



Mozková smrt

Martin Balík

KARIM 1.LF UK a VFN

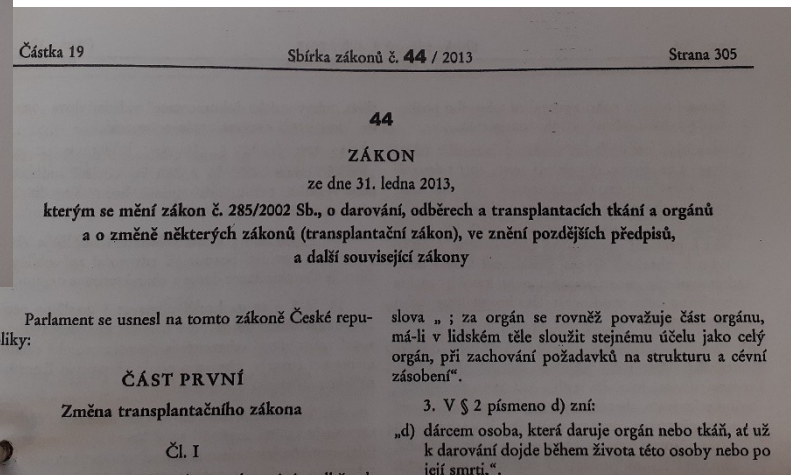
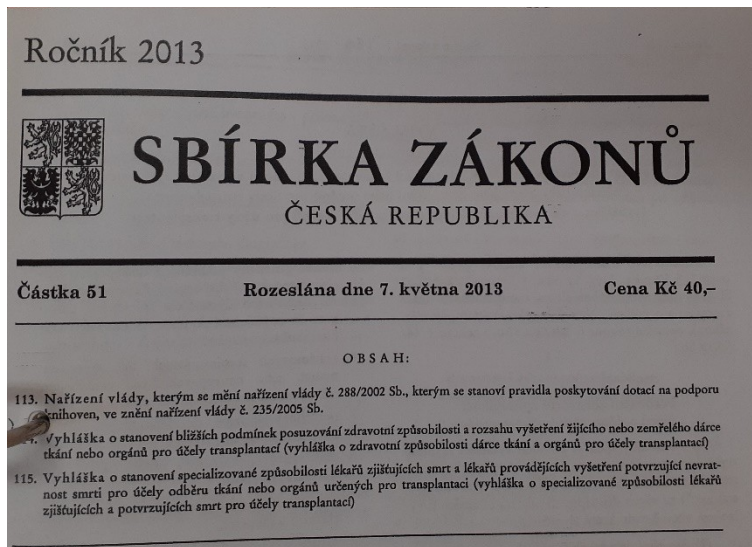


Conflict of interest

- **Research grants: AZV 18-06-00417** (Prospective randomized double-blind study of efficacy and safety of 1c class antiarrhythmic agent (propafenone) for supraventricular arrhythmias in septic shock), **Gilead Sciences** (Immune boosting in severe Covid19)
- **Research support: ESICM Stoutenbeek Award** (Dutch Society of Critical Care)
- **Speaker Fees: FMC, GML-Biomedica, Gilead Sciences, BBraun, AOP Orphan**
- **Grant to organize educational meetings: None**
- **Advisory board: None**
- **Inventor and patent holder: Lactocitrate[®], EU patent (EP2609915B1), Canadian patent (No.2799624)**

Pacient je mrtev, když....

- Je diagnostikována mozková smrt....DBD
.....nebo.....
- když srdce ztrácí nevratně svoji funkci jako pumpa....DCD



Registr KST kalendářní rok 2005-2006

234 dárců orgánů DBD

152 mužů (65%) a 82 žen (35%)

Věk 46.2 ± 15.2 , median 50.0 (34-58) roku

LOS 3.53 ± 2.93 , median 3.0 (2-4) dne



KST 2005-6: příčiny smrti mozku (n=234)

Kraniotrauma ↓	92 (39.3%)
SAH	55 (23.5%)
Hemorhagická CMP	53 (22.6%)
Ischemická CMP	12 (5.1%)
St.p. KPCR ↑	11 (4.7%)
Polytrauma bez prim. krar	
Mozkový tumor	
Sufokace bez KPCR	



Belohlavek et al. *Journal of Translational Medicine* 2012, 10:163
<http://www.translational-medicine.com/content/10/1/163>



PROTOCOL

Open Access

Hyperinvasive approach to out-of hospital cardiac arrest using mechanical chest compression device, prehospital intraarrest cooling, extracorporeal life support and early invasive assessment compared to standard of care. A randomized parallel groups comparative study proposal. "Prague OHCA study"

Jan Belohlavek¹, Karel Kucera², Jiri Jarkovsky³, Ondrej Franek², Milana Pokorna², Jiri Danda², Roman Skripsky², Vit Kandrnal³, Martin Balik⁴, Jan Kunstyr⁴, Jan Horak¹, Ondrej Smid¹, Jaroslav Valasek², Vratislav Mrazek¹, Zdenek Schwarz² and Ales Linhart¹

www.karim-vfn.cz

Základní podmínky pro umožnění diagnostiky/vyloučení smrti mozku

- MAP/CO, perfuze mozku s oběhovou stabilizací
- ABR, normoxie, normokapnie (do apnea testu)
- Teplota $> 36^{\circ}\text{C}$
- Normoglykemie, metabolické a endokrinní poruchy
- 5 x eliminační poločasy sedujících léků
- Alkohol $< 0.8\%$
- Min 24h od KPR
- ECMO: VA-ECMO s MAP $> 60-70$ mmHg

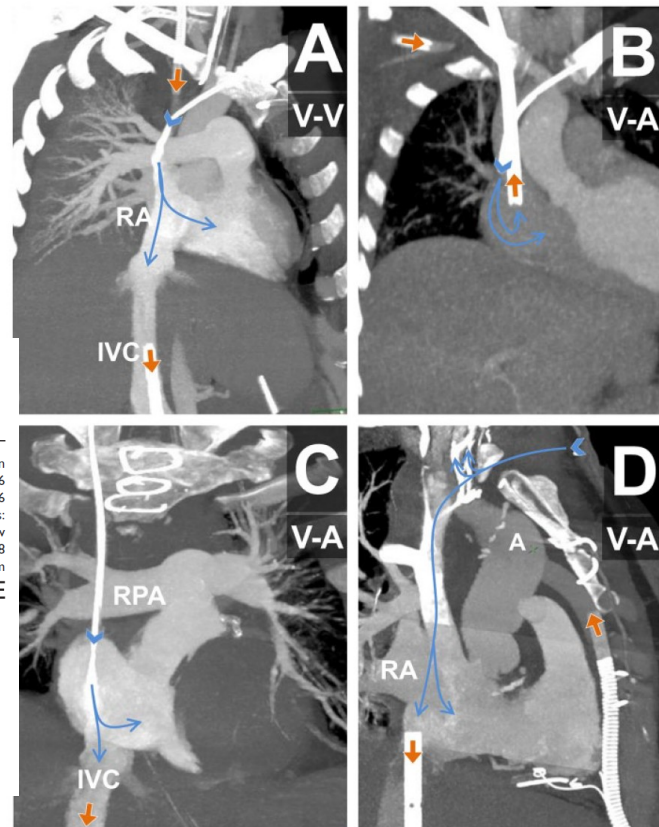


ECMO – implications for brain imaging

VV-ECMO: delay in imaging....CTAngio may not be feasible

VA-ECMO: CT scan with contrast may require

- adjustment of Qb
- place of injection CVC
- volume and flow of contrast



Original Paper

Perfusion

Hemodynamic changes in patients with extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) demonstrated by contrast-enhanced CT examinations - implications for image acquisition technique

Perfusion
1-6
© The Author(s) 2016
Reprints and permissions:
sagepub.co.uk/journalsPermissions.nav
DOI: 10.1177/0267659116677308
prf.sagepub.com
SAGE

Lukas Lambert,¹ Tomas Grus,² Martin Balik,³ Jaromir Fichtl,²
Jan Kavan¹ and Jan Belohlavek⁴

Důležitost eliminačních poločasů léků před klinickým vyšetřením

Table 2. Half-lives of drugs that may need to be considered when making a determination of BD/DNC

	Drug	Half-life ⁴²	
Opioids	Fentanyl	3.3-4.1 hours	↑CPBS, Aged, Prem; ↔Child
	Oxycodone	2.1-3.1 hours	
Sedatives	Dexmedetomidine	2 hours	
	Diazepam	30-56 hours	↑Aged, LD; ↔HTh
	Lorazepam	9-19 hours	↑LD, Neo, RD; ↔Aged, CPBS, AVH; ↓Burn
	Midazolam	1.3-2.5 hours	↑Aged, Obese, LD; ↔Smoking
	Pentobarbital	15-50 hours	
	Phenobarbital	81-117 hours	↑LD, Aged; ↓Child; ↔Epilepsy, Neo
	Thiopental	8-10 hours	
	Propofol	2.3-4.7 hours	A much longer terminal $t_{1/2}$ was reported following prolonged IV infusion.
	Zolpidem	1.7-2.1 hours	↑Aged, LD; ↔RD; ↓Child
	Other	Baclofen	2.8-4.7 hours
Bupropion		10-11 hours (7.9-18.4)	↑Aged, LD; ↔Alcohol

....zvláště v zemích nepožadujících pro dg. DBD zobrazovací metody.....

RECOMMENDATIONS FROM THE CLINICAL TOXICOLOGY COMMITTEE OF THE SOCIETY FOR TOXICOLOGICAL AND FORENSIC CHEMISTRY (GTFCh) FOR TOXICOLOGICAL ANALYSIS IN THE CONTEXT OF DETERMINING BRAIN DEATH.

Active substance	Lower limit of therapeutic range (mg/l)	Recommended lower limit of measuring range (mg/l)
Thiopental	1.0	0.5
Pentobarbital (Thiopental metabolite)	1.0	0.5
Phenobarbital	10.0	5.0
Methohexital	0.5	0.25
Midazolam	0.04	0.02
Diazepam	0.2	0.1
Nordazepam (Diazepam metabolite)	0.2	0.1

Klinický nálezn: GCS 3, PBSS 6....(9-27)

Pittsburgh Brain Stem Score

Overview: The Pittsburgh Brain Stem Score (PBSS) can be used to assess brain stem reflexes in a comatose patient.

Brain Stem Reflex	Finding	Points
lash reflex	present either side	2
	absent both sides	1
corneal reflex	present either side	2
	absent both sides	1
doll's eye and/or ice water calorics	present either side	2

Table 3. Described spinal reflexes in BD/DNC

Reflex	Description
Decerebrate-type movements ⁵⁴	Spontaneous extension of the extremities
Extensor posturing ⁵⁴	Back arching to the left or right
Eyelid opening ⁵⁴	Opening of the eyelids after nipple stimulation
Fasciculation ⁵⁶	Twitching of contiguous groups of muscle fibers
Head turning ^{54,67-69}	Intermittent head turning from side to side every 10-30 seconds with or without extension of the upper extremities
Hugging ⁵⁴	Flexion of the trunk and movement of the arms in a hugging-like manner
Lazarus sign ^{54-58,62-64}	Bilateral arm flexion, shoulder adduction and hand raising to chest, face or endotracheal tube with dystonic posturing of the fingers
Limb elevation ⁵⁴	Raising of limbs off the bed
Myoclonus ⁵⁶	Twitching or contraction of a muscle or group of muscles
Plantar response ⁵⁶	Plantar flexion
Pronator-extension ⁵⁶	Pronation and extension of the upper extremity
Respiratory-like movements ⁵⁴	Adduction of both shoulders followed by a slow cough-like movement
Repetitive leg movements ⁶⁵	Slight flexion of the leg and foot
Thumbs Up Sign ⁷⁰	Isolated thumb extension
Triple flexion ⁵⁶	Flexion of the thigh, leg and foot
Undulating toe ⁵⁴	Slow flexion then extension of the toes

II. Zjištění smrti průkazem nevratné ztráty funkce celého mozku

1. Předpoklady, na základě kterých lze uvažovat o diagnóze smrti mozku

1.1 Diagnostika základního mozkového postižení:

lékař A: lékař B:

1.2 Vedlejší diagnózy:

lékař A: lékař B:

1.3 Datum a čas úrazu nebo onemocnění:

lékař A: datum, čas (hodina:minuta) lékař B: datum, čas (hodina:minuta)

Bylo vyloučeno, že na bezvědomí se v okamžiku vyšetření podílí (odpověď ano/ne)

lékař A lékař B

intoxikace

svrat

ku lékař A lékař B

..... datum, čas (hodina:minuta) datum, čas (hodina:minuta)

..... podpis lékaře podpis lékaře

(ano/ne)

nybí (ano/ne)

řáždění v inervační
ně chybí (ano/ne)

ským
- chybí (ano/ne)

ni - apnoický test
lněn (ano/ne)

oma scale - skóre]

Potvrzení dg. smrti mozku – zobrazovací metody

Částka 51

Sbírka zákonů č. 115 / 2013

Strana 1247

§ 3

Specializovaná způsobilost lékařů provádějících vyšetření potvrzující nevratnost smrti mozku možného dárce

(1) Lékař provádějící vyšetření potvrzující nevratnost smrti mozku možného dárce pomocí angiografie mozkových tepen nebo počítačové tomografické angiografie musí mít specializovanou způsobilost v oboru radiologie a zobrazovací metody.

(2) Lékař provádějící vyšetření potvrzující nevratnost smrti mozku možného dárce pomocí mozkové perfuzní scintigrafie musí mít specializovanou způsobilost v oboru nukleární medicína.

(3) Lékař provádějící vyšetření potvrzující nevratnost smrti mozku možného dárce pomocí transkraniální dopplerovské sonografie musí mít

- a) specializovanou způsobilost v oboru radiologie a zobrazovací metody, neurologie nebo neurochirurgie, nebo
- b) zvláštní odbornou způsobilost v oboru dětská neurologie

a prokazatelnou nejméně tříletou praxi v soustavném provádění a interpretaci výsledků dopplerovských vyšetření.

(4) Lékař provádějící vyšetření potvrzující nevratnost smrti mozku možného dárce pomocí sluchových kmenových evokovaných potenciálů musí mít

- a) specializovanou způsobilost v oboru neurologie nebo otorinolaryngologie, nebo
- b) zvláštní odbornou způsobilost v oboru dětská neurologie

a prokazatelnou nejméně tříletou praxi v soustavném provádění a interpretaci výsledků vyšetření evokovaných potenciálů.

§ 4

Zrušovací ustanovení

Vyhláška č. 479/2002 Sb., kterou se stanoví odborná způsobilost lékařů zjišťujících smrt a lékařů provádějících vyšetření potvrzující nevratnost smrti pro účely odběru tkání nebo orgánů určených pro transplantaci, se zrušuje.

§ 5

Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem jejího vyhlášení.

k smrti mozku

úseků mozkových tepen:

a)
jméno, příjmení a podpis vyšetřujícího lékaře

a v mozkové tkáni:

a)
jméno, příjmení a podpis vyšetřujícího lékaře

evokovaných potenciálů

ústa mozkového kmene

(ne):

a)
jméno, příjmení a podpis vyšetřujícího lékaře

úseků mozkových cév:

a)
jméno, příjmení a podpis vyšetřujícího lékaře

úseků mozkových cév:

.....
datum

.....
čas (hodina:minuta)

.....
jméno, příjmení a podpis vyšetřujícího lékaře

Angiografie

- **Angio DSA:** transfemorální katetrizace
- Transport
- Časový faktor
- Kontrast, SE
- Invazivita (oblouk Ao), ne selektivně
- „Zlatý standard“
- Angio DSA: sens 100%, spec 100%
- Katetry a materiál nutný k zavedení: 2780.- + 100 ml Ultravist 370: 1400.- = celkem 4200-5000.-Kč



CT angiografie

- perif kontrast, art. a ven. fáze
- v 15-16% klinicky dg BD zachována minim perfuze „nad basí“
- CT angio sens 52-97%, spec 100%

Table 4. Radiological scores for determination of circulatory arrest using CT angiography

Vessel	10-point scale	7-point scale	4-point scale	Polish scale	German scale	'Revised' 4-point scale
ACA-A3 (bilaterally)	2	2		2	2	
MCA-M4 (bilaterally)	2	2	2	2	2	2
PCA- P2 (bilaterally)	2				2	
BA	1				1	
VA (bilaterally)				2		
ICV (bilaterally)	2	2	2	2		
GCV	1	1				
SPV						2
Possible total	10	7	4	8	7	4
(Range of) Reported Sensitivities	52	52-84	75-96.3	41.7	93-97	95
Studies Using Score	11-14	13-18	13,14,17-21,29	22	23-27	28

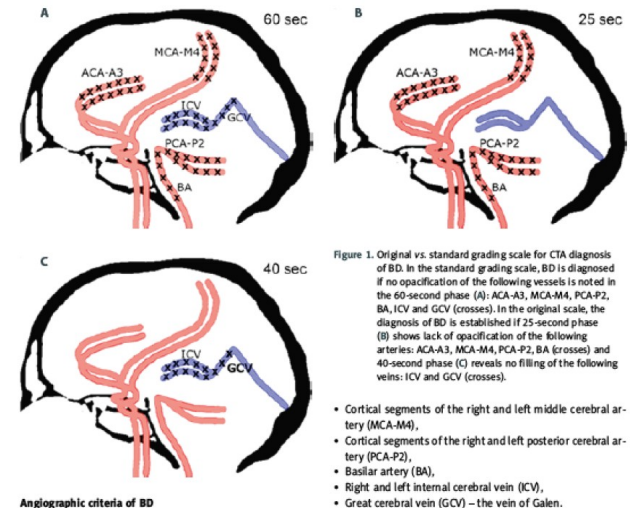
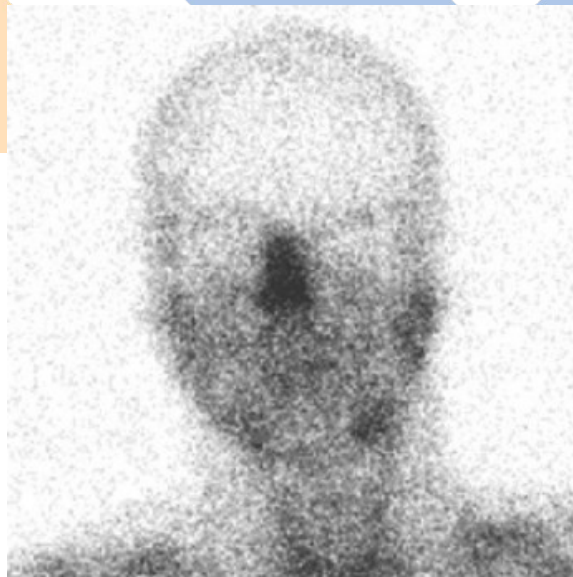
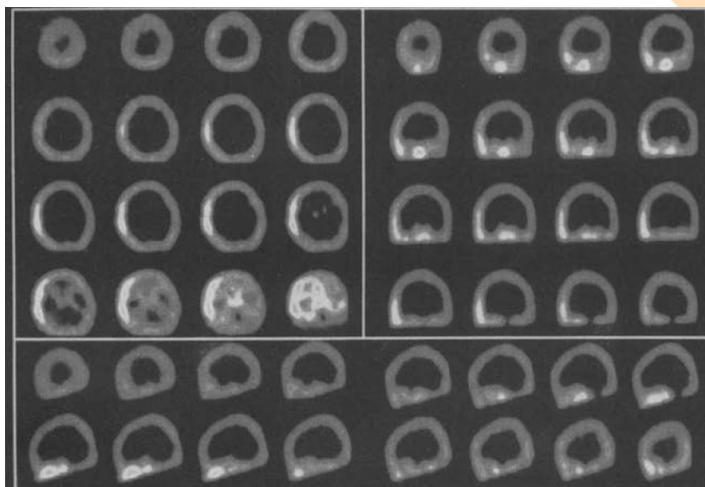


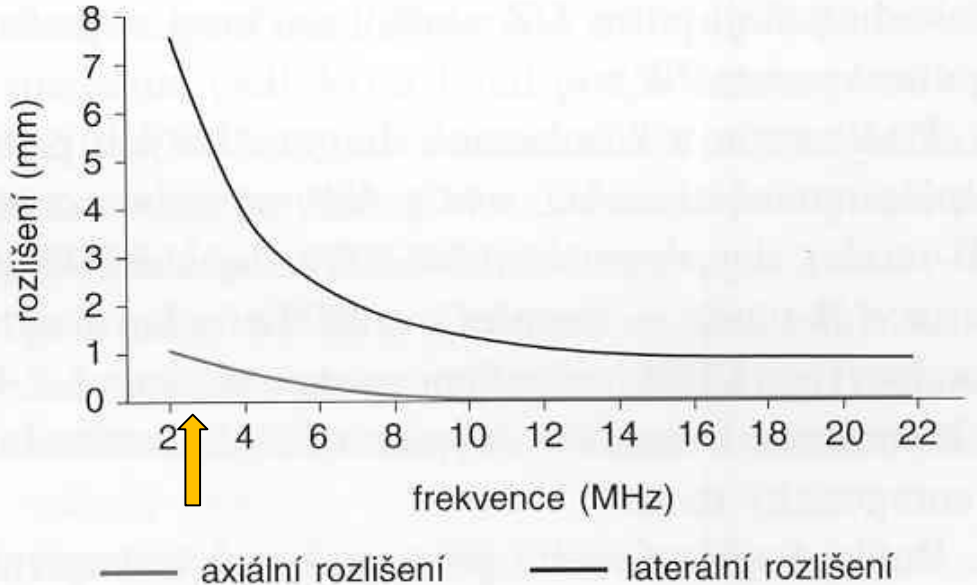
Figure 1. Original vs. standard grading scale for CTA diagnosis of BD. In the standard grading scale, BD is diagnosed if no opacification of the following vessels is noted in the 60-second phase (A): ACA-A3, MCA-M4, PCA-P2, BA, ICV and GCV (crosses). In the original scale, the diagnosis of BD is established if 25-second phase (B) shows lack of opacification of the following arteries: ACA-A3, MCA-M4, PCA-P2, BA (crosses) and 40-second phase (C) reveals no filling of the following veins: ICV and GCV (crosses).

Scintigrafie



- Tc99-HMPAO
- SPECT – lepší zobrazení mozku. kmene
- Sens 77%, spec 100% (SPECT 87%, 100%)
- Periferní aplikace kontrastu v předstihu
- radiofarmakum (HMPAO) cca 3000.-Kč v závislosti na podané aktivitě

Tx zákon 2013: TCD



Echocardiography

Lung sonography

FAST, shock, trauma

Transcranial doppler

Kódy UZ vyšetření v oboru AIM (odb. 708)

- **91961**, tj. komplexní echokardiografické vyšetření u kriticky nemocného. Provádí kvalifikovaný intenzivista, součástí vyšetření je zápis v dokumentaci interpretující hemodynamický stav a stanovující cíle další léčby.
- **91962**, tj. kontrolní echokardiografické vyšetření u kriticky nemocného. Součástí vyšetření je zápis v dokumentaci hodnotící aktuální stav pacienta a stanovující další postup.
- **91963**, tj. ultrazvukové vyšetření pacienta v intenzivní péči nebo perioperačně (mimo echokardiografie). Zahrnuje hrudní ultrazvuk, břišní sonografii, **transkraniální Doppler**, ultrazvukem asistovaná kanylace arteriálního nebo žilního řečiště, drenáže pod kontrolou ultrazvuku a ultrazvukem navigovanou regionální anestezii. Součástí vyšetření je zápis v dokumentaci pacienta.

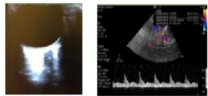
Transkraniální Doppler

- Sens 90%, spec 98%
- 8-10% nemá akustické okno = nutné předchozí vyšetření

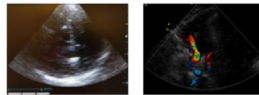
Artery	Window	Depth (mm)	Transducer orientation	Flow direction	Velocity (cm/s)
OA	Orbital	40–50	Slightly medial	Toward	16–26
MCA	Temporal	35–60	En face	Toward	46–86
ACA	Temporal	60–75	Anteriorly	Away	41–76
PCA	Temporal	60–75	Posteriorly	Toward	33–64
VA	Foraminal	45–75	Superiorly and obliquely	Away	27–55
BA	Foraminal	70–120	Superiorly	Away	30–57

Intensive Care Med (2006) 32:981–994
DOI 10.1007/s00134-006-0173-y

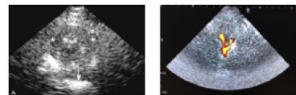
Transorbital



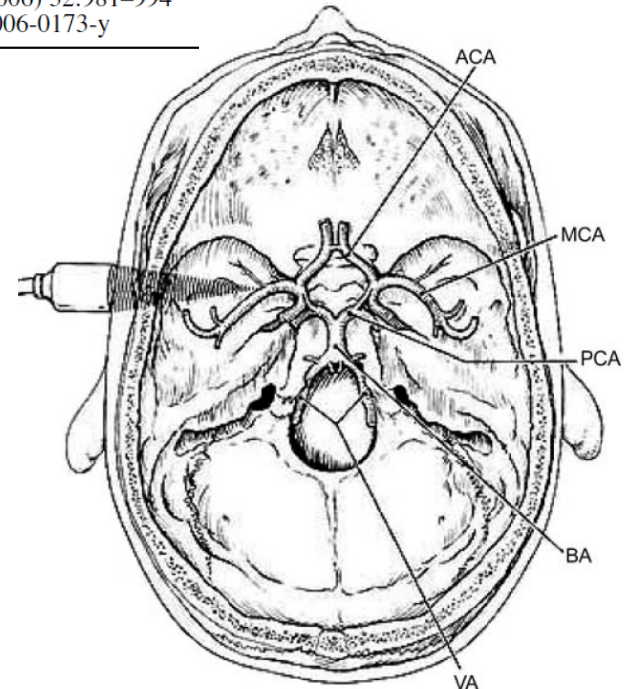
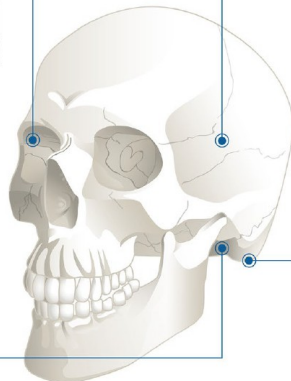
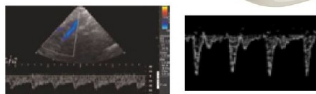
Transtemporal



Occipital

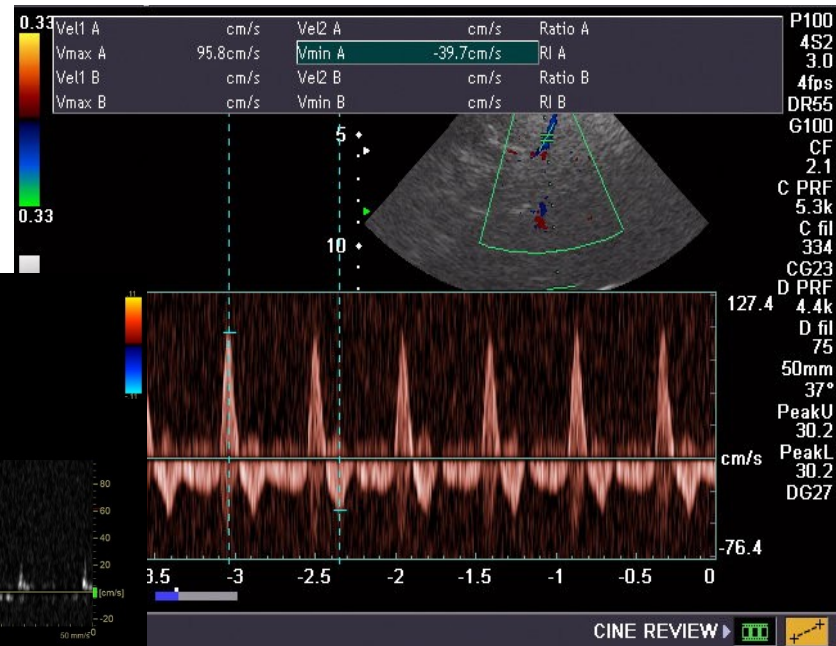
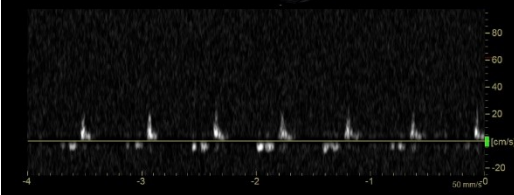
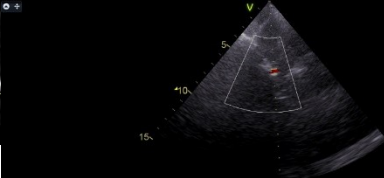
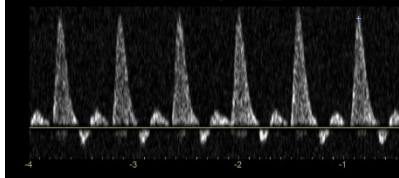
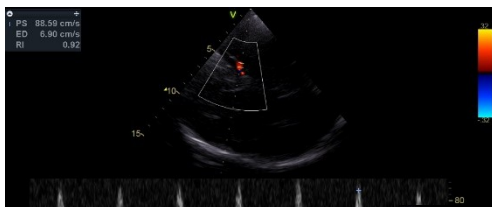
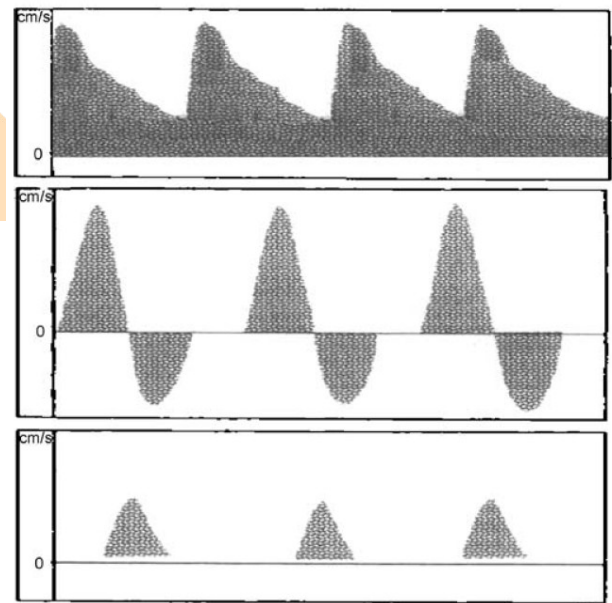


Submandibular



Transkraniální Doppler

- Vývoj v poklesu Pd
- Bifazické oscilace, systolic spikes, reverse flow diast, no signal
- Dg. mozkové smrti
- ...nebo alespoň 100% prediktor „úspěšné“ AG nebo scintigrafie



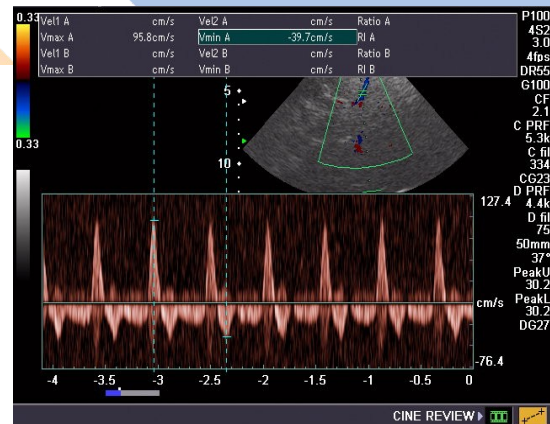
Transkraniální Doppler a DBD – „česká specifika“

www.csnn.eu | stazeno: 30.11.2016

DOPORUČENÉ POSTUPY

GUIDELINES

Metodika stanovení smrti mozku pomocí transkraniální sonografie vypracovaná Neurosonologickou komisí a Cerebrovaskulární sekcí České neurologické společnosti ČLS JEP



- **Vyžadován odečet integrálu diast retrogr. a syst. průtoku jako průkaz „zástavy perfuze mozku“ – musí být < 10 cm/s**
- Syst. průtok musí být < 50 cm/s a nesmí být > 4x diast průtok
- Krátké systol spikes
- **Úplné vymizení průtoku, který byl dokumentován při předchozím vyšetření**

Přístup ČNS nemá oporu v literatuře a významně zužuje dg. okno pro aplikaci TCD v diagnostice smrti mozku – zvyšuje zátěž pro dárce (orgány), ICU personál, náklady pro zdravotnický systém.....

Závěry pro praxi

- **Myslete na možnost odběru orgánů i u „beznadějných pacientů“, dlouhých resuscitací, apod.**
- eCPR
- **„Option in“ u DBD – není v zákoně, ale celospolečensky akceptováno**
- Příbuzní někdy vnímají tuto možnost pozitivně
- **Aplikujte TCD a vychovávejte si „svoje neurology“**
- TCD jako ideální bedside zobrazovací metoda
- TCD intenzivistou s pozitivní dg. smrti mozku jako nutná podmínka zátěže pacienta a personálu odjezdem na Angio/Scinti – 100% prediktor pozitivního nálezu
- **CT angio – nová zobrazovací metoda v dg. DBD**



Im Reichsteil westliche Königreiche und Länder:
 Österreichische Erbprovinzen: Böhmen, Mähren,
 Kärnten, Steier, Tirol, Salzburg, Niederösterreich,
 Oberösterreich, Wien, Bukowina, Galizien,
 Schlesien, Danzig.

Land der Ungarischen Krone:
 Ungarn, Kroatien und Slavonien,
 *Bosnien, *Serbien, *Bulgarien,
 *Montenegro, *Dalmatien.

ORTE: mit über 100000000000000000000000000000000
 ORTE: - 500000 - 100000 - 50000 - 10000
 ORTE: - 5000 - 1000 - 500 - 100 - 50 - 10

Maßstab 1 : 250 000

1 : 500 000
 1 : 1 000 000
 1 : 2 000 000
 1 : 5 000 000
 1 : 10 000 000
 1 : 20 000 000
 1 : 50 000 000
 1 : 100 000 000



**XV. kongres České společnosti intenzivní medicíny
 s mezinárodní účastí
 8.12-10.12.2021, Hotel Galant, Mikulov
www.csimkongres.cz**

**ČESKÁ SPOLEČNOST
 INTENZIVNÍ MEDICÍNY**

