



Course n°: *(ex: Course 3)*

Sub-category: *(ex: 3.2.1.)*

Date: *05.09.2012*

Language:

City: TG MURES

Country: ROMANIA

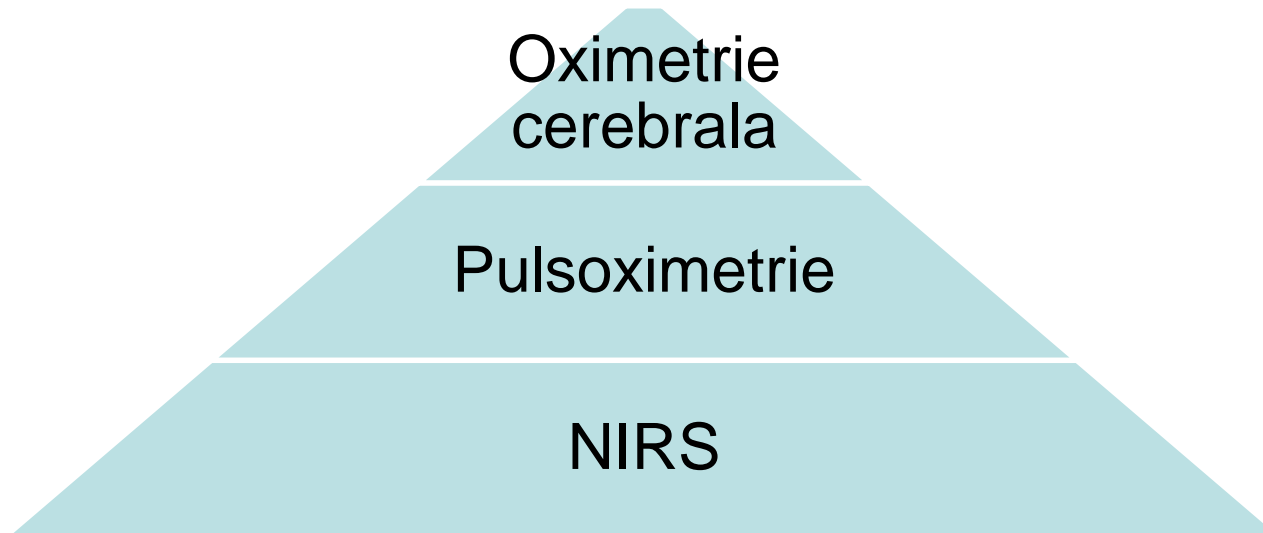
Speaker: RALUCA SOLOMON

Tehnică non-invazivă de monitorizare a metabolismului cerebral al oxigenului

- EEG
- TCD
- SjVO₂
- NIRS

Spectroscopie în infraroșu

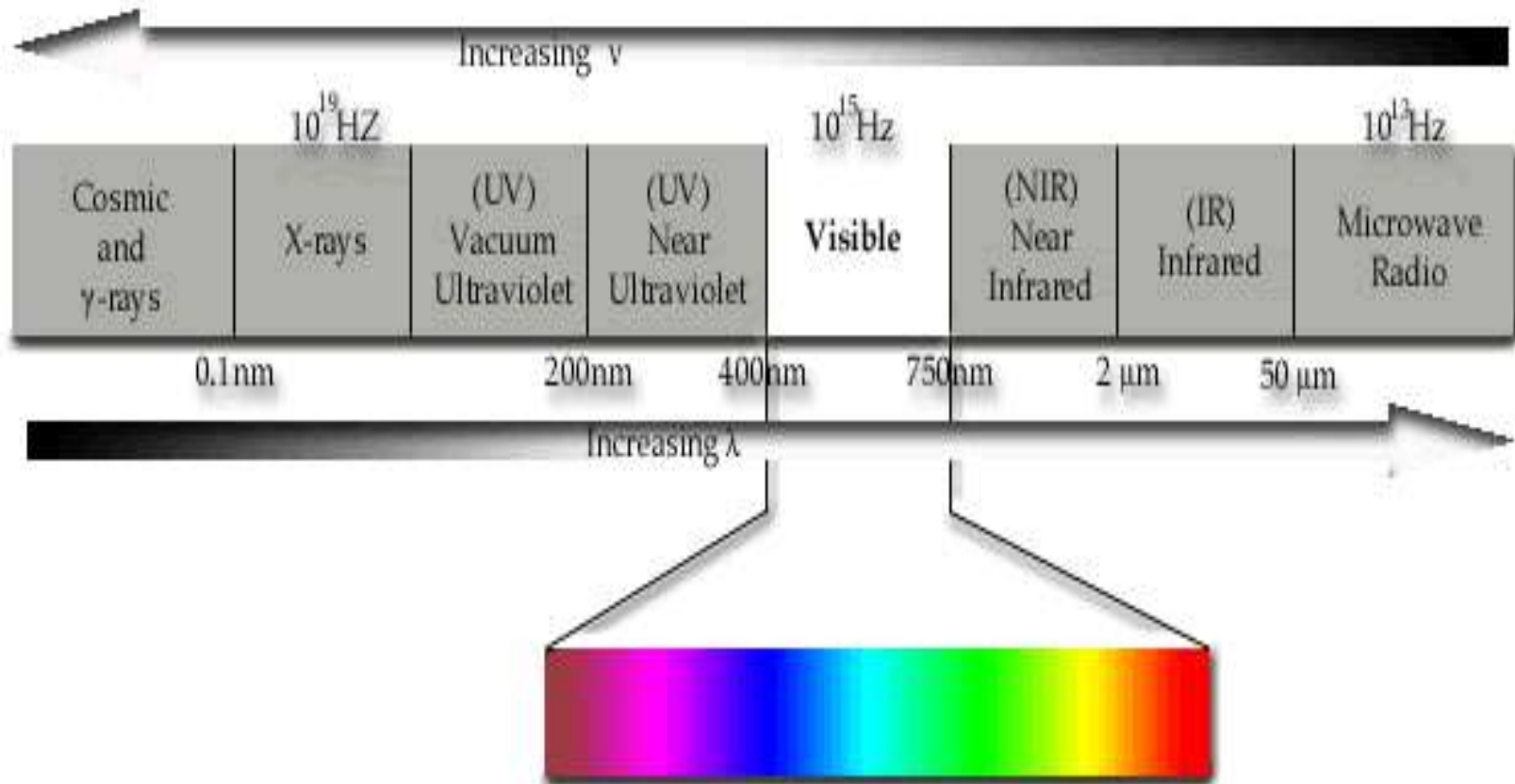
- analizează regiunea infraroșu a spectrului electromagnetic
- gamă largă de tehnici: spectroscopie de absorbție



Pe piață: patru tipuri de dispozitive destinate monitorizării oximetriei cerebrale, aprobate FDA:

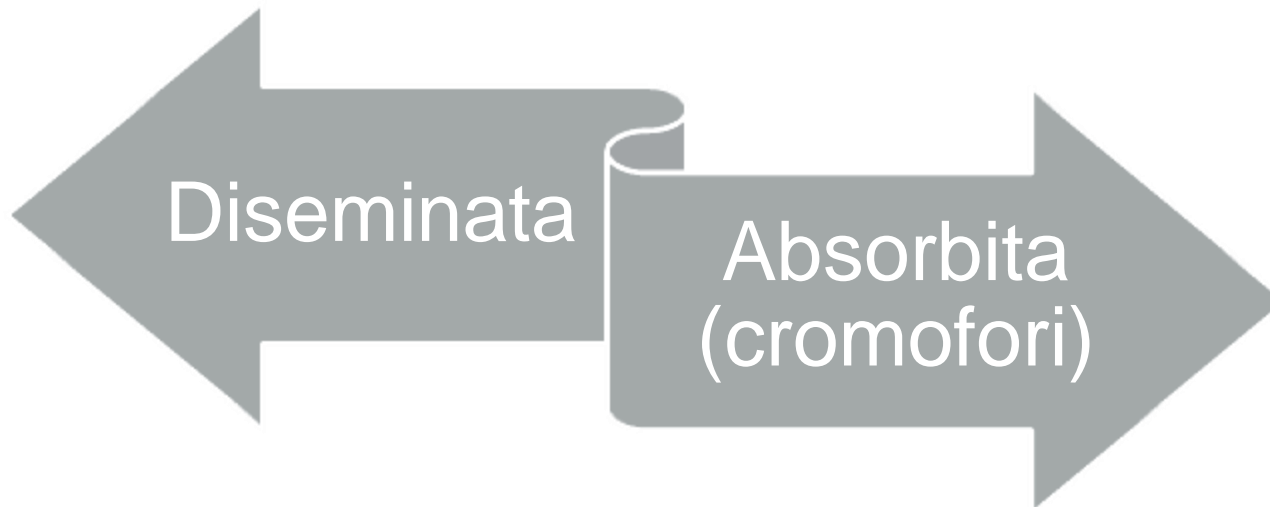
- Somanetics INVOS,
- CASMED Fore-Sight,
- OrNim Cerrox
- Nonin Equanox

Tehnologia NIRS



Tehnologia NIRS

NIR (lungimi de undă : 650-1400 nm) penetrează straturile superficiale ale corpului uman



Tehnologia NIRS

Principiul de bază al spectroscopiei: diverse molecule absorb în mod specific frecvențe caracteristice structurii lor.

Spectroscopia transcraniană poate cuantifica modificările de concentrație ale componentelor cerebrale, dacă spectrul lor de absorbție este cunoscut.

Tehnologia NIRS

- Principalul cromofor din țesuturi este apa, care absoarbe puternic undele de sub 300 nm și peste 1000 nm.
- În regiunea de infraroșu apropiat, la lungimi de undă între 650-1000nm, absorbția totală este suficient de redusă, iar lumina NIR poate fi detectată printr-un strat subțire de țesut
- Cromofori importanți din punct de vedere al oxigenării:
 - **hemoglobina (HbO₂)**
 - **deoxihemoglobina (Hb)**
 - **citocrom oxidaza (CtOx)**

Tehnologia NIRS

- Spectrul de absorbție al CtOx diferă în funcție de varianta sa oxidată sau redusă.
- Concentrația citocrom oxidazei în țesuturile vii este cu cel puțin un ordin de magnitudine sub cea a hemoglobinei, așadar contribuția sa este adesea neglijată

Tehnologia NIRS

- În spectrul NIR, absorbția luminii de către Hb atinge un vârf la 760nm, iar cea a HbO₂ la 900nm.
- La 800 nm, absorbția Hb este similar cu cea a HbO₂ (punctual isobestic).
- La oricare altă lungime de undă din spectrul NIR, Hb și HbO₂ absorb lumina în mod diferit.
- Așadar dacă se va determina atenuarea luminii la 800nm este evaluată Hb totală (Hbtotală= Hb+HbO₂), iar dacă atenuarea luminii se va determina la 760nm este evaluată în principal Hb.

Tehnologia NIRS

- În prezent mai multe tipuri de echipamente bazate pe tehnologia NIRS există pe piață.
- Acestea măsoară de obicei concentrația Hb, HbO₂ și cea a hemoglobinei totale.
- Dacă varianta oxidată sau redusă a CtOx este luată în considerare ar trebui efectuate măsurători cu 3 lungimi de undă.
- Instrumentele cu 2 lungimi de undă, nu evaluează contribuția CtOx .

Tehnologia NIRS

Măsurarea modificărilor Hb și HbO₂ se face pe baza **Legii Lambert-Beer modificate**, lege care corelează absorbția luminii cu proprietățile materialului prin care se propaga:

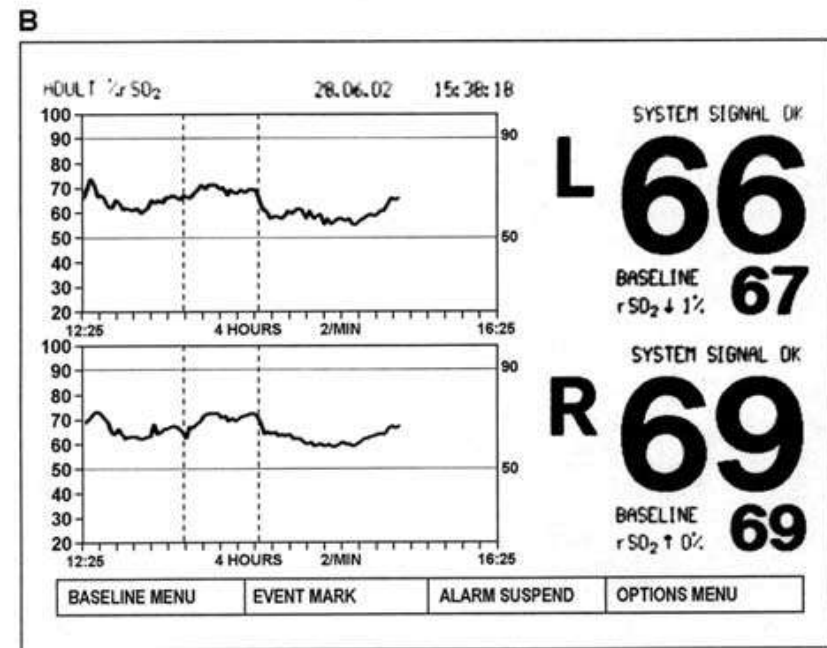
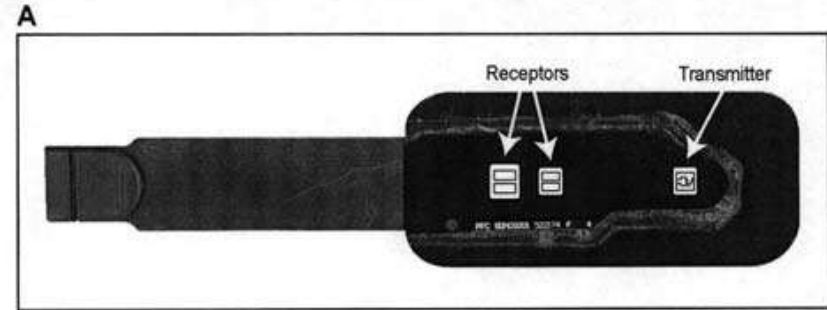
Atenuarea = $\alpha cdB + G$, unde:

- α - coeficientul de absorbție al cromoforilor
- c-concentrația cromoforilor
- d-distanța dintre probe
- B- factor diferențial de distanță (distanța medie a fotonilor în tesuturile penetrante este mai mare decât distanța dintre senzori)
- G- pierderea de lumină dependentă de geometria probei și proprietățile optice ale volumului examinat

Somanetics INVOS

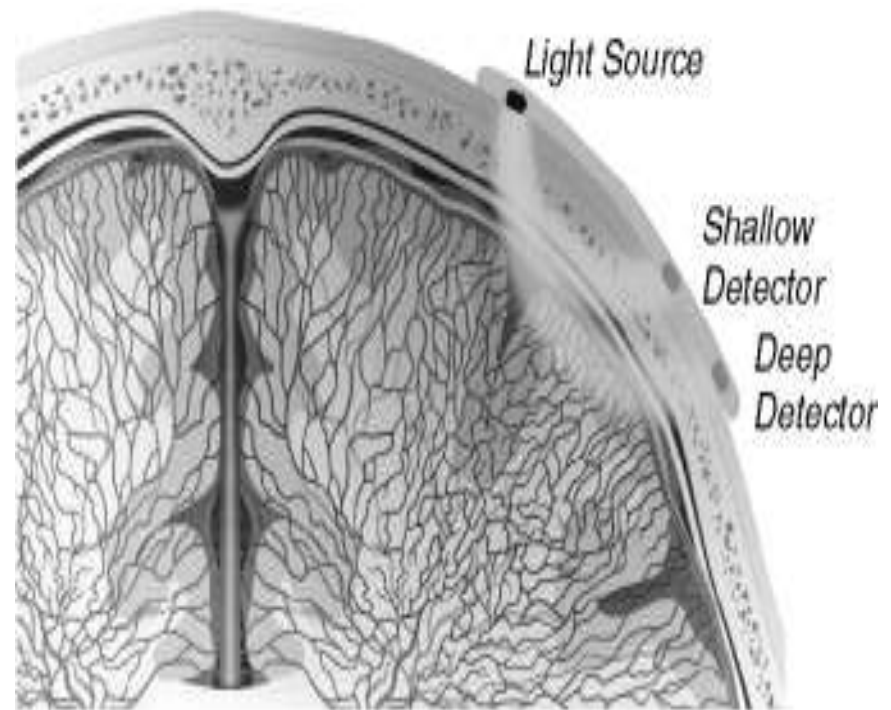
- Măsoară saturația regională a hemoglobinei (rSO₂) la nivelul cortexului frontal pe baza absorbției luminii infraroșii de către țesuturile biologice
- Două lungimi de undă: 730 și 810 nm
- Un transmițător (sursă de lumină)- și doi receptori (senzori de lumină)

Somanetics INVOS



Somanetics INVOS

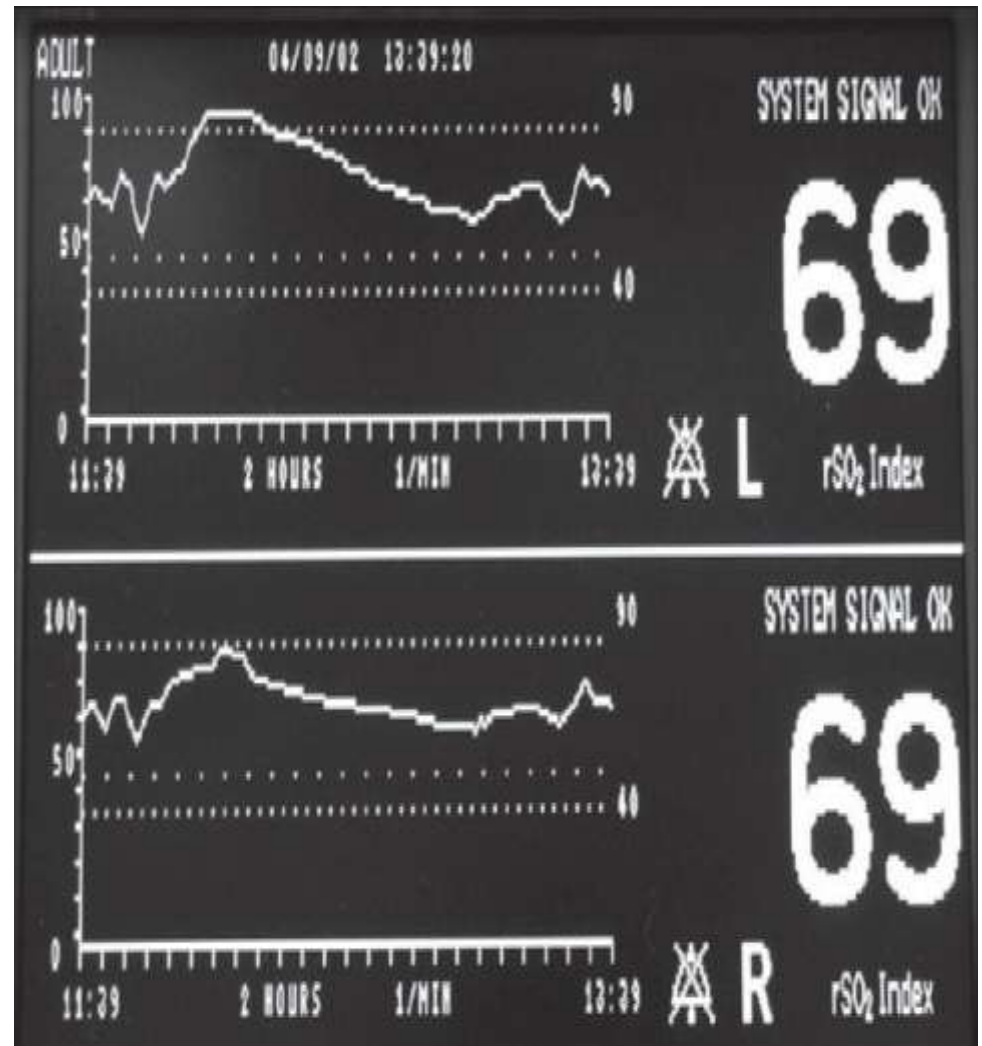
- Primul receptor- la 3 cm de sursă, captează saturațiile de la nivelul țesutului extracerebral și oferă un semnal superficial.
- Al doilea receptor, localizat mai lateral, la 4 cm de sursa de lumină permite analiza unui semnal mai profund de la nivelul țesutului cerebral



© Somanetics Corporation

Somanetics INVOS

- Legea Lambert Beer modificată- pentru a substrage semnalul superficial din semnalul total și afișează doar valoarea semnalului profund.



Somanetics INVOS

- NIRS analizează hemoglobina conținută în sângele pulsatil și nonpulsatil din patul microvascular mixt răspunzător de schimburile gazoase, cu un diametru de sub 100 microni.
- În timp real- indicator prompt al modificării balanței critice dintre oferta și consumul de oxigen.
- Neinvaziv- avertizare precoce cu privire la scăderea ofertei de oxigen la nivel cerebral.

Pulsoximetrie

Oximetrie cerebrală

Pulsatilitate

Pulsatilă

Non-pulsatilă

Transmisia luminii

Transmisie

Reflectare

Lungimea undă

de 660/940nm

730/810nm

Componenta arterială

Arterial

25%

arterial:

75%venos

Saturația oxigenului

Hb (arterial)

Saturația venoasă cerebrală

LED(light emitting diode)

1emițător/1senzor

1 emițător/2senzori

Limitare

Diatermie

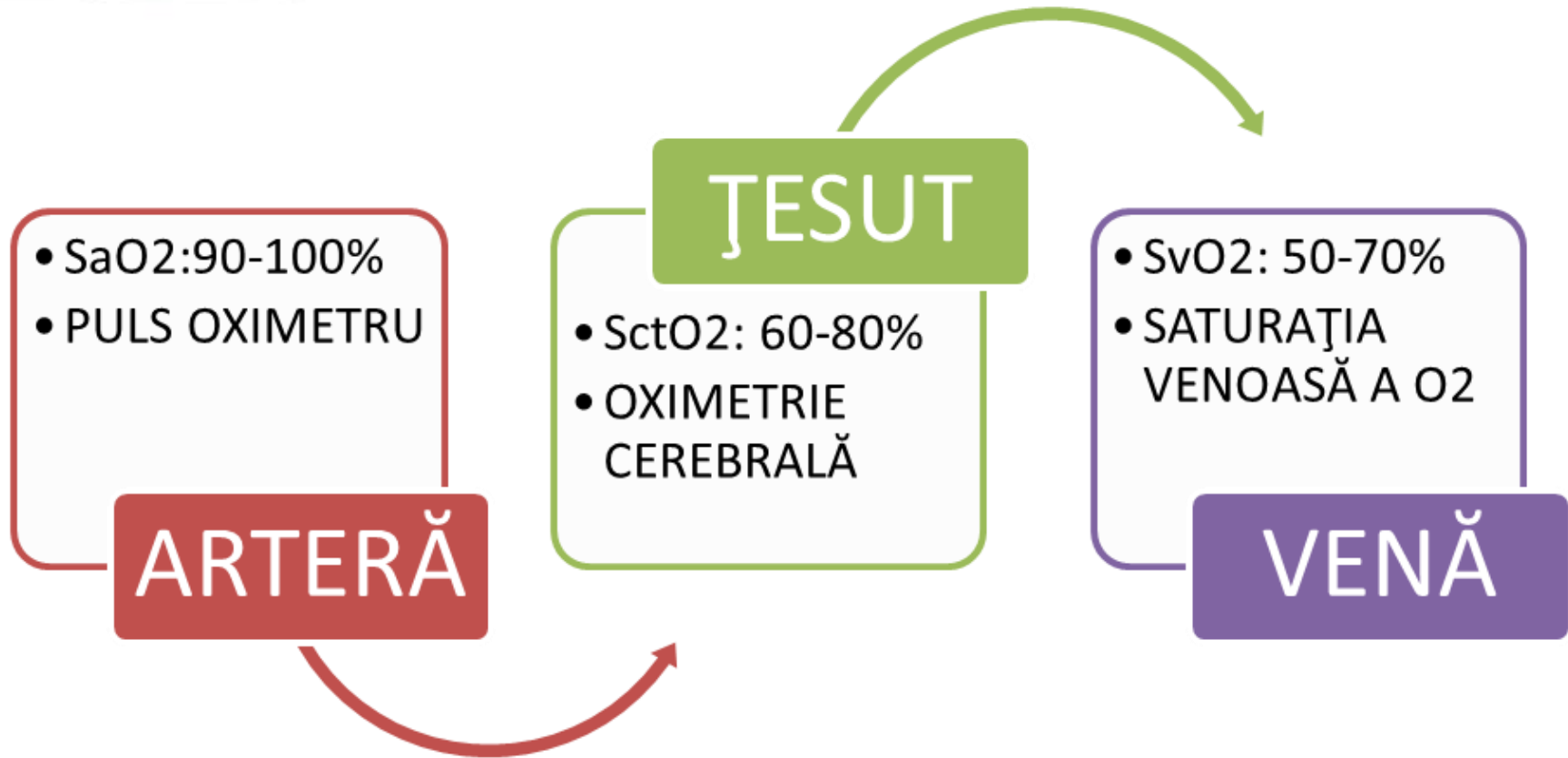
Diatermie

Creierul

- 15% din debitul cardiac normal
 - flux sangvin cerebral mediu: 50ml/100g/min, din care pentru substanța cenușie 80ml/100g/min, iar pentru substanța albă 20ml/100g/min
 - consumul a 20% din cantitatea totală de oxigen din organism (rata metabolică cerebrală 3-3.8ml/100g/min).
- Ischemia cerebrală reprezintă o cauza majoră de compromitere neurocognitivă iar funcționarea creierului este afectată în mod direct de durata reducerii oxigenării.*

Oximetria cerebral- Utilizare clinică

Estimează **saturația regională a hemoglobinei (rSO₂)** prin măsurarea sa **non invazivă, transcutanată** la nivelul cortexului cerebral frontal, o zonă a creierului care este îndeosebi susceptibilă la modificări ale cererii și ofertei de oxigen, și care deține rezerve limitate de oxigen.



Abord noninvaziv, continuu și în timp real al microvasculaizației cerebrale, locul dinamic și specific al schimburilor gazoase.

	Pulsoximetrie (Spo2)	Oximetrie cerebrală (rSO2)	Saturația venoasă centrală (SvO2)
Invazivitate	Noninvazivă	Noninvazivă	Invazivă
Patul vascular	Arterial	Capilar (venos și arterial)	Venos
Evaluează	Măsoară furnizat periferie	O2 în	Evaluează balanța dintre oferta de O2 site-specifică și consum
Semnificație clinică	Oxigenarea sistemică	Perfuzia și oxigenarea la nivel de organ	Măsoară surplusul de O2 din circulația centrală
Puls și flux	Necesită puls și flux	NU puls, Nu flux	Rezerva sistemică de O2
Valori normale	≥90%	58-82%	Necesită flux
	60-80%		

Limitări ale tehnologiei NIRS

- Valorile normale ale oximetriei cerebrale (rSO₂) variază pentru fiecare dispozitiv în parte și sunt furnizate de firma producătoare
- INVOS 5100 specifică o valoare normală pentru un pacient adult supus chirurgiei toracice de $67 \pm 9\%$
- Înaintea inducției anesteziei generale, valorile bazale bilaterale se impun a fi măsurate în respirație spontană cu aer ambiental.

Limitări ale tehnologiei NIRS

Contaminarea cu lumină

- lipsa de adeziune a senzorului la piele prin prezența părului favorizează pătrunderea luminii ambientale și interferența fie cu sursa de lumină fie cu semnalul rSO₂
- transpirația sau orice tensiune fizică poate detașa parțial padelele

**Aderența
padelelor la
piele!**

Limitări ale tehnologiei NIRS

Factori care pot altera valoarea măsurătorilor:

- debitul cardiac, TA
- hipo/hipercapnia,
- pH-ul arterial, FiO₂
- temperatura,
- fluxul sangvin local,
- nivelul hemoglobinei,
- hemoragia, embolia,
- bolile preexistente,
- funcția pulmonară,
- orice perturbare mecanică

***Valorile obținute
trebuie
interpretate doar în
context clinic!***

Limitări ale tehnologiei NIRS

Valoarea rSO₂ este independentă de:

- greutate,
- înălțime,
- dimensiunea extremității cefalice,
- sex

Poate fi influențată de

- poziția senzorului,
- prezența compușilor HEM
(methemoglobinemie, carboxihemoglobinemie, hemoglobina fetală)
- compușilor non HEM
(bilirubină, biliverdină)

Limitări ale tehnologiei NIRS

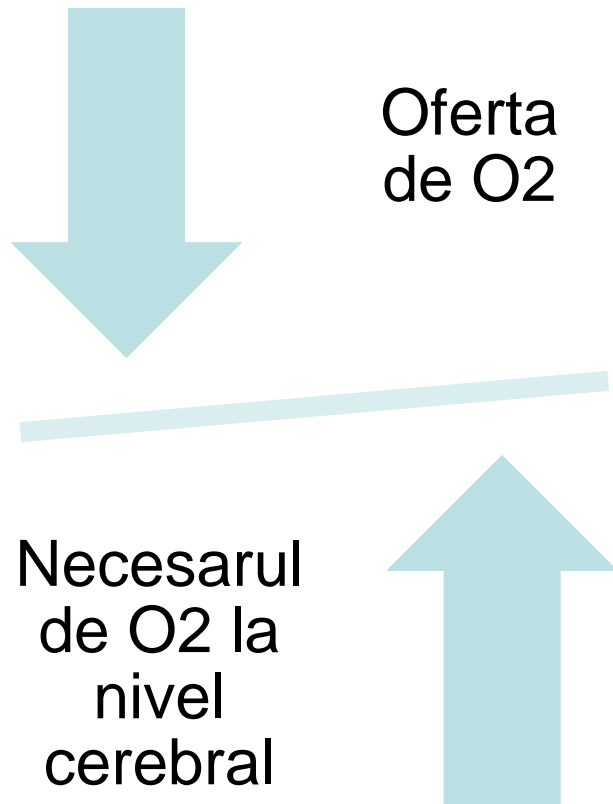
- Defectele cutiei craniene de natură congenitală, traumatică sau chirurgicală, precum și prezența sângelui stagnant pot interfera cu captarea semnalului .
- Valorile au fost deasemenea influențate atunci când senzorul a fost deplasat lateral față de poziția recomandată: deasupra ochilor.

Limitări ale tehnologiei NIRS

Asimetrie a valorilor rSO₂ la pacienți aparent fără modificări patologice:

- stenoză carotidiană sau a altei artere intracraniene,
- leziuni ocupante de spațiu intracranian,
- leziuni extracraniene,
- infarcte cerebrale vechi
- interferențe ale captării semnalului

rSO₂



Pragul critic

- O reducere a valorii rSO₂ cu 20% de la nivelul bazal stabilit, **indicator al perturbării oxigenării cerebrale**
- Majoritatea studiilor asociază această valoare cu semne clinice de hipoxie cerebrală și prognostic nefavorabil

Pragul critic

- *Valorile bazale sub 50% semnifică o toleranță redusă a creierului în cazul unei insulte hipoxice.*
- Valori bazale ale rSO₂ de peste 50%, **o reducere a valorii cu 20%** impune intervenție pentru a evita potențialele consecințe nefaste asupra pacientului.
- Valori bazale de 50% sau mai puțin: menținerea acestei valori anormale pe toată perioada perioperatorie.
- În caz de asimetrie a valorilor rSO₂, fiecare emisferă cerebrală va fi manageriată independent în concordanță cu criteriile menționate.

Indicații

Creierului - organ surogat pentru homeostazie!

- intervențiile de optimizare a perfuziei cerebrale dețin efecte benefice similare asupra perfuziei sistemice tisulare și asupra prognosticului pacientului.

- Însă numeroși factori fiziopatologici, mecanici sau procedurali pot afecta în mod neașteptat sau silențios oxigenarea cerebrală adecvată atât perioperator cât și în terapie intensivă.

Indicații

- Preponderent în **chirurgia cardiovasculară**, în special la pacienții cardiovasculari cu antecedente de stroke
- În timpul **intervențiilor pe cord on pump**, valoarea rSO₂ reflectă presiunea de perfuzie cerebrală, determinată direct de debitul pompei și rezistența vasculară, putând semnala rapid hipoperfuzia cerebrală în cazul unui debit al pompei inadecvat.
- În **neurochirurgie**, oferă date în timp real despre oxigenarea țesutului cerebral în timpul clipării anevrismelor cerebrale.

Indicații în sala de operație

Chirurgie cardiacă: by-pass aorto-coronarian on/off pump, intervenții chirurgicale complexe pe aortă, proceduri DHCA, chirurgie robotică sau hibridă, ventilație unipulmonară

Chirurgie vasculară: by-pass aorto-bifemural, by-pass femuro-popliteu, chirurgie robotică, aneurisme endo toracice, intervenții pe carotidă

Indicații în sala de operație

Ortopedie: intervenții pe coloană, intervenții pe sold

Anestezie generală: situații cu hipotensiune deliberată, decubit ventral, variații hemodinamica, chirurgie abdominală majoră, chirurgie bariatrică

Indicații în afara sălii de operație

Terapie intensivă: instabilitate hemodinamică, sindroame de compartiment, eficacitatea ventilației mecanice, ECMO, și Ventricular Assist Device, vasospasm (pacienți neurologici), hiperemie (afecțiuni carotidiene)

Neurologie : traumatism craniocerebral, clipări aneurismale, afecțiuni medulare

Alte specialități: cateterism cardiac, radiologie intervențională, unități primiri urgențe

Intervenții corective pentru ameliorarea oxigenării cerebrale

- Folosirea sistemului INVOS pentru a corecta oxigenarea cerebrală este asociată cu o evoluție favorabilă a pacienților chirurgicali.
- Intervențiile corective sunt **manevre de rutină**, însă în absența datelor furnizate de monitorizarea oximetriei cerebrale, capacitatea de a detecta și de a optimiza perturbările silențioase, dar potențial adverse rămâne limitată.

Intervenții corective pentru ameliorarea oxigenării cerebrale

**Îndepărtarea cauzelor
mecanice**

Poziția capului
Poziționarea canulei/clamp Ao

**Creșterea ofertei
(ameliorarea aportului de
oxigen)**

Creșterea tensiunii arteriale medii
Normalizarea nivelului CO₂
Creșterea FiO₂
Creșterea debitului cardiac (debit
de pompă)
Vasodilatație cerebral
farmacologică
Creșterea hematocritului

**Reducerea necesarului
(metabolismului cerebral)**

Aprofundarea anesteziei
Hipotermie

Se remarcă reducerea:

- Morbidității organelor majore și a mortalității
- Accidentelor vasculare cerebrale
- Afectărilor cognitive postoperatorii
- Duratei ventilației mecanice/ insuficienței respiratorii
- Efectelor adverse chirurgicale
- Comelor
- Durata staționării în terapie intensivă
- Durata spitalizării