

NIRS u dětského polytraumatu

Marcela Káňová



Near- infrared spectroscopy

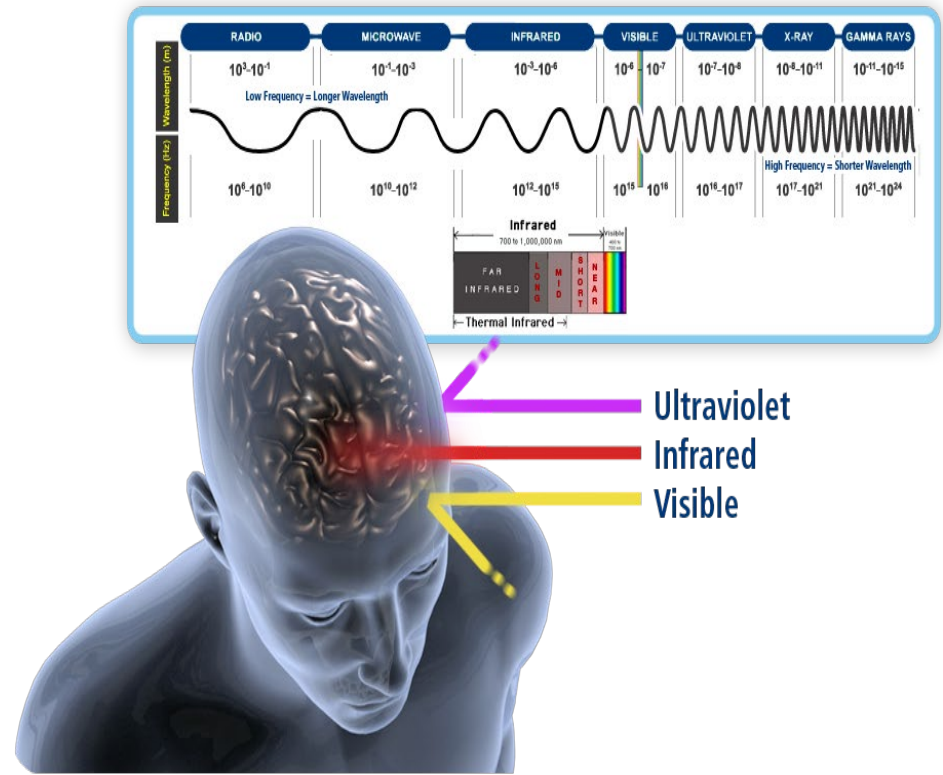
- Neinvazivní metoda monitorace tkáňové perfuze / oxygenace
- Kontinuální bed- side monitorace
- DO_2/VO_2
- Cerebrální, intestinální, renální perfuze
- Detekce ischemických epizod
- End-point resuscitace oběhu

Možnosti monitorace tkáňové/ mozkové oxygenace

Klinické vyšetření	Mozkové funkce (GCS), neurologické vyšetření, motorická odpověď, zornice Refil kapilár, stav kůže, sliznic Diuréza, specif váha moče
Hemodynamika/ oxymetrie	MAP, CI,SVV, ICP, CPP SjO2, ScO2 (NIRS)
Zobrazovací techniky	TCD, ECHO
Elektrofyzilogické sledování	SEP, BIS, EEG
Biochemické markery: anaerobní metabol. /mozk. poškození	Laktát, BD, pH NSE, prot S100 B
Tkáňové invazivní sledování	mikrodialýza- ptO2

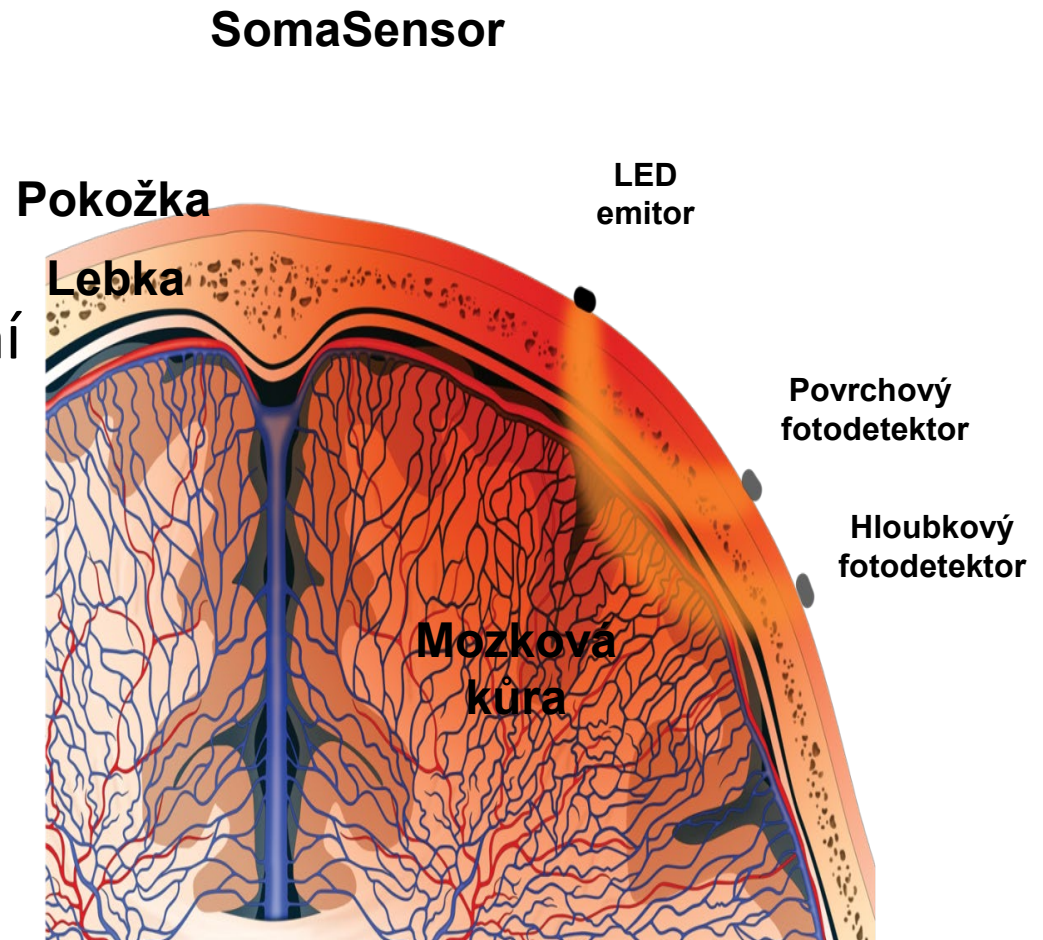
Princip NIRS

- Regionální mozková /somatická oxymetrie
- NIRS- infračervené světlo
- 730 a 810nm
- Hloubka 4cm
- Optická spektrometrie
- INVOS
- Samolepící sondy 9x4cm
- NIRS záření se rozptyluje



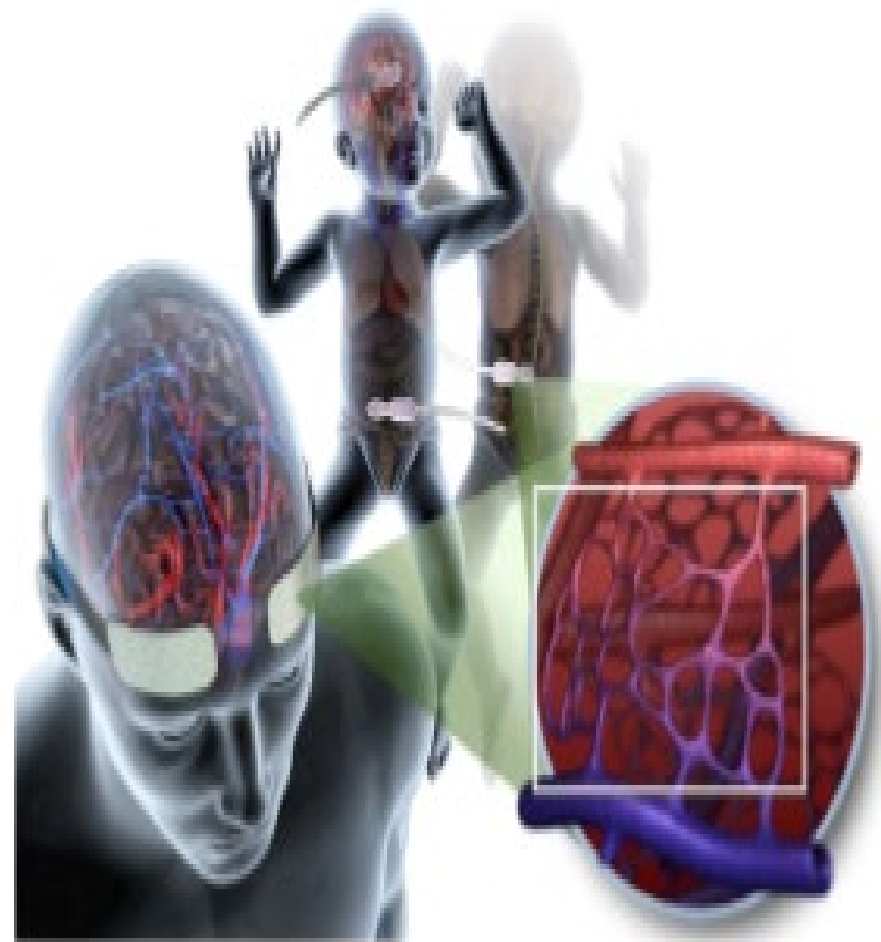
Princip NIRS

- Monitorace regionální-tkáňové saturace krve kyslíkem
 - Snímání infračervených paprsků pronikajících tkání (z LED emitoru)
 - 2 fotodetektory měří intenzitu odraženého světla (30mm a 40mm od emitoru)
 - Beer-Lambertův zákon
- ➔
- Spektrální absorpce Oxy/deoxy Hgb



NIRS- regionální oxymetrie

- **Tkáňová** oxygenace pod detektorem
- (cerebrální : rozhraní ACA,ACM)
- Na rozdíl od pulsní oxymetrie (SpO2- periferní **arteriální** O2, pulsatilní tok)
- NIRS: smíšená
75% venozní,
20% arteriální,
5% kapilární krev
- Poměr DO_2 / VO_2



INVOS™ SYSTÉM

Dvou kanálový Near-Infrared Spectroscopy Systém



SomaSensor™
pro dospělé

INVOS™ SYSTÉM

Čtyřkanálová verze NIRS
Monitorování

OxyAlert™ NIRSensor
pro děti a novorozence



Normální hodnoty

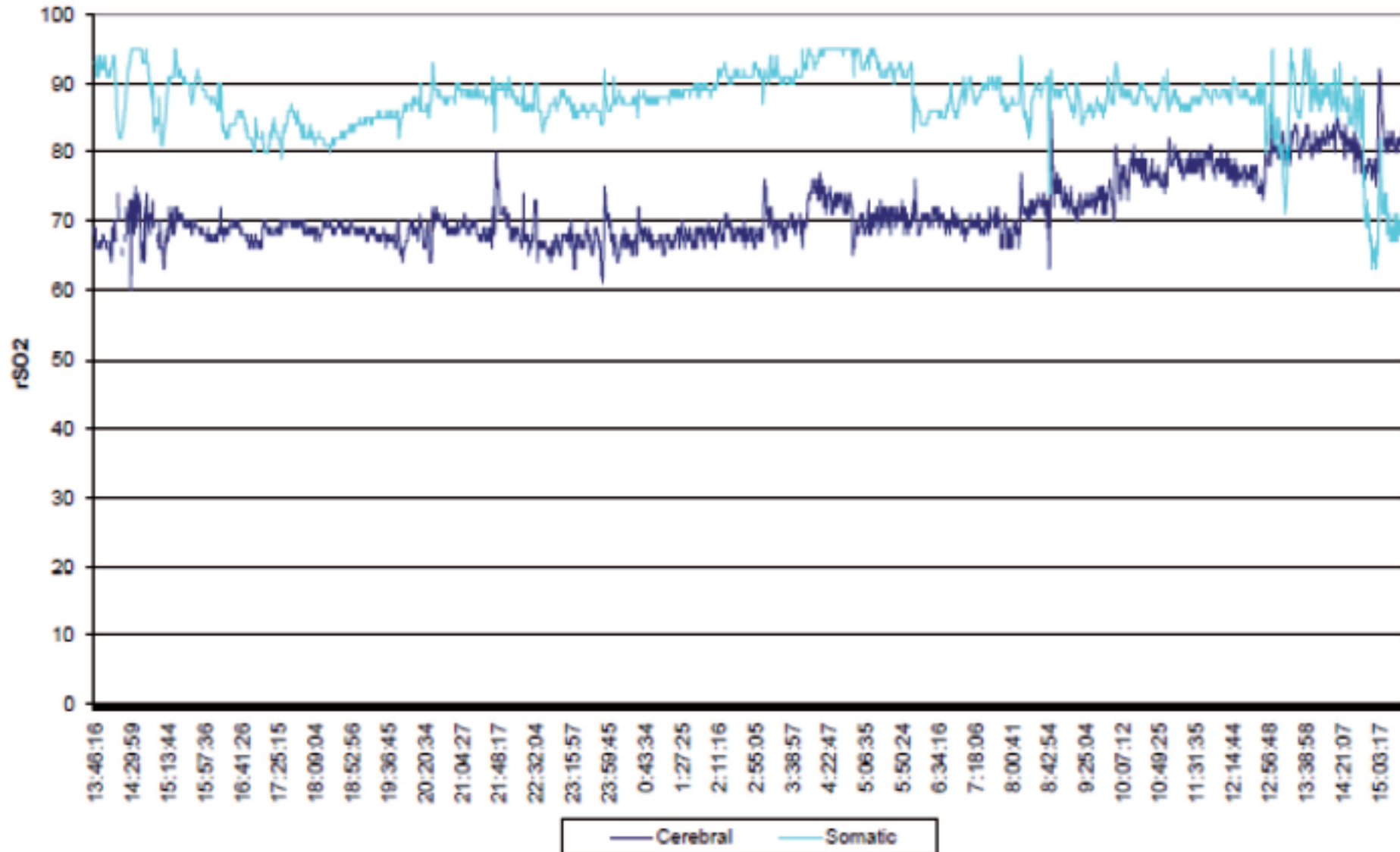
- **Během hemodynamické stability**
- VO₂ se liší dle tkání
- **Cerebrální VO₂ je vyšší**
- NIRS: **ScO₂ 60-80 %**
- Dospělí 55-75 %
- **Splanchnická 65-90 %**
- Nižší hodnoty:
 - 1. ↑ extrakce O₂
 - 2. ↓ prokrvení, DO₂



CSOR Cerebro-splanchnic oxygenation ratio

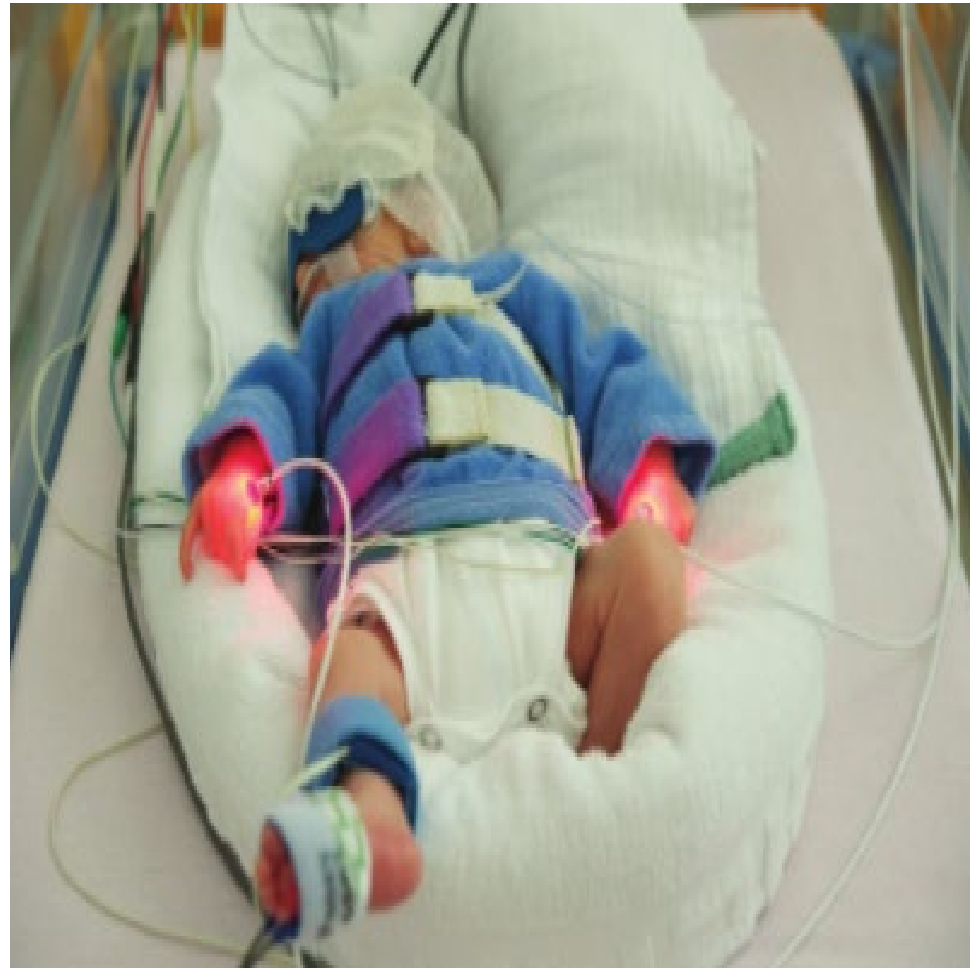
SOMANETICS[®]
INVOS OXIMETER
REFLECTING THE COLOR OF LIFE™

7-12-06 (day 1 of 2)



Trendy

- **Během hemodynamické nestability**
- U dětí nejrychleji klesá NIRS splanchnická O₂
- Sledování trendů
- **Pokles > 15 %**
- Cerebro-splanchnic oxygenation ratio
- **CSOR < 0,75**
riziko střevní ischemie



Uložení sond



- Čelo- cerebrální ScO₂
- Břicho- střevo (u dětí
časný indikátor poklesu
perfúze)
- Ledviny
- Thenar
- Předloktí (u dospělých
časný indikátor poklesu
perfúze, vasokontrikce)



Korelace NIRS s invazívní monitorací

- SvcO₂
- SjO₂
- Gastrická tonometrie
pHi
- **Využití**
 - Šokové stavy,
hypoperfuze
 - Kraniotraumata
 - Kardiochirurgické
operace
 - Respirační insuficience



Limitace NIRS

- Vliv dalších chromoforů:
- Vlnová délka užitá v NIRS spektroskopii nerozezná
- Hgb
- **Myoglobin** (cerebrální NIRS malý vliv)
- **Melatonin** (kožní pigment)
- Cerebrální NIRS
- Algoritmem nastaveno venozní: arteriální složce 70:30 nebo 75:25
- Cave změny vlivem pCO₂, vazokonstrikce, sympatikem vyvolaná vazokonstrikce měnící zastoupení veno-arteriální složky!
- Vhodnější sledovat trendy!!! Ne absolutní hodnoty !!!

NIRS v monitoraci šokových stavů

- **Adekvátní tkáňová oxygenace :**
 - adekvátní obsah O₂ v arteriální krvi
 - funkční hemoglobin v dostatečném objemu
 - otevřené a funkční kapiláry
 - přiměřené složení intersticia
 - schopnost buňky využít kyslík
- **NIRS je schopen monitorace:**
 - absolutní hladina saturace O₂ v tkáni
 - poruchy dodávky kyslíku do tkáně způsobené nejen nedostatečnou ventilací, ale i inadekvátní perfúzí
 - anemie
 - zvýšenou spotřebu kyslíku tkání



Časná detekce šoku

- Dosud používané markery
 - 1. Klinika- stav vědomí, diuréza, kůže
 - 2. Hemodynamická monitorace- SBP, MAP,HR
 - 3. Anaerobní metabolismus- art laktát, BD



Časná detekce šoku

- Dosud používané markery
 - 1. Klinika- stav vědomí, diuréza
 - 2. Hemodynamická monitorace- SBP, MAP,HR
 - 3. Anaerobní metabolismus- art laktát, BD
 - 4. O₂ transport, vztah DO₂ a VO₂, tkáňová oxygenace



NIRS časná detekce šoku

- **Dg:** NIRS – detekce časných stadií regionální tkáňové hypoperfuze
(StO₂- thenar dospělí, střevo děti)
- Centralizace oběhu- systémové markery (MAP) ještě v normě
- **Terapeuticky:** end-point resuscitace oběhu
(hypovolemicko- traumatického šoku)-
neinvazivní, kontinuální, nepřerušovaná péče o dítě
- MAP,HR, diuréza, mentální status- nespecifické
- Arteriální laktát, BD, SvcO₂- invazivní vstup



Can Near-Infrared Spectroscopy Identify the Severity of Shock in Trauma Patients?

Bruce A. Crookes, MD, Stephen M. Cohn, MD, FACS, Scott Bloch, BS, Jose Amortegui, MD, Ronald Manning, RN, Pam Li, RN, Matthew S. Proctor, BS, Ali Hallal, MD, Lorne H. Blackbourne, MD, Robert Benjamin, MD, Dror Soffer, MD, Fahim Habib, MD, Carl I. Schulman, MD, Robert Duncan, PhD, and Kenneth G. Proctor, PhD

- Periferní svalová StO₂ (NIRS) je přesnější v rozlišení závažnosti šokového stavu než systémová hemodynamika (HR, SBP) a ABR (BD)
- **StO₂ norma** $87 \pm 6 \%$, no shock $83 \pm 10 \%$ **75-95 %**
- Vs
- **Severe shock** (HR >120, SBP < 80mmHg, BD < -3mEq/l)
StO₂ $45 \pm 26 \%$ **20-70 %**

Can Near-Infrared Spectroscopy Identify the Severity of Shock in Trauma Patients?

Bruce A. Crookes, MD, Stephen M. Cohn, MD, FACS, Scott Bloch, BS, Jose Amortegui, MD, Ronald Manning, RN, Pam Li, RN, Matthew S. Proctor, BS, Ali Hallal, MD, Lorne H. Blackbourne, MD, Robert Benjamin, MD, Dror Soffer, MD, Fahim Habib, MD, Carl I. Schulman, MD, Robert Duncan, PhD, and Kenneth G. Proctor, PhD

- Pokles periferní svalové oxygenace StO₂
 rychle a neinvazivně dg šokový stav/
hypoperfuzi
- ATLS, cíl th: obnova dostatečné perfuze tkání
metabolické požadavky = hrazení, $DO_2 = VO_2$
- Transport, UP potřeba neinvazivního
parametru  NIRS

Can Near-Infrared Spectroscopy Identify the Severity of Shock in Trauma Patients?

Bruce A. Crookes, MD, Stephen M. Cohn, MD, FACS, Scott Bloch, BS, Jose Amortegui, MD, Ronald Manning, RN, Pam Li, RN, Matthew S. Proctor, BS, Ali Hallal, MD, Lorne H. Blackbourne, MD, Robert Benjamin, MD, Dror Soffer, MD, Fahim Habib, MD, Carl I. Schulman, MD, Robert Duncan, PhD, and Kenneth G. Proctor, PhD

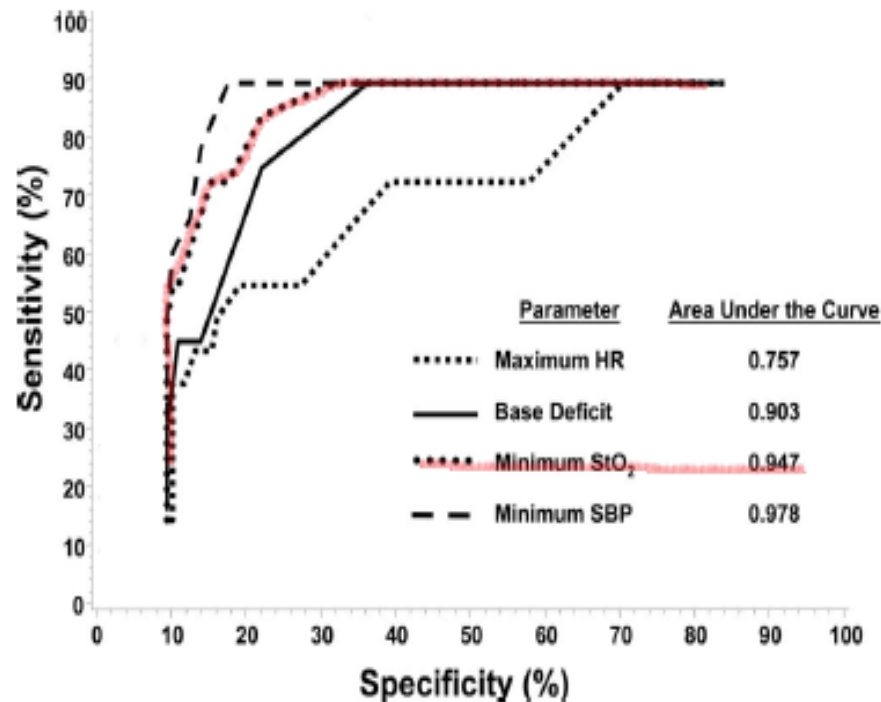


Fig. 4. Receiver operating characteristic curve for the detection of severe shock, comparing maximum heart rate, base deficit, minimum StO₂, and minimum SBP.

- NIRS koreluje s krevní ztrátou
- Obdobná ROC s BD a SBP
- Pokles a vzestup → end-point resuscitace
- **NIRS-StO₂ : dobrý neinvazivní, kontinuální ukazatel tkáňové hypoperfuze**
- **Využitelný v monitoraci závažnosti šoku**

Tissue Oxygen Saturation Predicts the Development of Organ Dysfunction During Traumatic Shock Resuscitation

Stephen M. Cohn, MD, Avery B. Nathens, MD, PhD, MPH, Frederick A. Moore, MD, Peter Rhee MD, MPH, Juan Carlos Puyana, MD, Ernest E. Moore, MD, Gregory J. Beilman, MD, and the StO₂ in Trauma Patients Trial Investigators

- Je NIRS schopný a jak přesně predikovat rozvoj MODS ?
- 383 pacientů, u 50 rozvoj MODS
- Cut off šok: SBP < 90, BD ≥ 6, StO₂ ≤ 75 %
- Re: maximum BD a minimum StO₂ predikovaly obdobně hypoperfuzi a rozvoj MODS

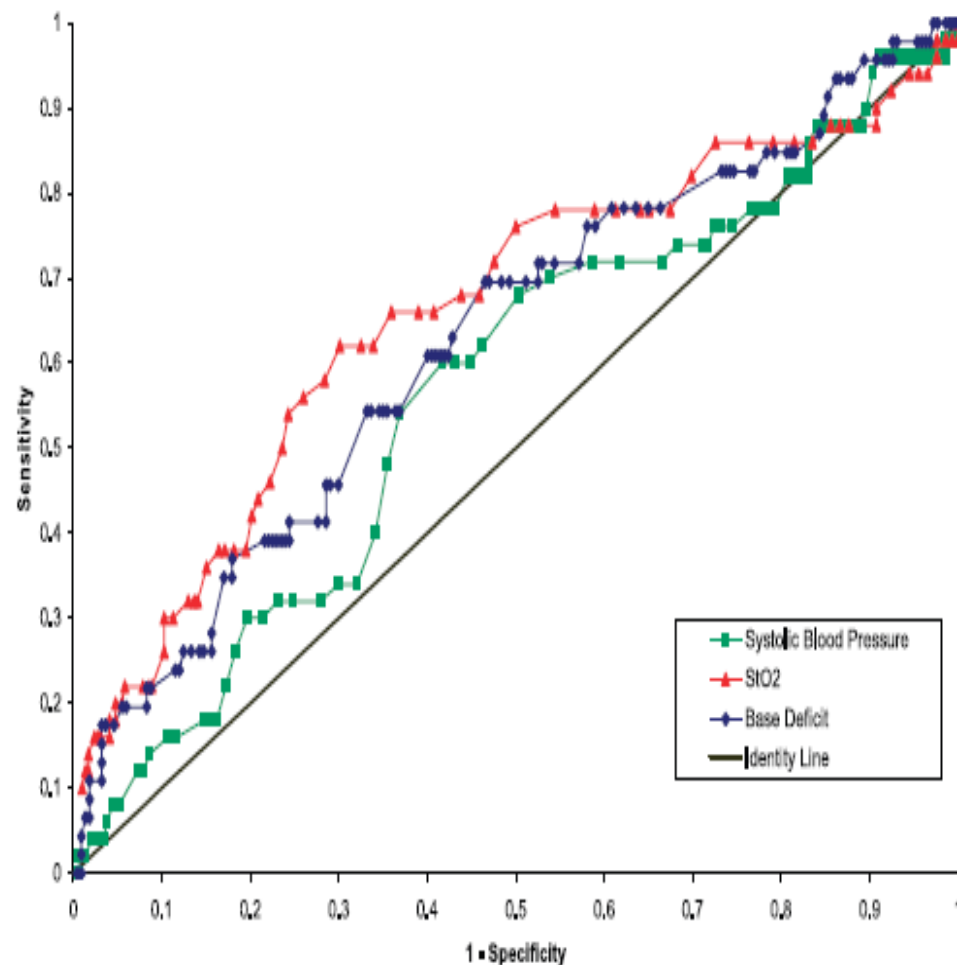


Fig. 4. ROC curves for StO₂, BD, and SBP relative to MODS within the first hour of ED arrival.



Near infrared spectroscopy in children at high risk of low perfusion

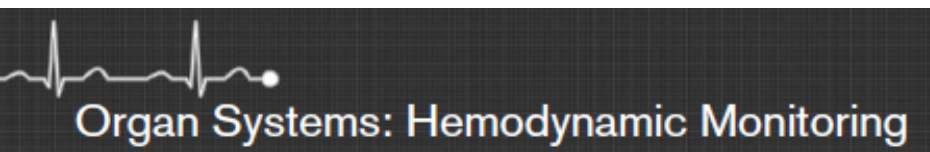
Alexander J.C. Mittnacht

Department of Anesthesiology, Mount Sinai Medical Center, New York, USA

Correspondence to Alexander J.C. Mittnacht, MD, Mount Sinai Medical Center, One Gustave L. Levy Place, Box 1010, NY 10029, USA
Tel: +1 212 241 7467; fax: +1 212 426 2009;

Purpose of review

Tissue oximetry has been suggested as a noninvasive tool to continuously monitor and detect states of low body perfusion. This review summarizes recent developments and available data on the use of near infrared spectroscopy (NIRS) in children at risk for low perfusion.



Conclusion: Near infrared spectroscopy provides a continuous noninvasive assessment of tissue oxygenation. Over 20 years ago, near infrared spectroscopy was introduced into clinical practice for monitoring cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass in adults. Since that time, the utilization of near infrared spectroscopy has extended into the realm of pediatric cardiac surgery and is increasingly being used in the cardiac ICU to monitor tissue oxygenation perioperatively. (*Pediatr Crit Care Med* 2016; 17:S201–S206)

Near Infrared Spectroscopy as a Hemodynamic Monitor in Critical Illness

Nancy S. Ghanayem, MD¹; George M. Hoffman, MD²

Monitoring tissue oxygenation by near infrared spectroscopy (NIRS): background and current applications

T. W. L. Scheeren · P. Schober · L. A. Schwarte

Keywords Monitoring · Tissue oxygenation · Near infrared spectroscopy · Cerebral oxygenation · Prehospital evaluation

Received: 15 October 2011 / Accepted: 6 March 2012 / Published online: 31 March 2012
© The Author(s) 2012. This article is published with open access at Springerlink.com



Contents lists available at ScienceDirect

Seminars in Fetal & Neonatal Medicine

journal homepage: www.elsevier.com/locate/siny



Near-infrared spectroscopy: A methodology-focused review

Adelina Pellicer*, María del Carmen Bravo

Department of Neonatology, La Paz University Hospital, Paseo de la Castellana 261, E-28046 Madrid, Spain

Understanding Near-Infrared Spectroscopy

Terri Marin, MSN, NNP-BC; James Moore, MD, PhD

ABSTRACT

Near-infrared spectroscopy (NIRS) is a noninvasive technique that monitors regional tissue oxygenation reflecting perfusion status. Near-infrared spectroscopy has the ability to continuously and simultaneously monitor tissue perfusion in different organ systems at the bedside without interrupting routine care. Research has demonstrated its benefit in monitoring cerebral, intestinal, and renal perfusion to detect potential ischemic episodes. Near-infrared spectroscopy can augment current physiologic monitoring to increase awareness of abnormal perfusion status in the preterm population and potentially reduce risks associated with many diseases that may lead to ischemic injury. This article provides an overview describing NIRS technology and function, its current use in neonatology, and pertinent research findings illustrating its benefit in the neonatal population. Near-infrared spectroscopy may evolve into an important diagnostic and prognostic tool for neonatal treatment and outcome.

KEY WORDS: cerebral, cerebral perfusion, near-infrared spectroscopy, oxygenation, perfusion, tissue oxygenation, splanchnic oxygenation, splanchnic perfusion

P.-M. Fortune
M. Wagstaff
A. J. Petros

Cerebro-splanchnic oxygenation ratio (CSOR) using near infrared spectroscopy may be able to predict splanchnic ischaemia in neonates

- CSOR cerebro-splanchnic oxygenation ratio
- Parametr s 90% senzitivitou k detekci novorozenecké ischemie splanchniku





Near Infrared Spectroscopy as a Hemodynamic Monitor in Critical Illness

Nancy S. Ghanayem, MD¹; George M. Hoffman, MD²

TABLE 1. Measured and Derived Parameters From Two-Site Near Infrared Spectroscopy

<i>Parameter</i>	<i>Normal (n = 25, n = 17,690)</i>	<i>HLHS Pre-S1P (n = 47, n = 1,831)</i>	<i>HLHS Post-S1P (n = 41, n = 1,554)</i>
Arterial oxygen saturation	98±4	92.3±5.4 ^a	84.8±6.1 ^a
Cerebral regional oxygen saturation	77.7±7.9 78%	66.8±8.5 ^a 67%	66.4±9.0 ^a
Renal-somatic regional oxygen saturation	86.7±7.6 88%	68.4±8.8 ^a 68%	78.4±7.7 ^a
Somatic-cerebral regional oxyhemoglobin saturation difference	9.0±8.9	1.6±9.4 ^{ab}	11.9±9.4
Arterial-cerebral difference	20.3±7.9	25.1±9.0	18.2±8.6
Arterial-somatic difference	11.2±7.6	23.5±9.1 ^{ab}	6.3±7.3
Svo ₂ (modelled)	70.7±6.9	58.2±8.7 ^{ab}	66.6±8.8
Svo ₂ (measured)			64.2±9.6

HLHS = hypoplastic left heart syndrome, S1P = stage 1 palliation, Svo₂ = mixed venous oxygen saturation.

Measuring Cerebral Oxygenation During Normobaric Hyperoxia: A Comparison of Tissue Microprobes, Near-Infrared Spectroscopy, and Jugular Venous Oximetry in Head Injury

Andrew D. McLeod, FRCA*, Farrell Igielman, FRCA*, Clare Elwell, PhD†, Mark Cope, PhD†, and Martin Smith, FRCA*

Departments of *Neuroanaesthesia and †Medical Physics & Bioengineering, The National Hospital for Neurology and Neurosurgery, University College London Hospitals & Centre for Anaesthesia, UCL, London, United Kingdom

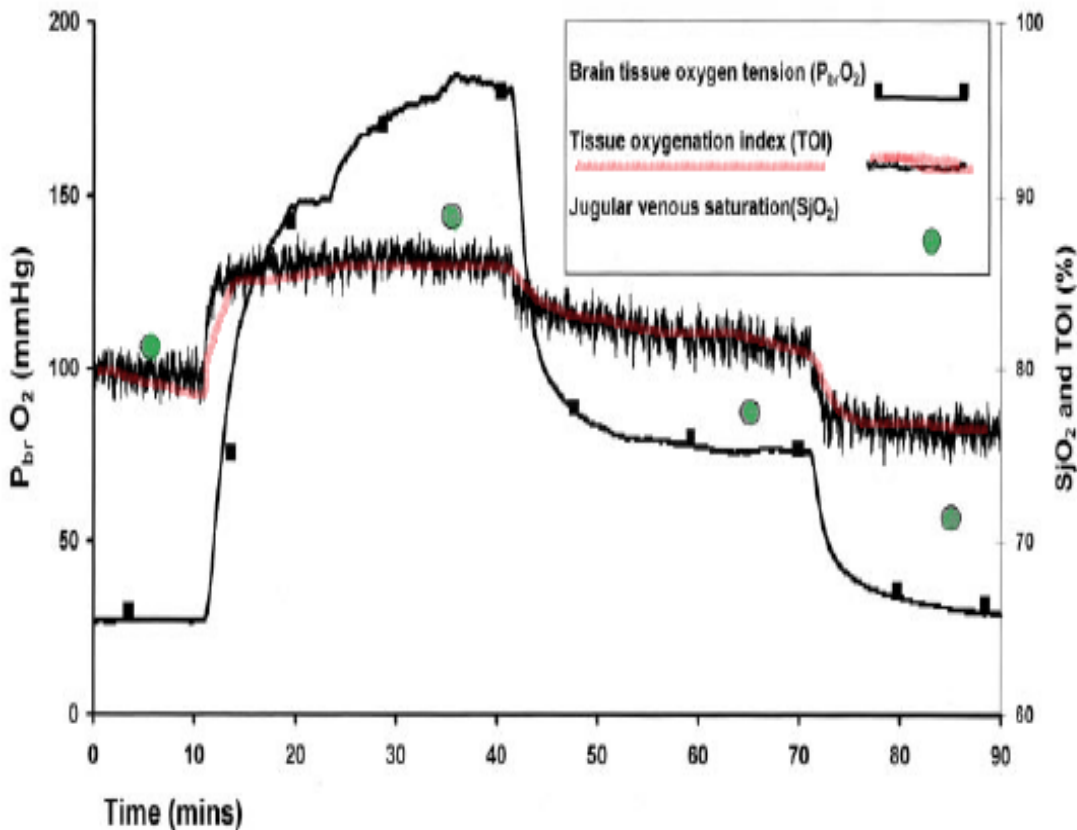
We measured simultaneous changes in jugular venous oxygen saturation, brain tissue oxygen tension, and cerebral tissue oxygen index by using near-infrared spectroscopy during normobaric hyperoxygenation in eight severely brain-injured patients. Patients were ventilated at their baseline fraction of inspired oxygen (F_{iO_2}), followed by stepped changes in F_{iO_2} to 1.0, 0.6, and 0.02–0.05 less than baseline. There was an increase ($P < 0.01$) in jugular venous saturation (mean \pm sd) from a baseline value of $79\% \pm 7\%$ to $89\% \pm 6\%$ and $84\% \pm 8\%$ at an F_{iO_2} of 1.0 and 0.6, respectively. The changes in brain tissue oxygen tension were from a baseline of $30 \pm$

5 mm Hg to 147 ± 36 mm Hg and 63 ± 6 mm Hg at an F_{iO_2} of 1.0 and 0.6, respectively ($P < 0.01$). The baseline tissue oxygen index was $78\% \pm 3\%$, and this increased to $83\% \pm 5\%$ and $80\% \pm 4\%$ at an F_{iO_2} of 1.0 and 0.6, respectively. There was a reduction ($P < 0.05$) in tissue oxygen index to $76.2\% \pm 3.0\%$ when the F_{iO_2} was reduced to less than baseline. The changes in the three variables followed similar patterns but varied in their degree and speed of response. During brain injury, F_{iO_2} affects measured variables of cerebral oxygenation.

(Anesth Analg 2003;97:851–6)



Measuring Cerebral Oxygenation During Normobaric Hyperoxia: A Comparison of Tissue Microprobes, Near-Infrared Spectroscopy, and Jugular Venous Oximetry in Head Injury



- TOI cerebral tissue oxygen index
- Via NIRS
- $TOI = \frac{HbO_2}{HbO_2 + HHb} \times 100 \%$



NIRS StO₂ (tkáňová oxygenace) klesá
dříve a rychleji při nástupu šoku

DĚKUJI ZA POZORNOST