour les désaturations unilat et obstacles mécaniques

rSO2 et vascularisation tissulaire

■ rSO2 corrélation avec SVO2

Cardiac Intensive Care

Regional and central venous oxygen saturation monitoring following pediatric cardiac surgery: Concordance and association with clinical variables*

Patrick S. McQuillen, MD; Michael S. Nishimoto, BS; Christine L. Bottrell, BA; Lori D. Fineman, MA; Shannon E. Hamrick, MD; David V. Glidden, PhD; Anthony Azakie, MD; Ian Adatia, MD; Steven P. Miller, MD

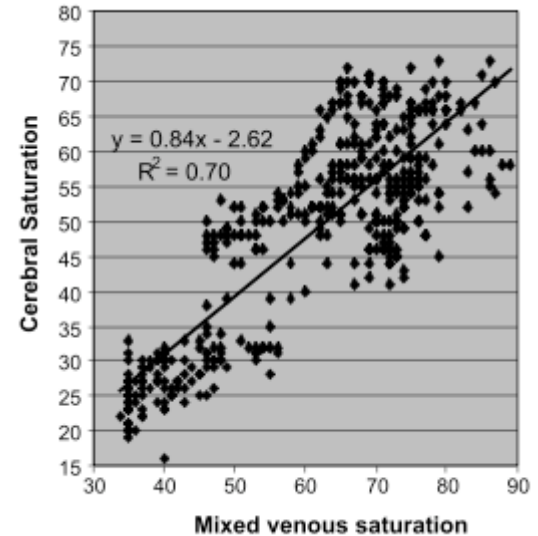
Cerebral saturations trend with mixed venous saturations in patients undergoing extracorporeal life support

Clifford L. Cua¹, Timothy M. Hoffman^{*1}, Roozbeh Taeed¹, Samuel Weinstein², Daniel Gomez², Vincent F. Olshove² and Josepha M. Craenen²

¹Division of Cardiology, Department of Pediatrics, Columbus Children's Hospital, The Ohio State University College of Medicine, Columbus, OH, USA;

²Division of Cardiothoracic Surgery, Department of Pediatrics, Columbus Children's Hospital, The Ohio State University College of Medicine, Columbus, OH, USA;

³Division of Critical Care, Department of Pediatrics, Columbus Children's Hospital, The Ohio State University College of Medicine, Columbus, OH, USA



■ rSO2 corrélation avec débit urinaire

Journal of Cardiothoracic Surgery 

Research article

Open Access

Higher cerebral oxygen saturation may provide higher urinary output during continuous regional cerebral perfusion

Takashi Miyamoto^{*1}, Kagami Miyaji¹, Hirotsugu Okamoto², Satoshi Kohira³, Takahiro Tomoyasu¹, Nobuyuki Inoue¹ and Kuniyoshi Ohara¹

rSO₂ et SjvO₂

ESTIMATION OF JUGULAR VENOUS O₂ SATURATION FROM CEREBRAL OXIMETRY OR ARTERIAL O₂ SATURATION DURING ISOCAPNIC HYPOXIA

Michael B. Kim, MS, Denham S. Ward, MD, PhD,
Christopher R. Cartwright, MD, Jeffery Kolano, MD,
Susan Chlebowski, MD, and Lindsey C. Henson,
MD, PhD

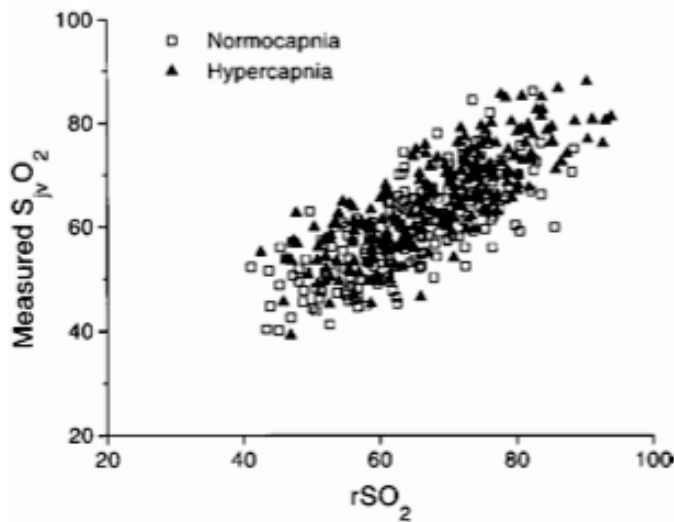


Fig. 3. Scatter plot of rSO₂ and SjvO₂. Closed symbols are the normocapnic experiments and open symbols are the hypercapnic experiments.

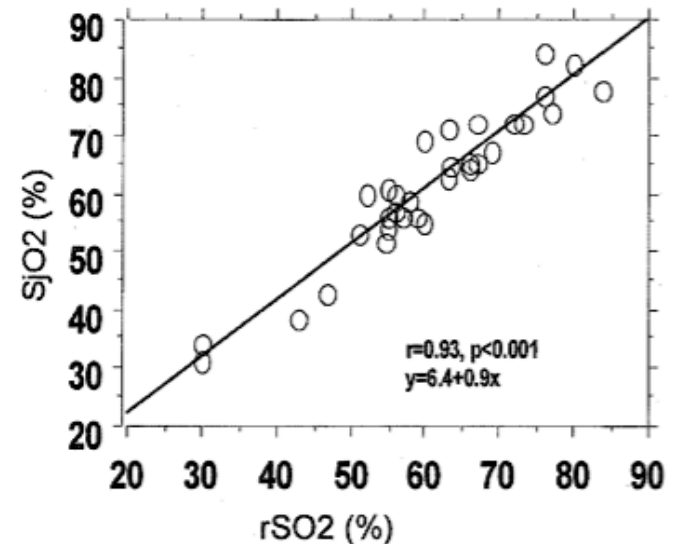


Bild 3. Korrelations- und lineare Regressionsanalyse simultaner Messungen der regionalen zerebralen O₂-Hb-Sättigung (rSO₂) mit NIRS rechts frontotemporal und der oxymetrisch bestimmten zerebralvenösen O₂-Hb-Sättigung im Bulbus der Vena jugularis interna rechts (SjvO₂).

Chirurgie carotidienne

- AVC perop : jusqu' à 5 %
- Intérêt de la désaturation (> 20 % de variation) pour poser l'indication du shunt
 - « Samra SK , anesthesio 2000 »
- Désaturation prédictive de défaillance neurologique
 - « Pattinson KY , BJA 2005 »
- Stic multicentrique , prospectif sur l' intérêt du monitoring systématique en chirurgie carotidienne et les bénéfices attendus ...

The effectiveness of regional cerebral oxygen saturation monitoring using near-infrared spectroscopy in carotid endarterectomy

Oyama Hirofumi MD, Endoh Otone, Iizuka Hiroshi, Ikeda Satoshi MD, Inoue Shigeo MD, Nakashima Yasuhiro Shibuya Masato MD

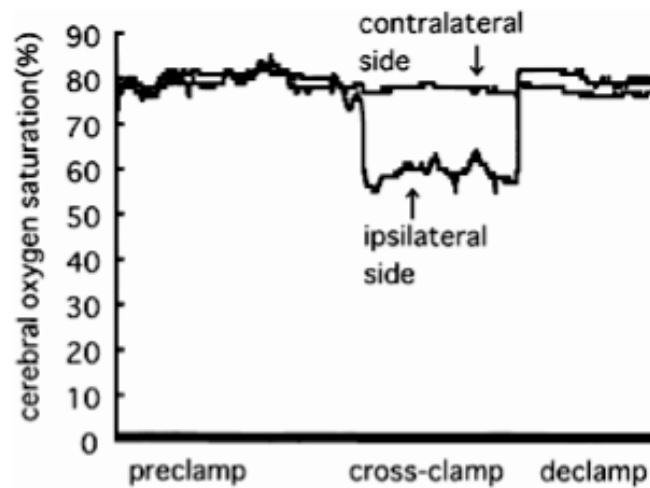


Fig. 5 The change of regional cerebral oxygen saturation during operation in case 10.

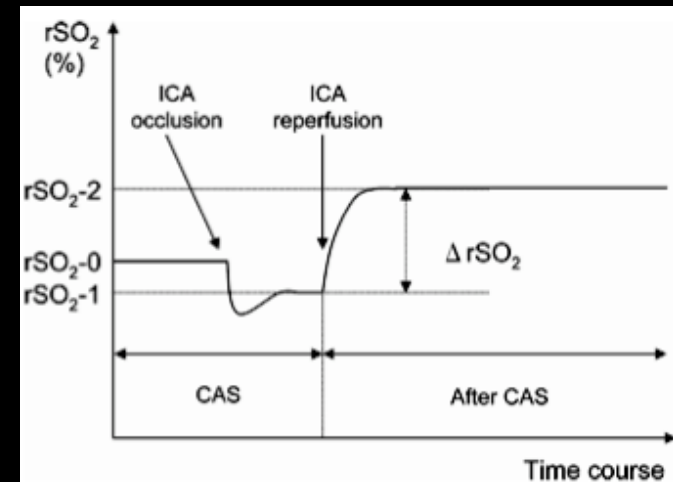


Fig. 1 Time course of rSO₂ monitoring by NIRS. We evaluated the baseline rSO₂ (rSO₂-0) before the procedure, the stable rSO₂ (rSO₂-1) throughout temporary occlusion of the ICA, and the highest rSO₂ (rSO₂-2) after reperfusion

Neuroradiology (2005) 47: 375-379
DOI 10.1007/s00234-004-1326-8

INTERVENTIONAL NEURORADIOLOGY

Nobutaka Horie
Naoki Kitagawa
Minoru Morikawa
Makio Kaminogo
Izumi Nagata

Monitoring of regional cerebral oxygenation by near-infrared spectroscopy in carotid arterial stenting: preliminary study

Conclusion

- Il s'agit d'un monitoring de tendance
- Monitoring en temps réel
- Au delà de la valeur absolue c'est la variation qui est importante : seuil interventionnel 20 %
- Mesure du débit sanguin régional mais reflète aussi le débit tissulaire et le débit cardiaque.

Conclusion

- **Inconvénients** : équipement et tarif
- **Sélectionner les chirurgies à risque** : vasculaire lourde , cardiaque , dissection +++ ; les assistances cardiaques
- **Sélectionner les patients à risque** : Athéromateux (TSA surtout) , antécédents neurologiques , polytarés , insuffisant cardiaque , AVC ...