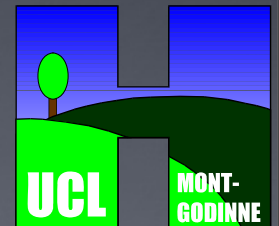




Monitoring de la saturation cérébrale.



Dr M. Gourdin, M.D, MSc BioM

Dr O. Barket, M.D

Plan de l'exposé

- *Métabolisme cérébral*
 - *Le débit sanguin cérébral*
 - *La vascularisation cérébrale et ses variantes*
 - *INVOS / Fore-sight*
 - *Technologie*
 - *Etudes de corrélation*
 - *Indice de performance*
 - *Impact du monitoring de la saturation cérébrale sur le devenir des patients*
 - *Conclusions*
-

Métabolisme cérébral

- **But** : assurer une DO_2 pour couvrir les besoins métaboliques.

- Demande métabolique du cerveau...

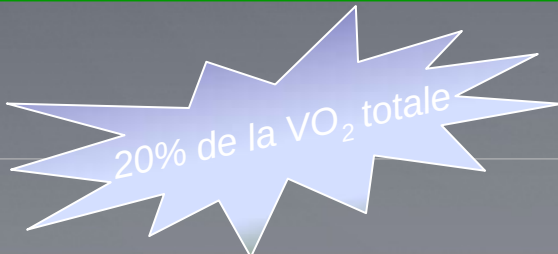
- *Cerebral Metabolic Rate of Oxygen*

- CMRO_2 :
- $3\text{--}3.5 \text{ ml.100gr}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (50 ml.min^{-1})
- $\text{DSC} \times \text{Diff} (\text{CaO}_2 - \text{CvO}_2)$

- *Glucose*: $5 \text{ mg.100gr}^{-1}.\text{min}^{-1}$

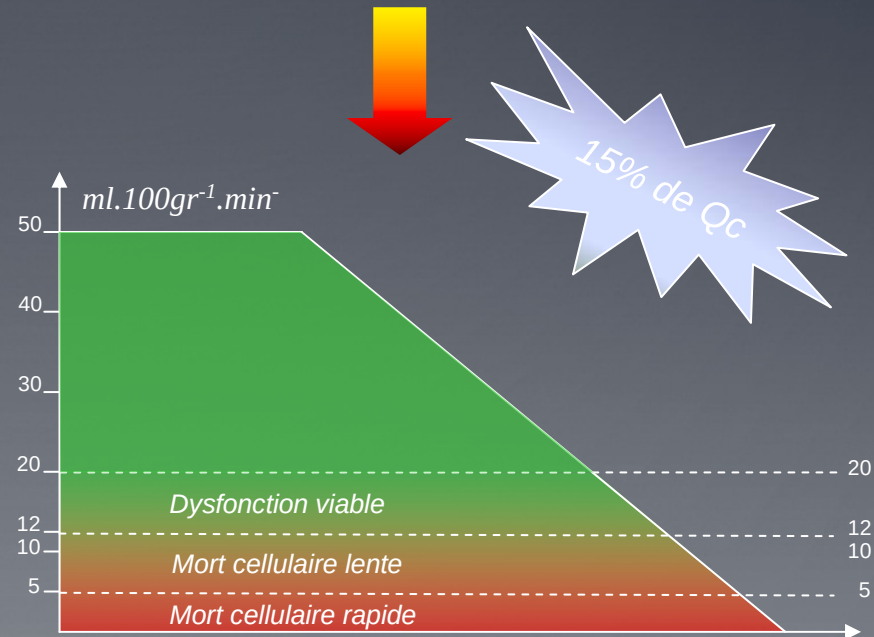


60%: activité électro-physiologique
40% : maintien de l'homéostasie cellulaire



...assurée par un $\dot{Q}_{\text{sg cérébral}}$ adéquat

- $50 \text{ ml.100gr}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ($80 \text{ à } 20 \text{ ml.100gr}^{-1}.\text{min}^{-1}$)
- Couplage débit-métabolisme



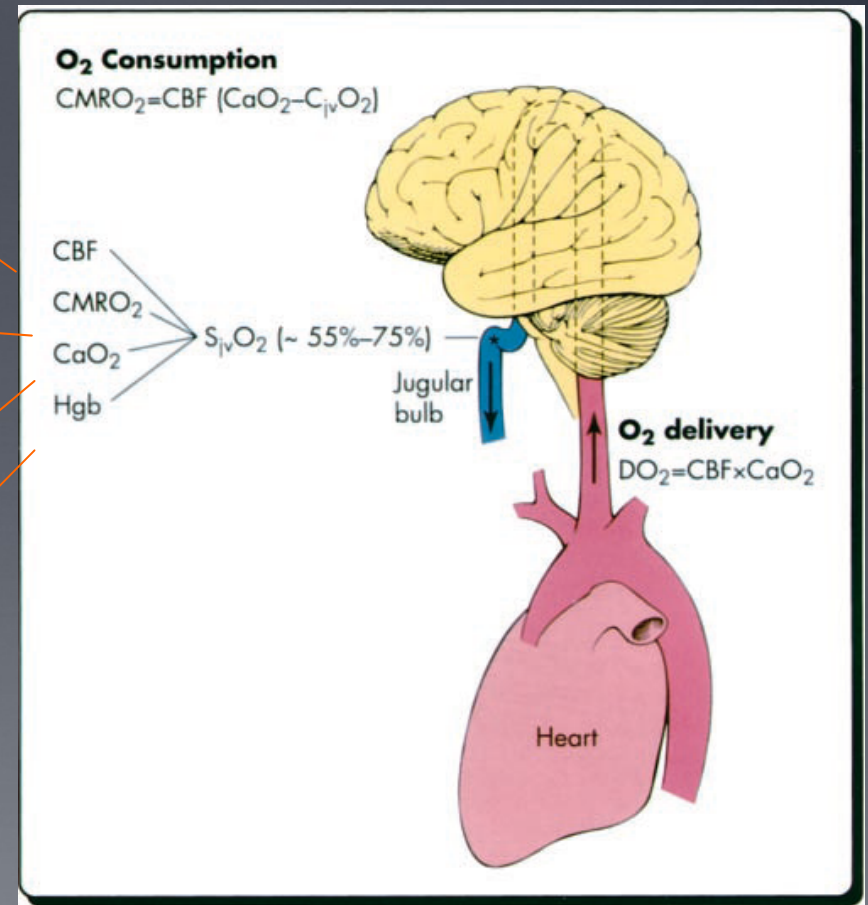
Facteurs influençant le DSC

T°, drogues anesthésiques,...

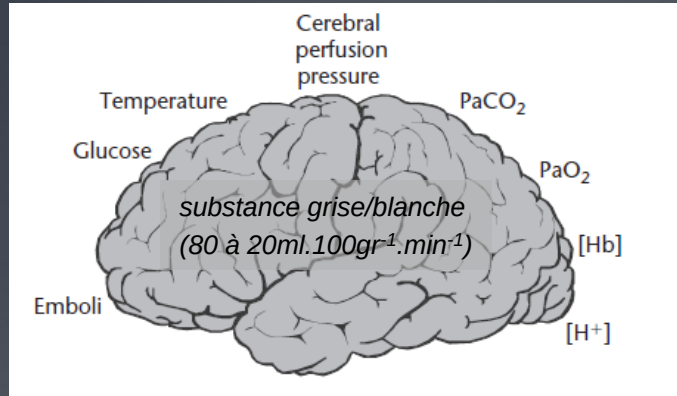
$$CaO_2 = (1.36 \cdot Hgb \cdot Sat) + (0.0031 \cdot PaO_2)$$

*Priming
Hémorragie ++*

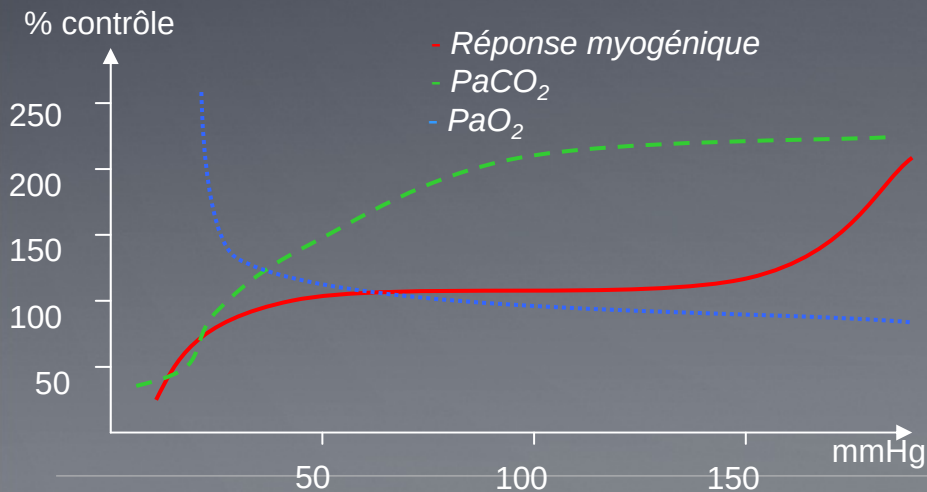
...



Le débit sanguin cérébral.



■ Mécanisme intrinsèque

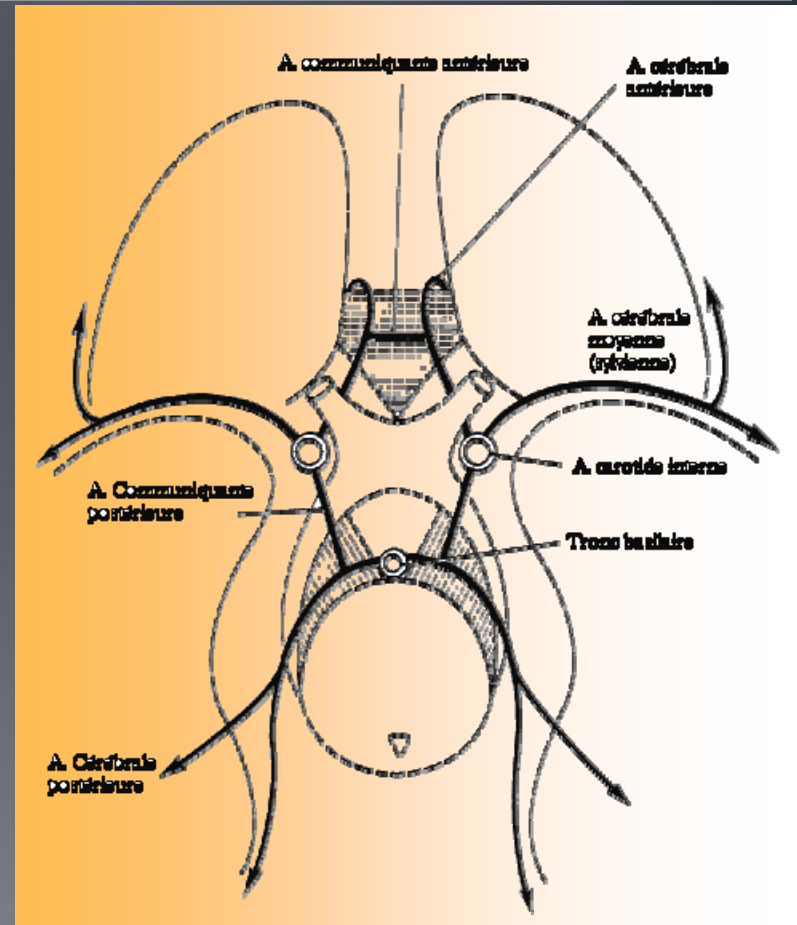


■ Mécanismes extrinsèques

- Régulation neurogénique (adrénergique, cholinergiques, sérotoninergique)
- Hémodilution
- Age
- Hypoxie
- Hypercapnie
- Température

Vascularisation cérébrale

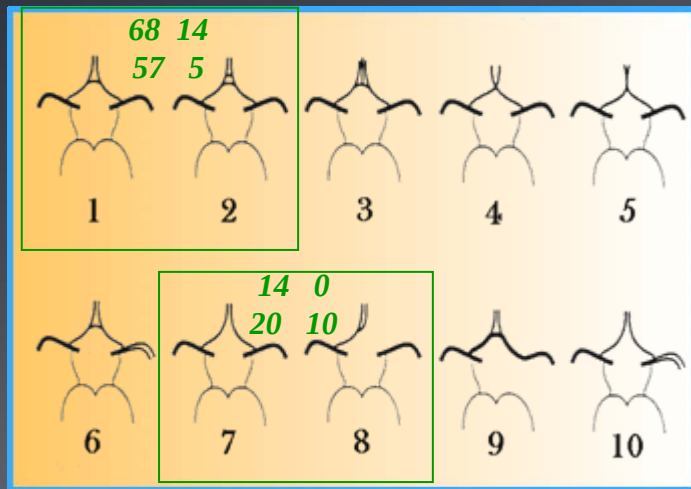
- Le **polygone de Willis** constitue le **principal système anastomotique** (circulations antérieures et postérieures homo- et controlatérales).
- Il existe aussi:
 - des anastomoses entre **le système carotidien externe et interne** (artère ophtalmique)
 - des **anastomoses cortico-pie-mériennes** entre les branches corticales des artères cérébrales antérieures, moyennes et postérieures.
- Mais les branches profondes de toutes les artères cérébrales ne s'anastomosent pas. (vascularisation terminale).



Polygone de Willis

Variantes anatomiques

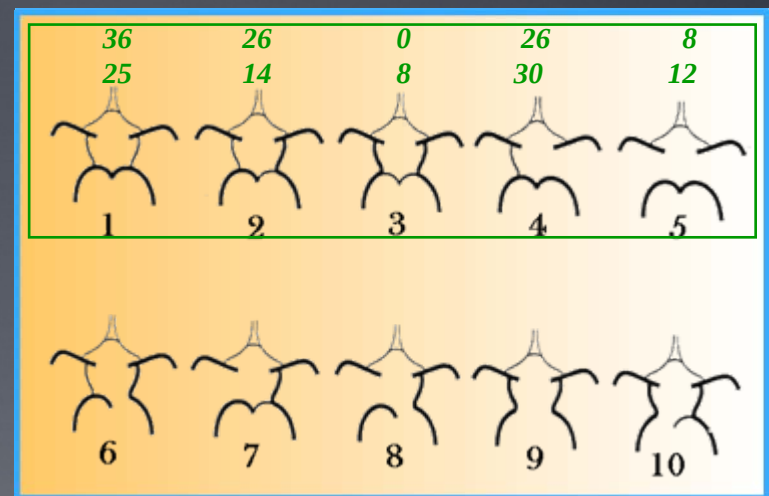
Variations de la partie antérieure du polygone de Willis :



Circulation antérieure complète:

20-25 ans: 86%
>60% : 68 %

Variations de la partie postérieure du polygone de Willis :



Circulation postérieure complète:

20-25 ans: 62%
>60% : 47 %

Comment évaluer la perfusion cérébrale?

Non-invasifs:

- ✓ EEG
- ✓ Doppler transcrânien
- ✓ Potentiels évoqués
- ✓ Near infrared spectroscopy (NIRS)

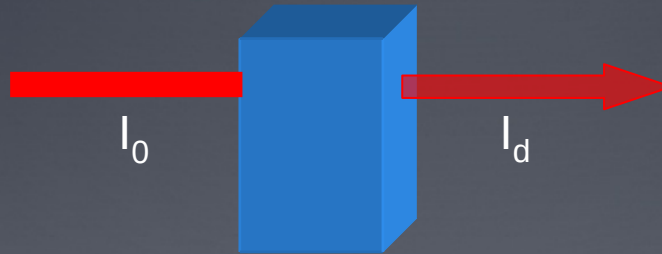
Invasif:

- ✓ Saturation du sang veineux jugulaire (SjO₂)

Principe de base

1. Loi de Beer-Lambert

Commun aux technologies présentées.

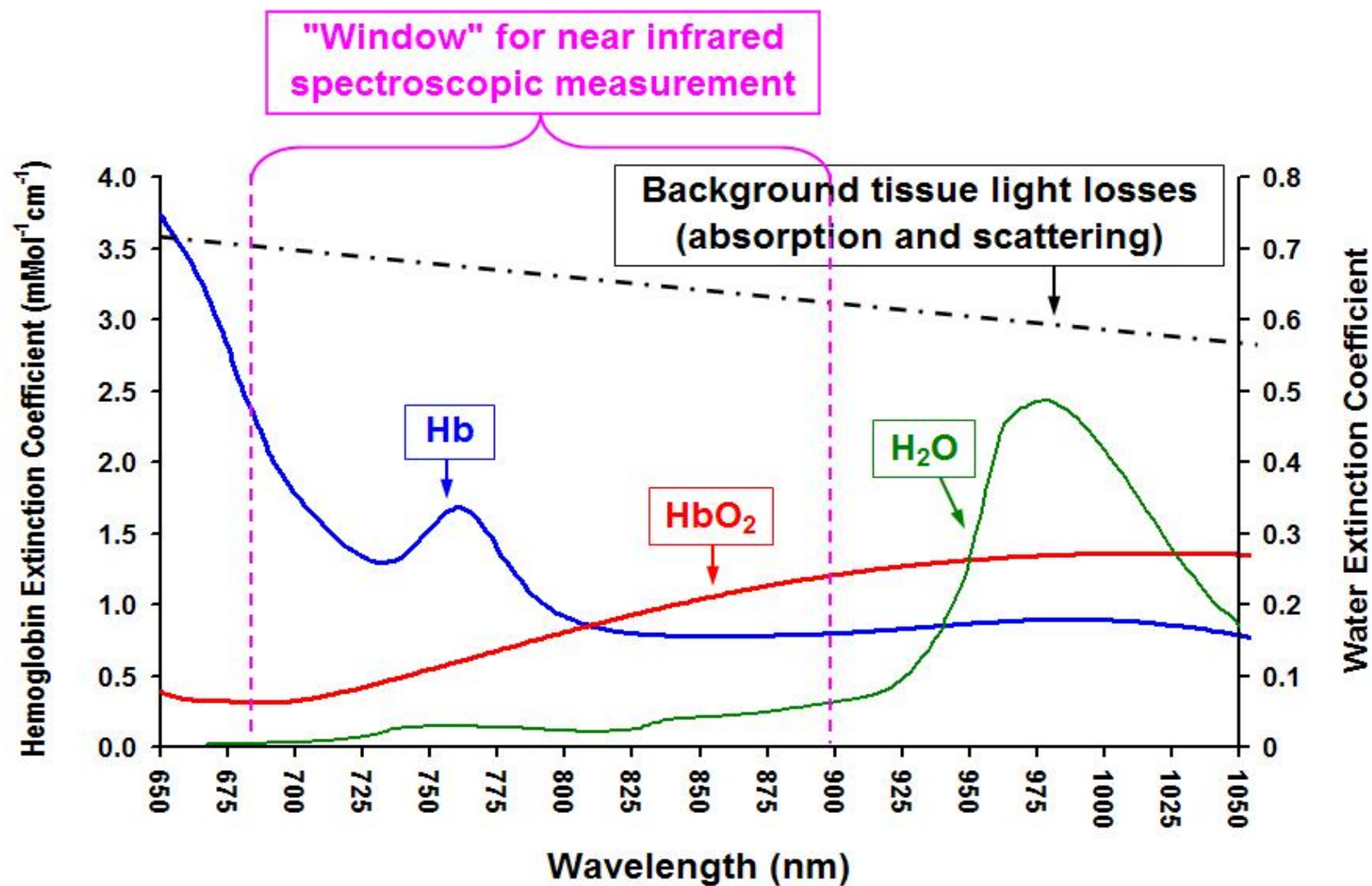


$$A = -\log (I_d/I_0) = \alpha \cdot \lambda \cdot []$$

α = coefficient d'atténuation spécifique

λ = longueur du trajet

$[]$ = concentration du composant absorbant



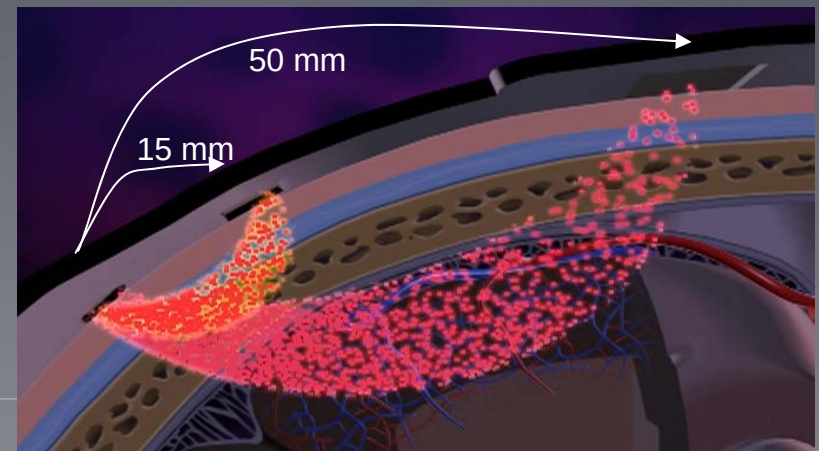
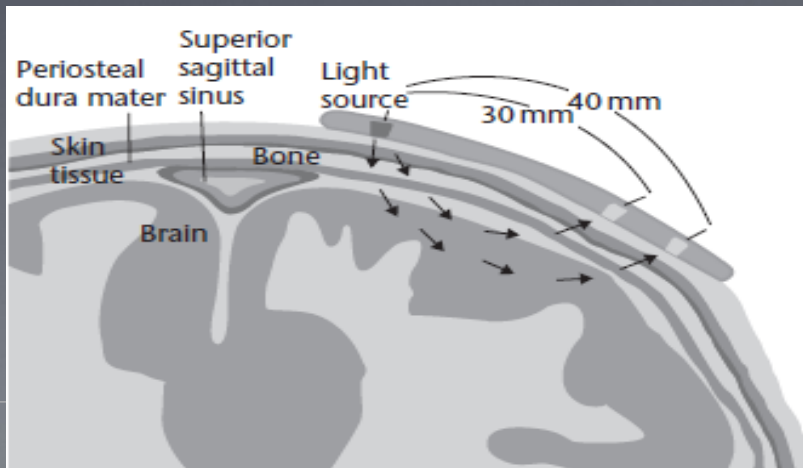
2. Différences entre les technologies



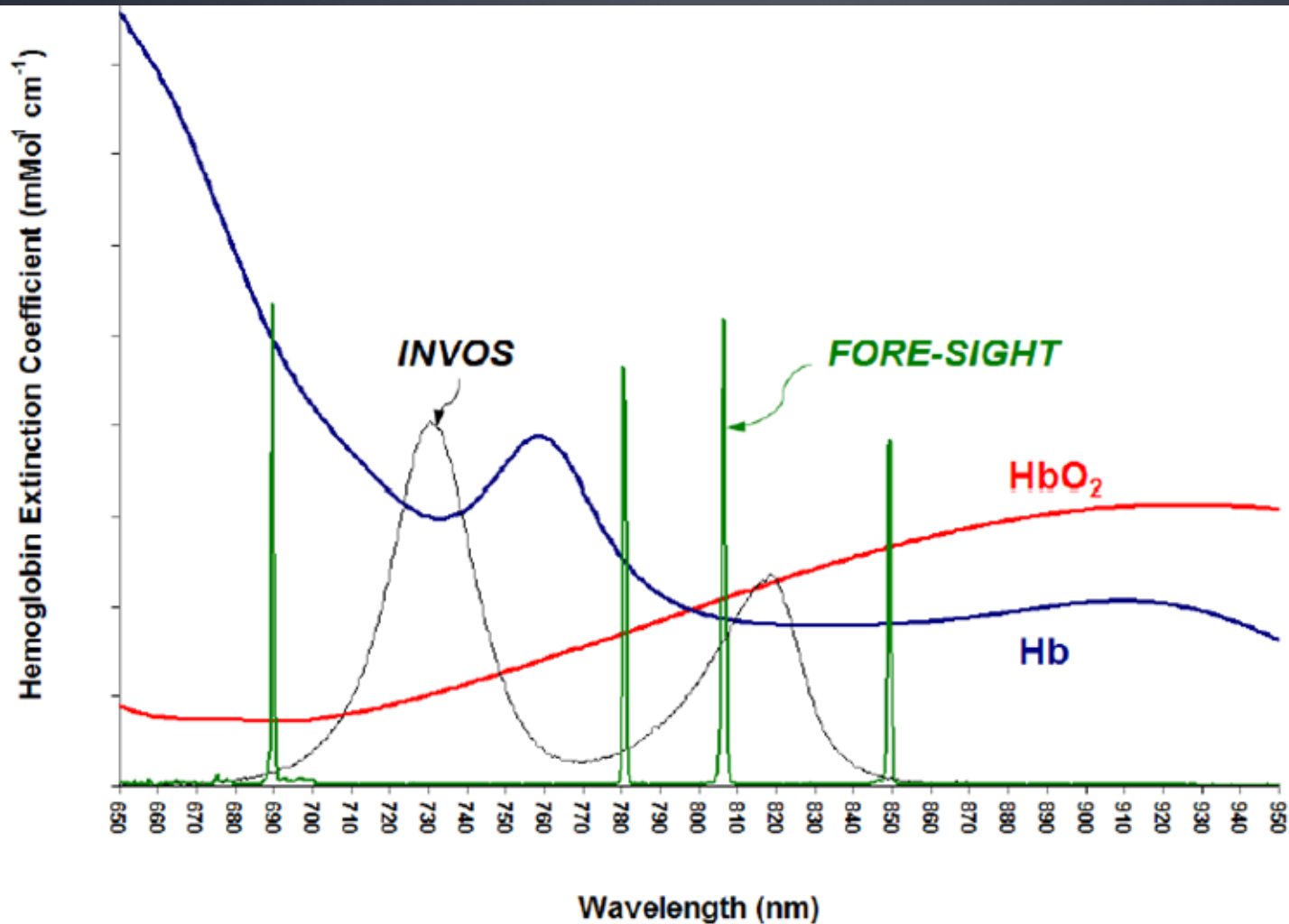
- Utilise **2** λ de l'I-R (730-810 nm)
- Produits par une LED
- Deux capteurs: 3 et 4 cm de la source.
- Répartition sang veineux/sang artériel : 75 / 25



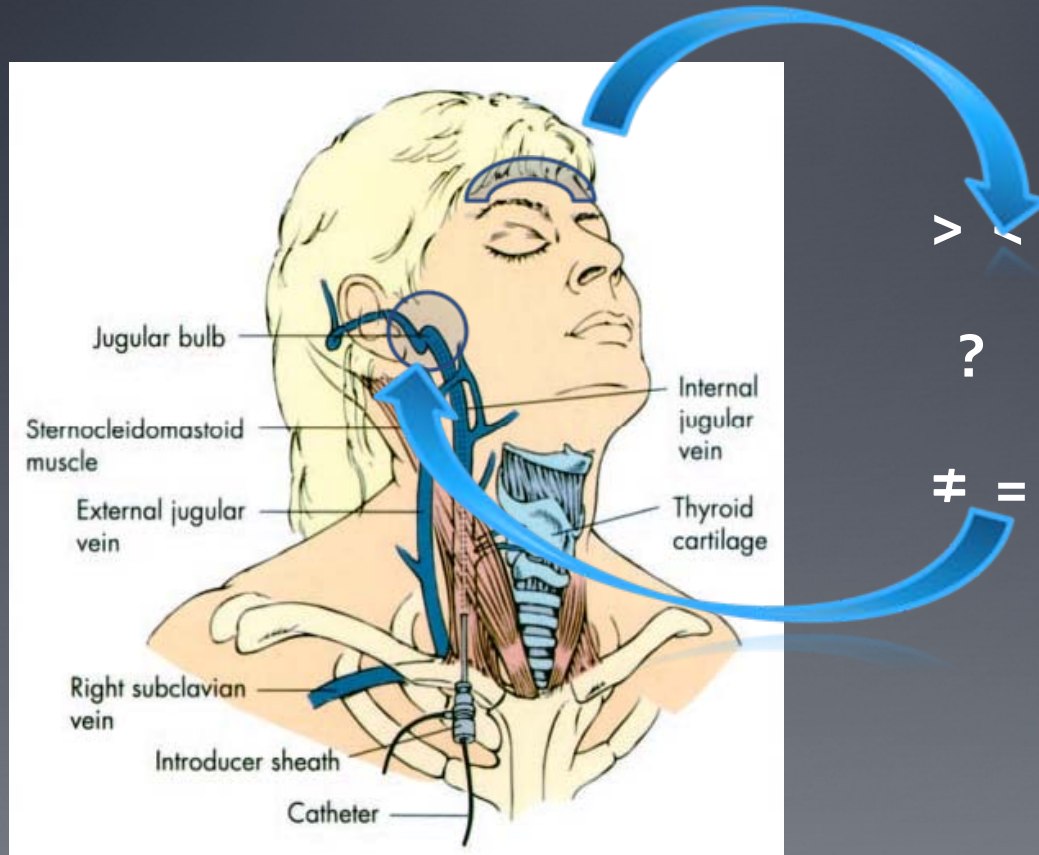
- Utilise **4** λ de l'I-R (690, 780, 805 et 850 nm)
- Laser
- Deux capteurs: 1.5 et 5 cm de la source
- Répartition sang veineux/sang artériel : 70 / 30



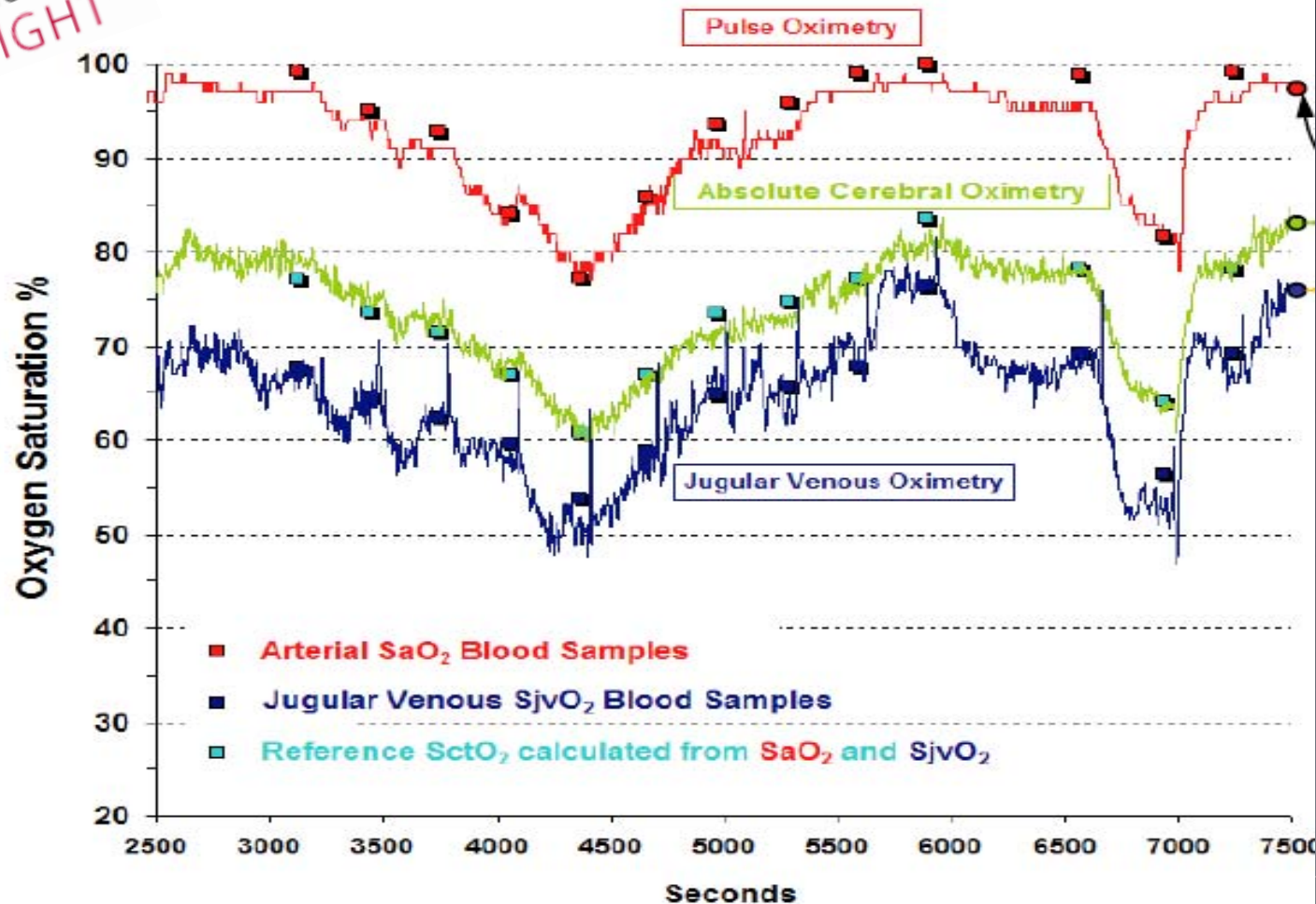
Longueurs d'ondes et spectres d'absorption



Etudes de corrélation

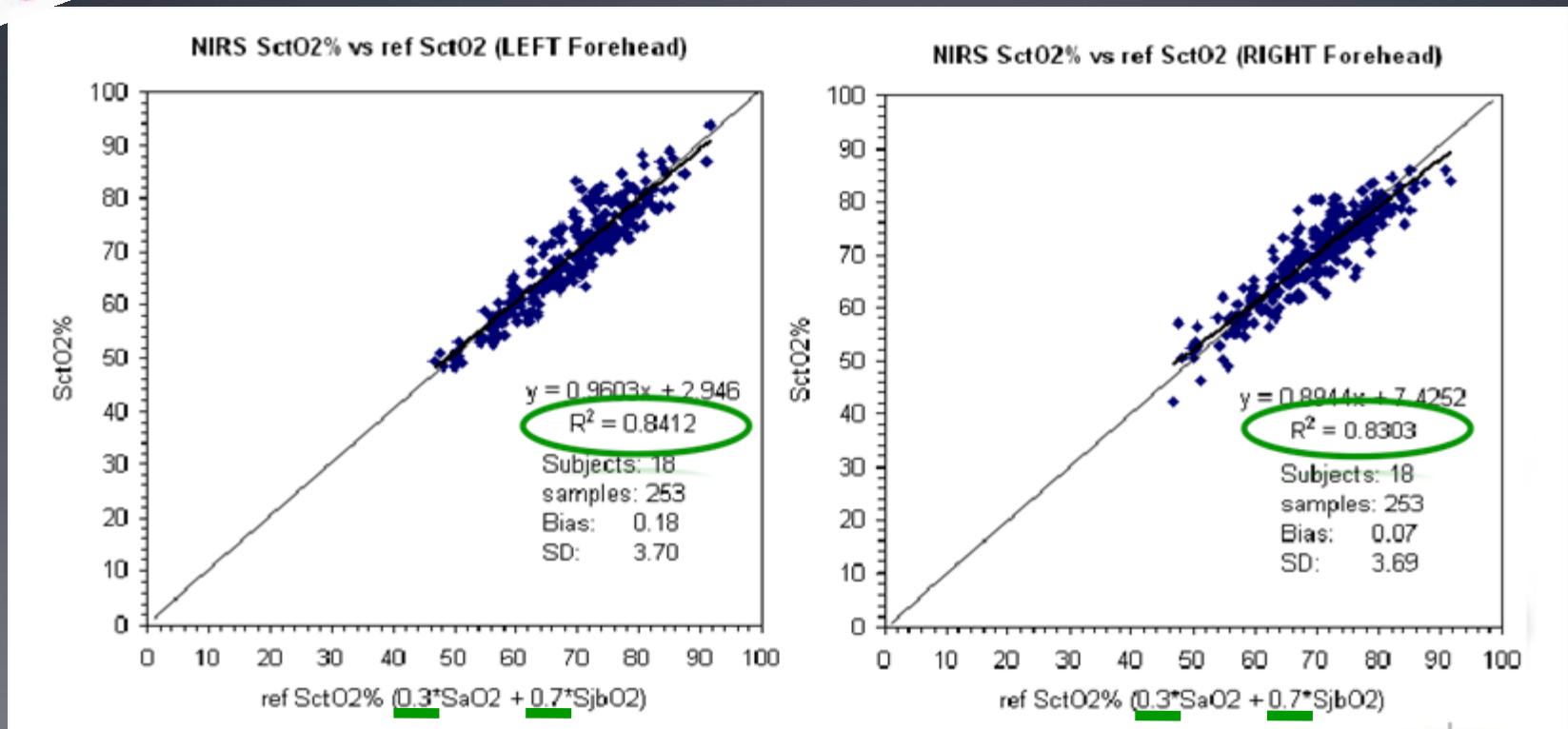


Existe-t-il une corrélation entre la saturation tissulaire cérébrale mesurée et la saturation du sang jugulaire?



Existe une corrélation entre la saturation tissulaire cérébrale mesurée et la saturation du sang jugulaire?

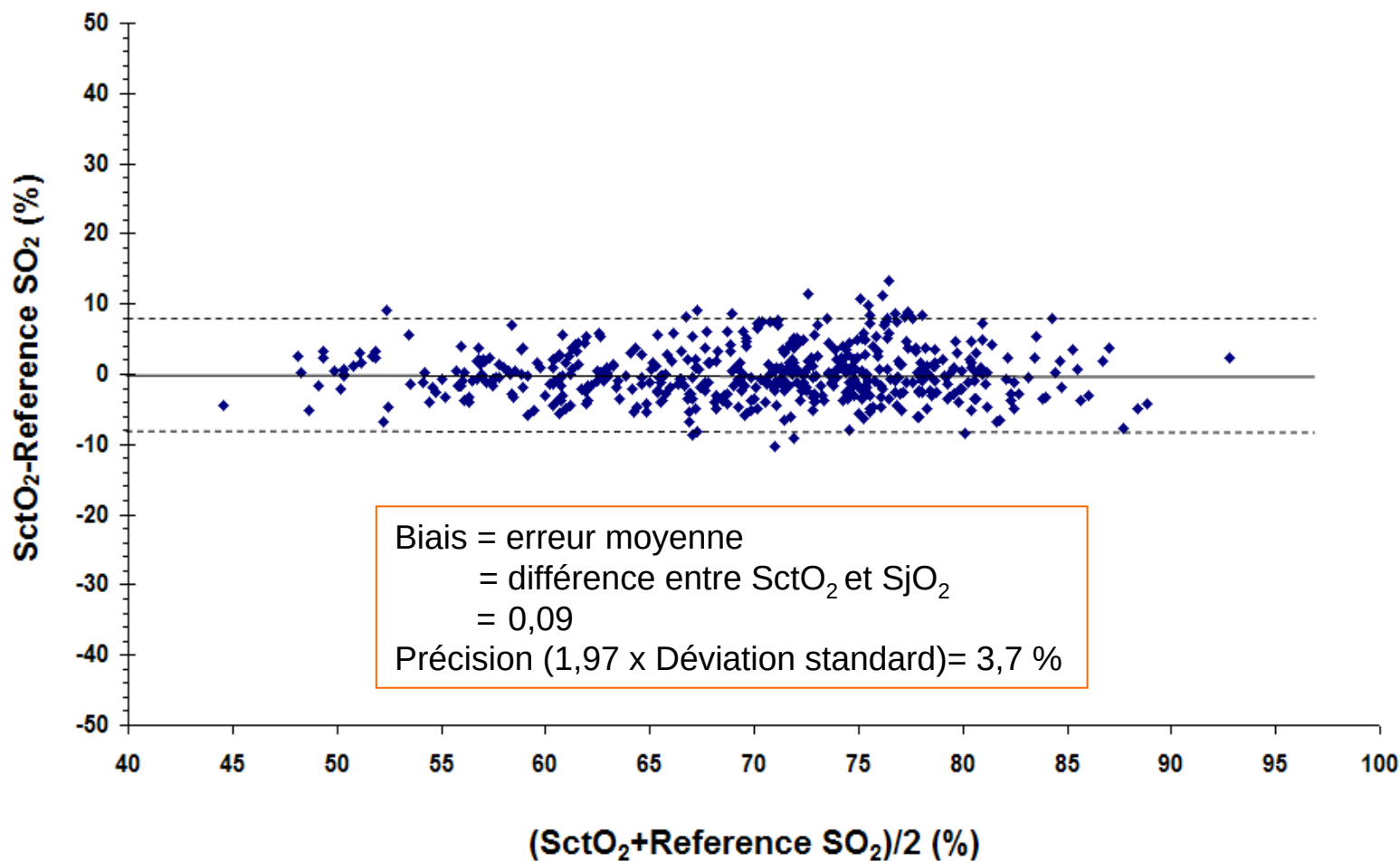
PATIENT MONITORING
FORE-SIGHT®



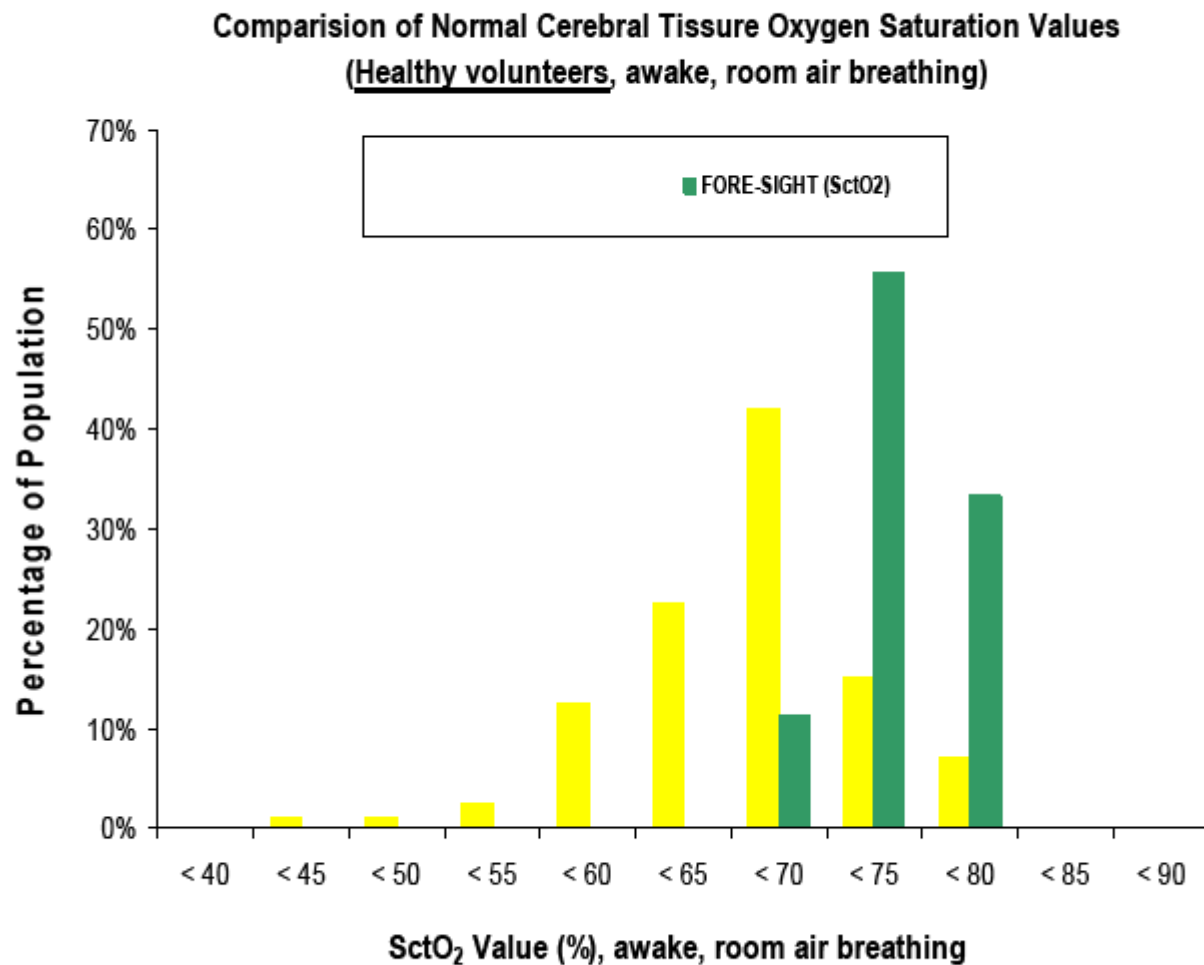
Source: Casmed Fore-sight

Fore-Sight et SjO₂ sont-elles interchangeable?

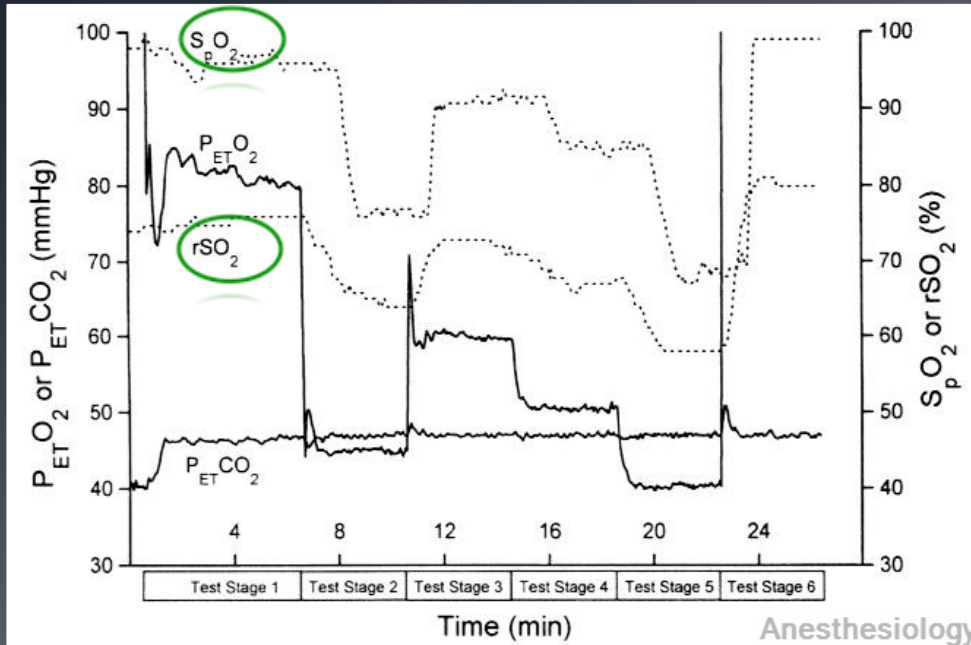
Bland-Altman Plot of the Difference Between FORE-SIGHT SctO₂ and Blood Sample SO₂ (30% arterial + 70% venous; Validation Study, n=19)



Mesure de « base » de la ScO₂ par Fore-Sight®



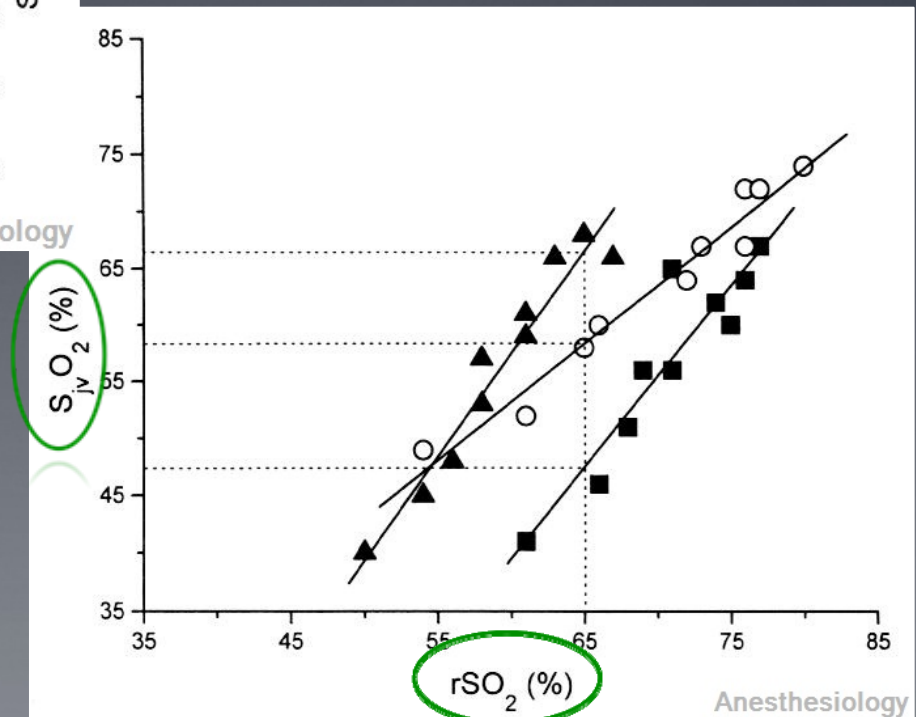
et pour les LED...?



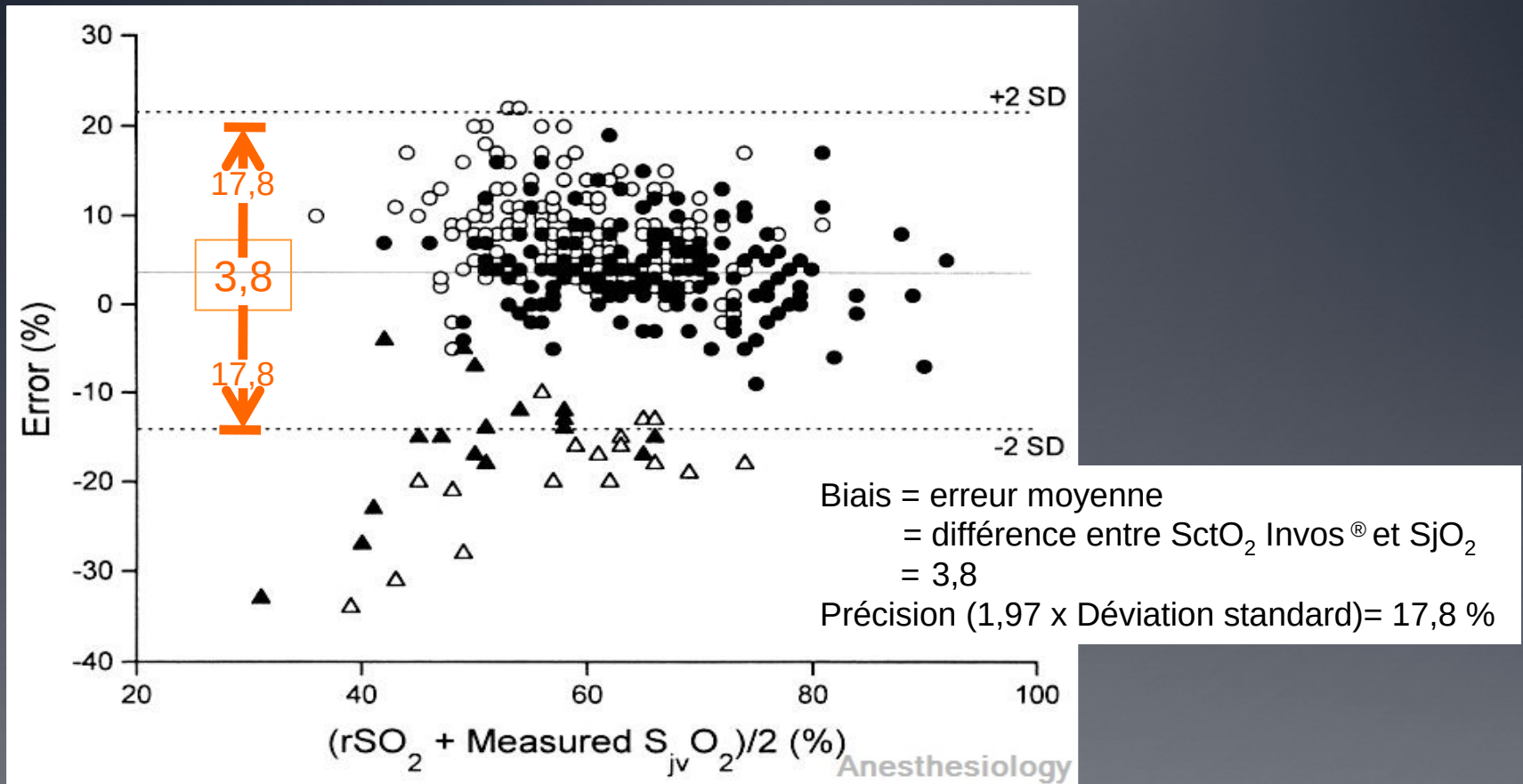
Accuracy of a Cerebral Oximeter in Healthy Volunteers under Conditions of Isocapnic Hypoxia

Anesthesiology. 1998; 88(1):58-65,

Anesth Anal 2006;102:S162



INVOS et SjO_2 sont - elles interchangeable?



[Accuracy of a Cerebral Oximeter in Healthy Volunteers under Conditions of Isocapnic Hypoxia](#)

Anesthesiology. 1998; 88(1):58-65,

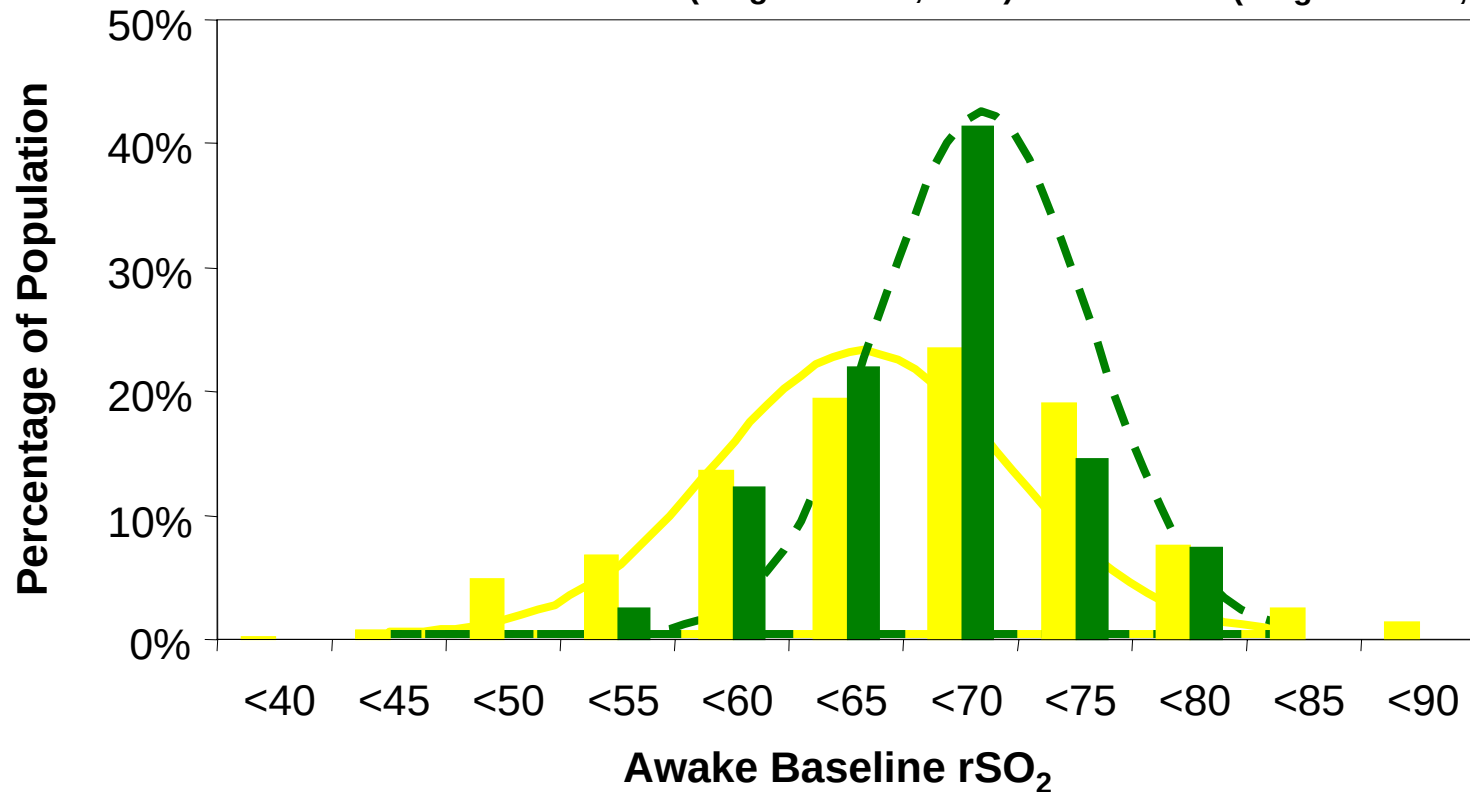
Anesth Anal 2006;102:S162

Mesure de « base » de la ScO₂ par InvoS[®]

Normative Values

Cardiac Surgery Patients: Baseline
rSO₂ = 65 ± 9 (range 47 to 83, 2 SD).

Healthy Volunteers: Baseline rSO₂
= 70 ± 6 (range 58 to 82, 2 SD).

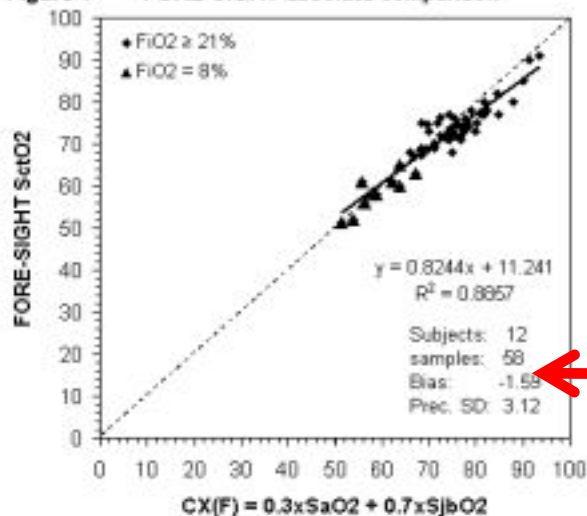


Kim, MB, et al. *J Clin Monitoring & Computing* 2000;16:191-199.

Edmonds HL, Jr., *APSF Newsletter* 1999;14(3):25-32.

INVOS[®] versus Fore-sight[®]

Figure 1 FORE-SIGHT absolute comparison



INVOS absolute comparison

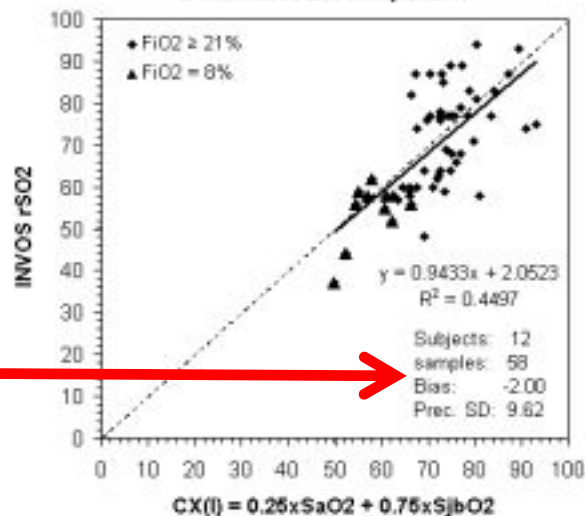
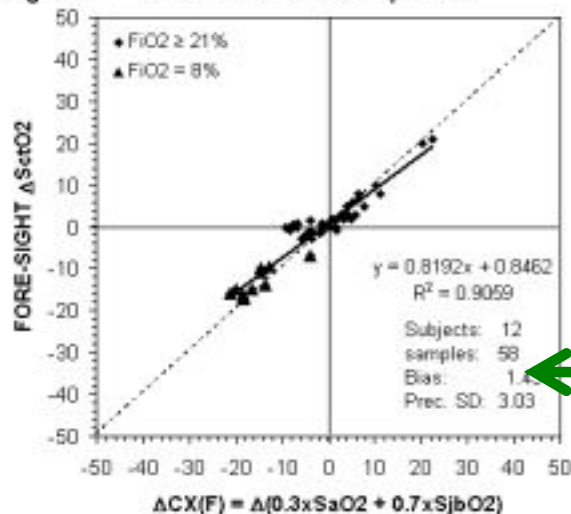
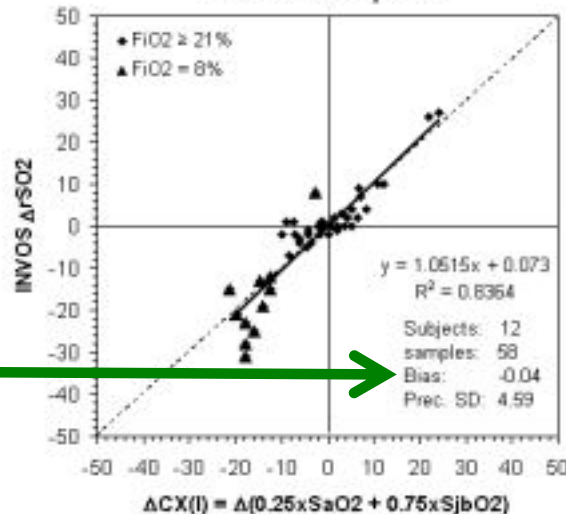


Figure 2 FORE-SIGHT trend comparison



INVOS trend comparison



Les Indices de performances

Construction du tableau

Primordial

Pathologie à détecter

T
E
S
T

+

+

-

Vrai Positif

Faux Positif

*Valeur prédictive
positive*

-

Faux Négatif

Vrai Négatif

*Valeur prédictive
négative*

Sensibilité

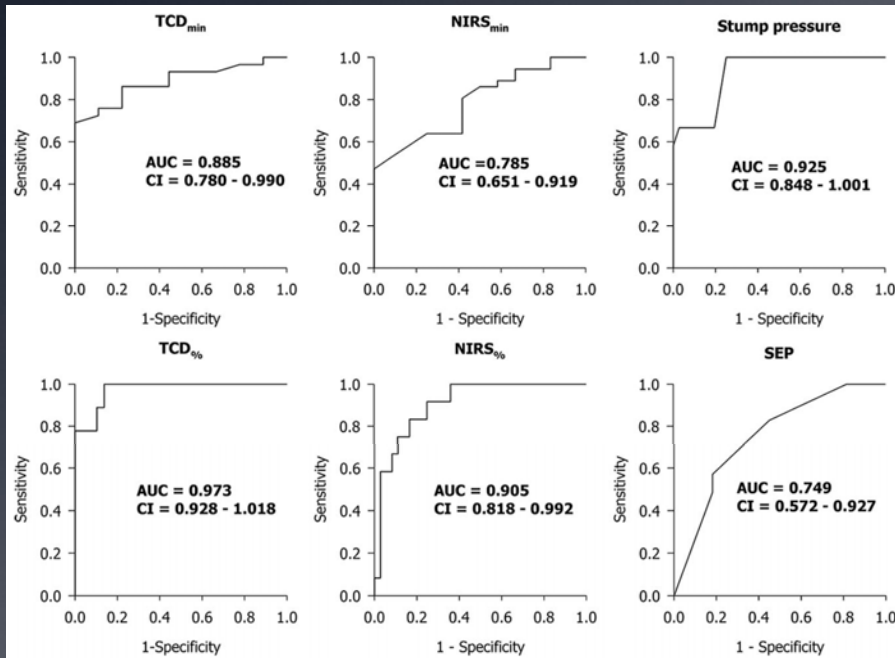
Spécificité

Les Indices de performances

- Sensibilité = $\text{Vrai Positif} / (\text{Vrai positif} + \text{faux négatif})$
> Probabilité d'un test à détecter la maladie si elle est présente
- Spécificité = $\text{Vrai Négatif} / (\text{Faux positif} + \text{Vrai négatif})$
> Probabilité d'un test à ne pas détecter la maladie si elle n'est pas présente
- Valeur Prédictive positive = $\text{Vrai positif} / (\text{vrai positif} + \text{Faux positif})$
> Probabilité que la maladie soit présente si le test est positif
- Valeur prédictive négative = $\text{Vrai négatif} / (\text{Vrai négatif} + \text{faux négatif})$
> Probabilité que la maladie soit absente si le test est négatif

Evaluation de différents monitorings neuro-vasculaires

Endarterectomie carotidienne



	Best Fit				
	Cutoff	Sensitivity	Specificity	PLR	NLR
TCD _{min}	25 cm/s	100%	69%	3.22	0.00
TCD _%	48%	100%	86%	7.25	0.00
NIRS _{min}	59	100%	47%	1.89	0.00
NIRS _%	20%	83%	83%	5.00	0.20
Stump pressure	40 mmHg	100%	75%	4.00	0.00
SEP	50%	82%	57%	1.91	0.32

Anesthesiology 2007;107:563-9



	%	seuil	Sens	Spec	VPP	VPN
Anesthesiology 2000;93:964-7	↓20	80	82.2	33.3	97.4	
Anesth Analg 2000;91:1339-44	↓11-13	100	83-87	18-25	100	
Eur J Vasc Endovasc Surg. 2004;27(6):646-50	↓20	30	98	37	98	
Vasc Endovasc Surg 2003; 37: 407-13	↓15	x	x		94	
	10-20	30-100	82-96	18-33	94-100	

Chirurgie cardiaque et aortique

	Sens	Spec	VPP	VPN	ROC area
J Thorac Cardiovasc Surg. 2006; 131(2):371-9	80-83	58-89	21-43	94-97	0,72-0,87
J Cardiothorac Vasc Anesth. 2007;21(4):535-9	94	81			



Chirurgie carotidienne

	<i>Sens</i>	<i>Spec</i>	<i>VPP</i>	<i>VPN</i>	<i>ROC area</i>
KM, Lathouwers ASA 2009	44%				
S Lamotte ESA 2009	75%				

PATIENT MONITORING
FORE-SIGHT®

Intérêt du monitoring de la ScO_2



Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

- 1) **Dysfonction cognitive**
 - 2) Durée d'hospitalisation
 - 3) Stroke
 - 4) Dysfonction d'organes
 - 5) Délire post-opératoire
 - 6) Décès
-

Rappel sémantique...

- Dysfonction neurologique:
 - *Présence d'une lésion cérébrale focale ou globale cliniquement évidente tel qu' un AVC, un AIT, une encephalopathie hypoxique ou une stupeur*
 - Dysfonction cognitive:
 - *délire, agitation, confusion, obnubilation prolongée, parkinson transitoire.*
-

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

1) Dysfonction cognitive

+

n

Type de Chirurgie

J Cardiothorac Vasc Anesth. 2004;18:552-558

101

Cardiaque

Anesthesiology 2002;97:A40

-

Anesth Analg. 2005;101:740-747

122

>65ans chir non cardiaque

Eur J Anaesthesiol. 2007;24(1):59-65

60

>65 ans chir abdo

-

n

Type de Chirurgie

Eur J Cardiothorac Surg. 2008;33:560-565

100

Cardiaque valvulaire

Ann Thorac Surg. 2009;87:36-44

240

Cardiaque PAC

Anesth Analg 2003;96:SCA8

430

Chirurgie Cardiaque

Ann Thorac Surg 2002;74:109-114

47

Chirurgie Cardiaque

Pak J Med Sci 2007;23(3):380-385

72

Chirurgie Cardiaque

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

- 1) Dysfonction cognitive
 - 2) Durée d'hospitalisation**
 - 3) Stroke
 - 4) Dysfonction d'organes
 - 5) Délire post-opératoire
 - 6) Décès
-

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

2) Durée d'Hospitalisation

+

n

Type de Chirurgie

Eur J Cardiothorac Surg. 2008;33:560-565

100

Cardiaque Valvulaire

Heart Surg Forum 2004; 7:E376-E381

2297

Cardiaque PAC

Ann Thorac Surg. 2009;87:36-44

240

Cardiaque PAC

Heart Surg Forum 2003; 6(4)204

98

Cardiaque PAC

Anesth Analg. 2005;101:740-747

122

>65ans chir non cardiaque

-

n

Type de Chirurgie

Anesth Analg. 2007;104(1)51-58

200

Cardiaque PAC

Anesth Analg 2003;96:SCA8

430

Cardiaque PAC

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

- 1) Dysfonction cognitive
 - 2) Durée d'hospitalisation
 - 3) Stroke**
 - 4) Dysfonction d'organes
 - 5) Délire post-opératoire
 - 6) Décès
-

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

3/ Stroke

+

n

Type de Chirurgie

J Thorac Cardiovasc Surg. 2006;131:371-379

46

Chir Arche aortique

Semin Cardiothorac Vasc 2006 Anesth.;10(2):171-175

2297

Cardiaque

-

n

Type de Chirurgie

Ann Thorac Surg. 2009;87:36-44

240

Cardiaque PAC



Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

- 1) Dysfonction cognitive
 - 2) Durée d'hospitalisation
 - 3) Stroke
 - 4) Dysfonction d'organes**
 - 5) Délire post-opératoire
 - 6) Décès
-

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

4) Dysfonction d'organes

+

Anesth Analg. 2007;104(1)51-58

*étude prospective randomisée en double
aveugle - 200 patients CABG*

Major organ morbidity and mortality
significativement ↓ chez patients avec
ScO₂ per-op ≥ 75% baseline

(Si désaturation prolongée: 33% MOMM
vs 7%)

-

Thorac Surg. 2009;87:36-44

*étude prospective randomisée
- 240 patients CABG*

Pas de différence significatives entre
patients INVOS et non-INVOS

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

- 1) Dysfonction cognitive
 - 2) Durée d'hospitalisation
 - 3) Stroke
 - 4) Dysfonction d'organes
 - 5) **Délire post-opératoire**
 - 6) Décès
-

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

5) Délire post-opératoire

J Anesth. 2009; 23:51-56

20 patients > 65 ans chirurgie abdominale

ScO₂, pas de différence significative entre groupes « délire post-op+ » et « délire post-op »

Mais: Age, Test mental de faible score pré-op et rSO₂ basse pré-op
= facteurs de risque importants pour délire post-op

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

- 1) Dysfonction cognitive
 - 2) Durée d'hospitalisation
 - 3) Stroke
 - 4) Dysfonction d'organes
 - 5) Délire post-opératoire
 - 6) **Décès**
-

Influence du monitoring de la ScO₂ sur l'outcome

6) Décès

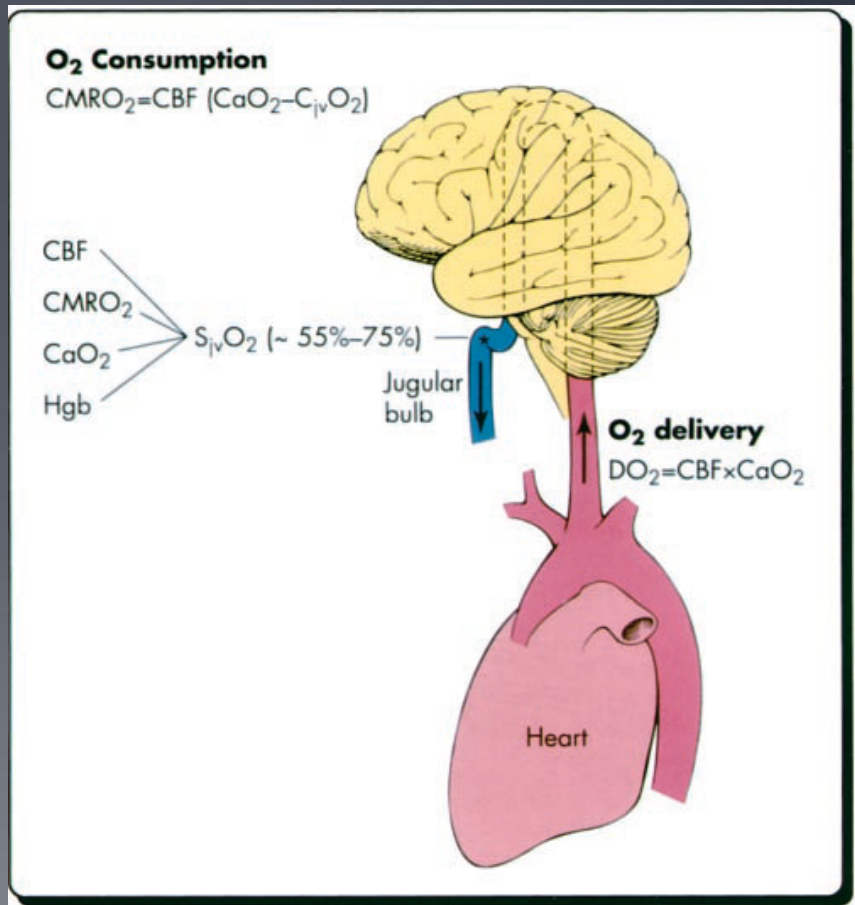
Heart Surg Forum 2004; 7:E376-E381

2297 patients, chirurgie cardioaque

Pas de différence de ScO₂ entre les groupes
« décès » et « survivants »

Facteurs pouvant influencer la ScO_2

- 1) Obstruction mécanique au débit sanguin cérébral
- 2) Augmenter la MAP
- 3) Vérifier l'oxygénation systémique
- 4) Normaliser la $PaCO_2$
- 5) Optimiser Hémoglobine
- 6) Evaluer la fonction cardiaque
- 7) Diminuer la $CMRO_2$



Artefacts de l'INVOS

- Défaut du crâne (congénital, traumatique, chirurgical)
- Cheveux
- Oedème
- Hémangiome
- Pool de sang hémorragique stagnant
- Poche de pus
- Hyperémie mucosique du sinus frontal

MAIS INDEPENDANT du poids, du sexe, de la taille et du diamètre crânien !

Saturation cérébrale (ScO₂) ↓ ou asymétrie de base

- Accident vasculaire cérébral
 - BPCO
 - Défaillance cardiaque congestive
 - Diabète
 - Anémie falciforme
 - Rotation tête (avec compression carotide)
-

Facteurs pouvant influencer la ScO₂

- 1) Obstruction mécanique au débit sanguin cérébral
- 2) Augmenter la MAP
- 3) Vérifier l'oxygénation systémique
- 4) Normaliser la PaCO₂
- 5) Optimiser Hémoglobine
- 6) Evaluer la fonction cardiaque
- 7) Diminuer la CMRO₂

Semin Cardiothorac Vasc Anesth 2007; 11:274-281

Conclusions



- Mesure relative.

- Monitoring de de la ScO_2 individuelle
- Variations par rapport aux valeurs de pré-induction
- Accord de la FDA (mai 2009)
- Mesures d'indice de performances
- Corrélation SjO_2

- Mesure absolue.

- Monitoring de de la ScO_2 individuelle
- Variations par rapport aux valeurs de pré-induction
- Accord de la FDA
- Mesures d'indice de performances absentes
- Corrélation SjO_2



Adéquation Q_c , DO_2 , VO_2

Conclusions

- Adéquation

Q_c, DO_2, VO_2