

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Studijní program: Fyziologie a patofyziologie člověka

AUTOREFERÁT DOKTORSKÉ DIZERTAČNÍ PRÁCE



**Náhlá srdeční zástava a význam kapnometrie
v kardiopulmonální resuscitaci**

MUDr. Milana Pokorná

Praha 2011

Doktorské studijní programy v biomedicině

*Univerzita Karlova v Praze a Akademie věd České
republiky*

Obor: Fyziologie a patofyziologie člověka

Předseda oborové rady: Prof. MUDr. Jaroslav Pokorný, Dr.Sc.

Školící pracoviště: Ústav patologické fyziologie 1. lékařské fakulty
Univerzity Karlovy

Autor: MUDr. Milana Pokorná

Školitel: Prof. MUDr. Emanuel Nečas, Dr.Sc.

Konzultant (byl-li):

Autoreferát byl rozeslán dne:

Obhajoba se koná dne:.....v.....hod.

Kde:

Dizertační práce bude nejméně pět pracovních dnů před konáním
obhajoby zveřejněna k nahlížení veřejnosti v tištěné podobě na
Oddělení pro vědeckou činnost a zahraniční styky Děkanátu 1.
lékařské fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

Obsah

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	2
ABSTRAKT	4
ABSTRACT	5
1. ÚVOD	6
2. CÍLE PRÁCE	7
3. VÝSLEDKY	8
3.1. Analýza stanovení příčiny náhlé srdeční zástavy lékaři záchranné služby
3.1.1. Metoda	8
3.1.2. Výsledky	13
3.1.3. Diskuse	17
3.1.4. Závěry	20
3.2. Kapnometrie při kardiopulmonální resuscitaci v podmínkách záchranné služby	22
3.2.1. Metody	22
3.2.2. Charakteristick kazuistika	26
3.2.3. Výsledky	29
3.2.4. Diskuze	34
3.2.5. Závěry	37
4. LITERATURA	39
5. SEZNAM PUBLIKACÍ	49
5.1. Publikace, které jsou podkladem dizertační práce	49
5.1.1. Publikace s impakt faktorem (IF)	49
5.1.2. Publikace bez impakt faktoru	49
5.2. Publikace bez vztahu k tématu dizertační práce	49
5.2.1. Publikace s impakt faktorem (IF)	49
5.2.2. Publikace bez impakt faktoru	50
5.3. Abstrakta a přednášky	50
5.3.1. Abstrakta a přednášky vztahující se k tématu dizertace	50
5.3.2. Abstrakta a přednášky ostatní	52
5.4. Granty a projekty	53

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ACD	active compression decompression
AIM	akutní infarkt myokardu
ADP	adenosindifosfát
ALS	advanced life support
ATP	adenosintrifosfát
AV III	atrio-ventrikulární blokáda třetího stupně
BLS	basic life support
CA	karboanhydráza
CPC	cerebral performance categories
CPR	cardiopulmonary resuscitation
CO ₂	oxid uhličitý
DG	diagnóza
EKG	elektrokardiogram
ERC	European Resuscitation Council
F 1/1	fyziologický roztok
FAD	flavinadeninukleotid
FADH	dihydroflavinadeninukleotid
FN	false negative
FNR	false negative rate
H 1/1	Hartmanův roztok
Hb	hemoglobin
HbO ₂	oxyhemoglobin
JIP	jednotka intenzivní péče
LZS	letecká záchranná služba
MKN	mezinárodní klasifikace nemocí
NAD	nikotinamidadeninukleotid
NADH	dihydrónikotinamidadeninukleotid
NZO	náhlá zástava oběhu
OPC	overall performance categories

OOH	out-of-hospital
PE	plicní embolie
PEA	pulse less electrical activity
$P_{ET}CO_2$	partial end-tidal carbon dioxide pressure
$pbrO_2$	partial brain oxygenation
PNP	přednemocniční péče
PPV	positive predictive value
R 1/1	Ringerův roztok
RLP	rychlá lékařská pomoc
ROSC	return of spontaneous circulation
RR	respiratory rate
RZP	rychlá zdravotnická pomoc
SC	spontaneous circulation
SCPR	standard cardiopulmonary resuscitation
SpO_2	saturace periferní krve kyslíkem
SR	sinusový rytmus
TL	trombolýza
TP	true positive
TPR	true positive rate
TN	true negative
TNR	true negative rate
ZZS	zdravotnická záchranná služba
ZZSHMP	Zdravotnická záchranná služba hl. města Prahy

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na kardiopulmonální resuscitace prováděné v mimonemocničním prostředí lékaři záchranné služby. V první části se zabývá správností stanovení příčiny zástavy oběhu v průběhu kardiopulmonální resuscitace při omezených diagnostických možnostech v místě poskytnutí profesionální první pomoci. Je navržen a na souboru 211 pacientů použit původní způsob analýzy správnosti příčiny náhlé zástavy oběhu předpokládané lékaři záchranné služby (analýza „křížové shody“, angl. „Crosscheck Tables“). Analýza ukazuje, že diagnostické závěry musí být činěny pro každého pacienta individuálně. Porovnání souhrnných údajů z celé sledované skupiny může vést k falešně dobrým výsledkům. Druhá část práce se zaměřila na využití kapnometrie ke sledování průběhu kardiopulmonální resuscitace poskytované lékaři záchranné služby. Zaměřila se především na odraz obnovení spontánní cirkulace (ROSC - Return of Spontaneous Circulation) na změně hodnoty parciálního tlaku oxidu uhličitého na konci výdechu ($P_{ET}CO_2$) v porovnání s cirkulací plně závislou na hrudních kompresích. Studie prokázala, že u pacientů s konstantní umělou plicní ventilací v průběhu prováděné resuscitace, je $P_{ET}CO_2$ signifikantně vyšší (přibližně o 10 mmHg) po ROSC než před ROSC. Uzavírá, že vzestup $P_{ET}CO_2$ o více než 10 mmHg, který nastane náhle, velmi pravděpodobně indikuje okamžik ROSC. Studie dále potvrdila názor, že soustavně nízké hladiny $P_{ET}CO_2$ (<10 mmHg) mohou predikovat neúspěšnou resuscitaci.

Klíčová slova: náhlá zástava oběhu; rozšířená neodkladná resuscitace; kapnografie; parciální tlak oxidu uhličitého na konci výdechu $P_{ET}CO_2$; obnovení spontánní cirkulace.

ABSTRACT

The study is focused on advanced life support (ALS) performed by rescue team physicians in an out-of-hospital setting. The first part of the study analyzes diagnostic possibilities and correctness of assumed aetiology of the sudden cardiac arrest during cardiopulmonary resuscitation (CPR) in the field. It introduces an original method of “Crosscheck Tables” and applies this method to 211 cases of CPR provided by physicians of the Emergency Care Service. The study demonstrates that significantly misleading conclusions can result from a global analysis of a set of cases. It stresses importance of diagnostic analyses applied to individual cases. The second part of the study concentrates on changes in $P_{ET}CO_2$ level as related to the return of spontaneous circulation (ROSC - Return of Spontaneous Circulation) as opposed to the circulation fully dependent on chest compressions. The study demonstrates that in constantly ventilated patients undergoing CPR in an out-of-hospital setting, $P_{ET}CO_2$ is significantly higher (about 10 mmHg) after ROSC than before ROSC. It demonstrates that a sudden increase in $P_{ET}CO_2$ exceeding 10 mmHg is likely to indicate the moment of ROSC. The study also support a view that steadily low levels of $P_{ET}CO_2$ values (<10 mmHg) indicate a low chance for a successful resuscitation outcome.

Key words: cardiac arrest; advanced life support; capnography; end-tidal carbon dioxide $P_{ET}CO_2$; return of spontaneous circulation

1. ÚVOD

Při srdeční zástavě z různých příčin je akutně přerušeno vylučování oxidu uhličitého, který je po určitou dobu dál produkován metabolicky aktivními tkáněmi. Obnovení oběhu srdeční masáží a případné obnovení spontánní srdeční činnosti, při současné umělé plicní ventilaci, je provázeno odstraňováním tohoto plynného metabolitu. Jeho množství lze monitorovat analýzou vydechaného vzduchu. Hodnoty parciálního tlaku CO_2 ve vydechaném vzduchu jsou pak za podmínek konstantní plicní ventilace ukazatelem kvality cirkulace, jak z hlediska celkového srdečního výdeje, tak i kvality tkáňové perfúze včetně perfúze plicního řečiště. Monitorování hodnot parciálního tlaku CO_2 ve vydechaném vzduchu na konci expíria (P_{ETCO_2}) bylo užito k monitorování srdečního výdeje u resuscitovaných osob v nemocničním prostředí (Shibutani et al., 1994) a v experimentu (Idris et al. 1994; Lewis et al., 1992), k detekci okamžiku obnovení oběhu v experimentu (Gudipati et al., 1988) nemocničním (Falk et al., 1988) a přednemocničním (Cantineau et al., 1996) prostředí.

Účinnou resuscitací můžeme ovlivnit konečný výsledek a to zejména v otázce kvality života. Správné stanovení příčiny zástavy oběhu by bylo prospěšné, protože by v některých případech umožnilo zahájení kauzální terapie již během neodkladné resuscitace (Spöhr et al., 2005).

Kapnometrie během resuscitace za podmínek konstantní plicní ventilace (automatickým přístrojem s nastavitelnými parametry) má nezastupitelný význam, protože odráží účinnost cirkulace (Shibutani et al., 1994) zajištěné srdeční masáží a intenzitu aerobního metabolismu tkání. Kontinuálním sledováním hodnot P_{ETCO_2} tedy umožňuje sledovat účinnost resuscitačního úsilí.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem dizertační práce bylo shromáždění údajů o průběhu kardiopulmonální resuscitace, prováděné v mimonemocničním prostředí lékaři záchranné služby, z důvodu náhlé zástavy srdeční činnosti. Tyto údaje analyzovat jednak

(1) s cílem zjištění správnosti stanovení příčiny zástavy oběhu v průběhu kardiopulmonální resuscitace, kdy lékaři provádějící resuscitaci mají omezené diagnostické možnosti

a jednak

(2) s cílem zjištění jak se obnovení spontánní cirkulace (ROSC - Return of Spontaneous Circulation) odrazí na hodnotách parciálního tlaku oxidu uhličitého stanoveného na konci výdechu ($P_{ET}CO_2$).

3. VÝSLEDKY

3.1. Analýza stanovení příčiny náhlé srdeční zástavy lékaři záchranné služby

Tato studie byla zaměřena na zjištění s jakou přesností jsou schopny týmy ZZS s lékařem poskytující rozšířenou neodkladnou resuscitaci mimo nemocnici stanovit příčinu zástavy oběhu během resuscitace.

3.1.1. Metoda

Dvě stě jedenáct pacientů s náhlou zástavou oběhu (NZO) mimo nemocnici bylo testováno poprvé za použití pro tento účel vyvinutých „Crosscheck tabulek“ (tabulky „křížové shody“ stanovené diagnózy), ve kterých byla předpokládaná diagnóza stanovená lékařem ZZS porovnávána s konečnou diagnózou stanovenou klinikem (u přeživších pacientů) nebo patologem (u pacientů, kteří zemřeli).

Dále byla analýza zaměřena na otázku, s jakou přesností jsou poskytovatelé přednemocniční (PNP) resuscitace schopni identifikovat pacienty, kteří by hypoteticky mohli mít prospěch z trombolytické terapie podané již během resuscitace (Spöhr, 2005).

3.1.1.1. Design studie

Retrospektivní případová studie, která analyzuje 211 pacientů, kteří byli pro náhlou zástavu oběhu resuscitováni v přednemocniční péči.

3.1.1.2. Sběr dat

Sběr dat probíhal v letech 2004 – 2006 na Zdravotnické záchranné službě hl.m. Prahy.

Vstupní kritéria: Do databáze resuscitací byly zařazeny záznamy pacientů bez ohledu na věk, pohlaví, první zachycený EKG rytmus a další okolnosti resuscitace. Podmínkou zařazení záznamu bylo, že dle MKN (Mezinárodní klasifikace nemocí) lékařem ZZS byla stanovena nejen základní diagnóza I460 (zástava oběhu s úspěšnou resuscitací) nebo I469 (zástava oběhu níže neurčená - neúspěšná KPR), ale také předpokládaná příčina zástavy oběhu. Přijaty byly jen ty záznamy u kterých byla zjištěna konečná diagnóza z nemocnice stanovená klinikem, nebo patologem.

3.1.1.3. Analýza, statistika a způsob prezentace výsledků

Příčinu zástavy oběhu stanovenou lékařem ZZSHMP jsme porovnávali s kauzální DG stanovenou lékařem ve zdravotnickém zařízení a to buď lékařem klinikem (u pacientů, kteří byli po obnovení spontánní cirkulace předáni do zdravotnického zařízení) nebo pitvou (u pacientů, u kterých byla v PNP konstatována smrt).

Výsledky jsou prezentovány „Crosscheck tabulkami“ (tabulky „křížové shody“ stanovené diagnózy) ve kterých je názorně zobrazeno zařazení jednotlivých případů do diagnostických skupin a to jak lékařem přednemocniční péče, tak lékařem v nemocnici.

Statistické vyhodnocení bylo provedeno dvěma způsoby. Zaprvé byl pro každou tabulku vypočítán Cohenův kappa (κ) koeficient. Cohenova kappa (κ) je statistická míra shody mezi dvěma hodnotiteli, kteří rozřazují sledované položky do různých kategorií (V případě úplné shody je $\kappa = 1$. V případě žádné shody je $\kappa \leq 0$). V podmínkách naší studie se jednalo o určení míry shody mezi kategoriemi stanovenými lékaři ZZS a kategoriemi stanovenými lékaři v nemocnici.

Zadruhé, subjektivní názor lékařů ZZS na příčinu NZO byl zhodnocen, jako by se jednalo o komplexní rozřazovací test. Každá diagnostická skupina byla hodnocena samostatně a věrohodnost názoru

lékařů ZZS jsme hodnotili základními statistickými metodami (senzitivita, specificita atd.).

Pro zobrazení informací v tabulkách níže jsme použili tato pravidla: V levé části tabulky jsou uvedeny diagnózy stanovené lékaři ZZS a ve sloupci „A“ je uveden celkový počet pacientů, které lékaři ZZS zařadili do daných diagnostických skupin. V horní části tabulky jsou uvedeny stejné diagnostické skupiny a v řádku „1“ je uveden celkový počet pacientů zařazených do daných diagnostických skupin lékaři kliniky nebo pathology. Počet všech pacientů u kterých byla lékařem ZZS stanovena správná diagnóza je dán součtem čísel na diagonále, tedy součtem čísel ležících na průsečnici sloupce a řádku náležících k dané diagnóze.

Pro každou diagnostickou skupinu byly jako „True positive“ (TP) označeny ty záznamy pacientů, kde došlo ke shodě DG lékařů ZZS a lékařů nemocnic (kliniků nebo patologů). Počty TP pacientů jsou zobrazeny v buňkách na diagonále.

Jako „False positive“ (FP) byly vyhodnoceny ty záznamy pacientů, u kterých lékaři ZZS stanovili DG, která později v nemocnici byla vyhodnocena jako chybná. Počty FP pacientů jsou zobrazeny v řádcích náležících sledované diagnostické skupině s výjimkou buněk na diagonále.

Jako „False negative“ (FN) byly vyhodnoceny ty záznamy pacientů, u kterých diagnóza stanovená lékařem v nemocnici nebyla lékařem ZZS rozpoznána (byla stanovena DG jiná). Počty FN pacientů jsou zobrazeny ve sloupcích náležících sledované diagnostické skupině s výjimkou buněk na diagonále.

Dle vzorce $TN = 211 - (TP + FP + FN)$ byl pro každou diagnostickou skupinu staven počet TN „True negative“ záznamů.

Každá tabulka vždy zobrazuje všechny pacienty sledovaného souboru. Statistické výpočty na pravé straně tabulky se vždy vztahují k řádku a sloupci sledované diagnózy. Každá tabulka tedy obsahuje tolik statistických výpočtů, kolik diagnostických skupin je analyzováno. Jak již bylo řečeno, hodnocení $TP + FP + FN + TN$ se vždy vztahuje pouze ke sledované skupině. Z toho plyne, že čísla v každé buňce mohou být

například TP pro jednu diagnózu, ale TN pro diagnózu jinou a FN pro další jinou diagnózu (Porovnej Tbl. 1 a 2).

A		Správná diagnóza stanovená lékaři v nemocnici (kliniky nebo pathology)					
		Kardiální	Respirační	Jiná netraumatická	Trauma	Tonutí	
Celkový počet pacientů (Řádek 1) →		135	21	40	12	3	
Předpokládaná diagnóza stanovená lékaři ZZS (Sloupce A)	Kardiální	132	6	5	6	13	6
	Respirační	15	4	3	4	0	4
	Jiná netraumatická	52	6	5	6	3	6
	Trauma	9	6	5	6	8	6
	Tonutí	3	6	5	6	0	2

Tabulka 1 Pravidla pro čtení „Crosscheck“ tabulek. „Respirační příčina

NZO“, jako příklad uspořádání „Crosscheck tabulek“ vyjadřující shodu/neshodu v názoru na příčinu NZO mezi lékaři ZZS a lékaři nemocnice.

Legenda: V buňce označené (1.) je uveden celkový počet pacientů zařazených lékařem ZZS do skupiny „Respirační příčiny NZO“. Počet pacientů zařazených do skupiny „Respirační příčiny NZO“ lékařem klinikem nebo patologem je uveden v buňce označené číslem (2.). Počet TP (true positive) pacientů, tedy pacientů u kterých jak lékař ZZS tak lékař nemocnice shodně zařadili pacienty do skupiny „Respirační příčiny NZO“, je uveden v buňce označené číslem (3.). Počet FP (false positive) pacientů, tedy pacientů, kteří byli lékařem ZZS do této skupiny zařazeni, ale lékař nemocnice vyhodnotil toto zařazení jako mylné, je uveden v buňkách označených (4.). Počet FN (false negative) pacientů, tedy pacientů, kteří do sledované skupiny lékařem ZZS měli být zařazení, ale nebyli, je uveden v buňkách označených (5.). Počet TN (true negative), tedy počet pacientů, u kterých lékař ZZS správně vyhodnotil, že do skupiny „Respirační příčiny NZO“ nepatří, je uveden v buňkách označených číslem (6.). Statistiky, které se vztahují k „Respirační příčině

NZO^o jsou uvedeny v řádku odpovídajícím „Respirační příčině NZO“ v části označené číslem (7.)

B		Správná diagnóza stanovená lékaři v nemocnici (kliniky nebo pathology)					
Čekavý počet pacientů (Sloupec A)		Kardiální	Respirační	Jiná netraumatická	Trauma	Tonutí	
(Řádek 1)	211	135	21	40	2. 12	3	
Předpokládaná diagnóza stanovená lékaři ZZS	Kardiální	132 6. 112	TP Kard. 6. 112 FN Kard. 6. 6	FP Kard. 6. 13 FN Jiná 6. 2	FP Kard. 5. 1 FN Trauma 6. 0	FP Kard. 6. 0 FN Tonutí 6. 0	
	Respirační	15 6. 2	FP Resp. 6. 2 FN Kard. 6. 11	FP Resp. 6. 2 FN Jiná 6. 2	FP Resp. 5. 0 FN Trauma 6. 0	FP Resp. 6. 0 FN Tonutí 6. 0	
	Jiná netraumatická	52 6. 21	FP Jiná 6. 21 FN Kard. 6. 3	FP Jiná 6. 3 FN Resp. 6. 24	FP Jiná 5. 3 FN Trauma 6. 1	FP Jiná 6. 1 FN Tonutí 6. 0	
	Trauma	1. 9	FP Trauma 4. 9 FN Kard. 6. 4	FP Trauma 4. 9 FN Resp. 6. 4	FP Trauma 4. 9 FN Jiná 6. 1	FP Trauma 3. 9 FN Trauma 6. 0	FP Trauma 4. 0 FN Tonutí 6. 0
	Tonutí	3 6. 0	FP Tonutí 6. 0 FN Kard. 6. 1	FP Tonutí 6. 1 FN Resp. 6. 0	FP Tonutí 6. 0 FN Jiná 6. 0	FP Tonutí 5. 0 FN Trauma 6. 2	FP Tonutí 6. 2 FN Tonutí 6. 0
							7.

Tabulka 2 Pravidla pro čtení „Crosscheck“ tabulek“. „Traumatická příčina NZO“ jako příklad uspořádání „Crosscheck tabulek“ vyjadřující shodu/neshodu v názoru na příčinu NZO mezi lékaři ZZS a lékaři nemocnice.

Senzitivita s jakou byla rozpoznána sledovaná DG byla vypočítána dle vztahu $TP/(TP+FN)$. Senzitivita stanovuje podíl pacientů majících sledovanou DG, u kterých lékař ZZS tuto diagnózu správně rozpoznal.

Specifická s jakou byla správně stanovena sledovaná DG byla vypočítána dle vztahu $TN/(TN+FP)$. Specifická stanovuje podíl pacientů majících jinou než sledovanou DG, u kterých lékař ZZS tuto diagnózu správně vyloučil.

Pozitivní prediktivní hodnota (PPV) byla vypočítán dle vztahu $TP/(TP + FP)$. Jde o podíl pacientů zařazených lékařem ZZS do sledované DG skupiny, u kterých byla tato diagnóza potvrzena.

Negativní prediktivní hodnota (NPV) dle vztahu $TN/(FN + TN)$. Jde o podíl pacientů vyřazených lékařem ZZS ze sledované DG skupiny, u kterých byla absence této diagnózy potvrzena.

Likelihood ratio (LR) bylo definováno jako: $senzitivita/(1-spezifická)$.

Statistické výpočty jsou uvedeny na pravé straně každé „Crosscheck“ tabulky. P hodnota pro každou „Crosscheck“ tabulku byla vypočítána metodou Chi-square za použití softwaru Graph Pad Prism verze 5.03.

3.1.2. Výsledky

V tabulce číslo tři jsou uvedeny základní informace o souboru pacientů (Tbl. 3).

Tabulka číslo čtyři zobrazuje rozřídění 211 pacientů do pěti základních diagnostických skupin, které jsou doporučeny Utsteinským protokolem (Cummins,1999; Jacobs, 2004) a ukazuje shodu/neshodu mezi názorem lékařů ZZS a názorem lékařů v nemocnici.

Ke shodě v DG došlo u 157 (74,4%) ze sledovaných 211 pacientů (tj.: Kardiální 112; Respirační 11; Jiná netraumatická příčina 24; Trauma 8; Tonutí 2. Koeficient κ pro tuto tabulku je 0.529 (95% interval spolehlivosti byl od 0.421 do 0.637) Podle stupnice kterou doporučuje (Fleiss, 1981), byla míra shody klasifikována jako „dobrá“.

		Předáno do nemocnice	Zemřeli před předáním do nemocnice
Celkový počet	211	101	110
Pohlaví	Muži Ženy	73 28	82 28
Věk	Od - Do Průměr	1 - 87 60	1 - 92 61
Tělesná hmotnost kg	Od - Do Průměr	6 - 160 86	5 - 250 84
EKG Rytmus (při zahájení KPR)	AS PEA VF/VT	56 14 31	69 14 27
Svědci zástavy	ANO NE	86 15	27 83
Laická KPR	ANO NE	53 48	56 54
Laická defibrilace	ANO NE	0 101	0 110
Známky ROSC v průběhu KPR	ANO NE	101 0	30 80
Etiologie stanovená lékařem ZZS	Kardiální Respirační Jiná netraumatická př. Trauma Tonutí	66 10 24 1 0	66 5 28 8 3
Přežití a kvalita života CPC (1-5) jeden rok po KPR	1_normální kvalita života 2_nevýznamný handicap 3_závažný handicap 4_vegetativní stav 5_smrt	5 10 18 43 25	0 0 0 0 110

Tabulka 3 Základní informace o souboru pacientů včetně konečného výsledku a kvality přežití jeden rok po KPR.

Celkový počet pacientů	Správná diagnóza stanovená lékaři v nemocnici (kliniky nebo pathology)					TP - True Positive	FP - False Positive	FN - False Negative	TN - True Negative	Sensitivita	Specifita	Pozitivní prediktivní value	Negativní prediktivní value	Likelihood ratio Sens(1-Spec)		
	Kardiální	Respirační	Jiná netraumatická	Trauma	Tonutí											
211	135	21	40	12	3											
Podrobnější diagnóza stanovená lékaři ZZS	Kardiální	132	112	6	13	1	Kardiální	112	20	23	56	0,830	0,737	0,848	0,709	3,15
	Respirační	15	2	11	2		Respirační	11	4	10	186	0,524	0,979	0,733	0,949	24,88
	Jiná netraumatická	52	21	3	24	3	Jiná netraumatická	24	28	16	143	0,600	0,830	0,462	0,899	3,66
	Trauma	9			1	8	Trauma	8	1	4	198	0,667	0,995	0,889	0,980	132,67
	Tonutí	3		1		2	Tonutí	2	1	1	207	0,667	0,995	0,667	0,995	138,67

Tabulka 4 „Crosscheck“ tabulka vyjadřující shodu/neshodu v názoru na příčinu zástavy oběhu mezi lékaři ZZS a lékaři nemocnice při rozřídění pacientů do pěti základních skupin.

Tabulka číslo pět zobrazuje rozřídění 211 pacientů do osmi podrobnějších skupin s cílem zobrazit počty pacientů s akutním infarktem

myokardu (AIM) a plicní embolií (PE) v samostatných skupinách a ukazuje shodu/neshodu mezi názorem lékařů ZZS a názorem lékařů v nemocnici.

Celkový počet pacientů	Správná diagnóza stanovena lékaři v nemocnici (řádky nebo patřičně)										PP - True Positive	PP - False Positive	FN - False Negative	TN - True Negative	Senzitivita	Specifická	Pozitivní prediktivní value	Negativní prediktivní value	Likelihood ratio	Summ (Spoc)
	Srovnání s názorem lékařů ZZS																			
	Infarkt myokardu	Arytmie	Plicní edém	Jiná srdeční selhání	Plicní embolie	Tamponáda srdeční	Kardiální příčina příčiny blíže neurčena	Nekardiální příčina	Infarkt myokardu	Arytmie										
211	77	16	28	9	20	5	0	56												
Infarkt myokardu	53	39	4	5	3	1			1	75	14	34	38	120	0,596	0,905	0,756	0,759	4,85	
Arytmie	13	5	4	1	1				2	4	9	12	186	0,250	0,954	0,308	0,939	5,42		
Plicní edém	14	1		11					2	11	3	17	180	0,393	0,984	0,760	0,914	23,76		
Jiná srdeční selhání	8	2	1		2	1	1		1	2	6	7	186	0,222	0,979	0,228	0,964	3,81		
Plicní embolie	21	6		3	1	9	1		1	9	12	11	179	0,450	0,937	0,429	0,942	3,16		
Tamponáda srdeční	0							0	0	0	0	3	206	0,000	1,000	0,000	0,000	0,00		
Kardiální příčina příčiny blíže neurčena	44	20	5	4	1	6	2	0	6	44	0	167	0,000	0,791	0,000	1,000	0,000	0,00		
Nekardiální příčina	58	4	2	4	1	3	1		43	43	15	15	140	0,768	0,903	0,741	0,915	7,05		

Tabulka 5 „Crosscheck“ tabulka vyjadřující shodu/neshodu v názoru na příčinu zástavy oběhu mezi lékaři ZZS a lékaři nemocnice při rozřídění pacientů do osmi podrobnějších skupin. Cílem bylo zobrazit počty pacientů s AIM a PE v samostatných skupinách.

Ke shodě u diagnózy AIM došlo u 39 pacientů (Senzitivita 0.506; Specifická 0.896), arytmie byla správně diagnostikována u 4 pacientů (Senzitivita 0.250; Specifická 0.954), plicní edém (levostranné srdeční selhání) byl správně diagnostikován u 11 pacientů (Senzitivita 0.393; Specifická 0.984), jiná kardiální příčina byla správně diagnostikována u 2 pacientů (Senzitivita 0.222; Specifická 0.970), plicní embolie byla správně rozpoznána u 9 pacientů (Senzitivita 0.450; Specifická 0.937). Koeficient κ pro tuto tabulku je 0.398 (95% interval spolehlivosti byl od 0.315 o 0.481) V klasifikační stupnici doporučené Fleissem (1981) spadá tato hodnota k horní hranici kategorie „slabá shoda“.

Tabulka číslo šest je zaměřena na shodu/neshodu při diagnostice AIM a PE. Zobrazuje rozřídění 211 pacientů do tří skupin a ukazuje shodu/neshodu mezi názorem lékařů ZZS a názorem lékařů v nemocnici.

Dvě stě jedenáct pacientů bylo roztrženo do tří skupin. Do první skupiny („AIM a PE_TL“) byli zařazeni pacienti u kterých by hypoteticky mohla být účinná trombolýza již během KPR. Do druhé skupiny („Kardiální_non TL“) byli zařazeni pacienti u kterých byla příčina zástavy oběhu kardiální, ale trombolýza podaná během KPR by pravděpodobně neměla efekt. Do třetí skupiny byli zařazeni ostatní pacienti.

Celkový počet pacientů		Správná diagnóza stanovená lékaři v nemocnici (klinicky nebo patologi)				TP - True Positive	FP - False Positive	FN - False Negative	TN - True Negative	Senzitivita	Specifická	Positive predictive value	Negative predictive value	Likelihood ratio Sens (1-Spec)	
		AIM a PE_TL	Kardiální_non TL	Nekardiální											
		211	97	58											
Přidopokládaná diagnóza stanovena lékaři ZZS	AIM a PE_TL	74	55	17	2	AIM a PE_TL	55	19	42	95	0,567	0,833	0,743	0,693	3,40
	Kardiální_non TL	79	35	33	11	Kardiální_non TL	33	46	25	107	0,569	0,699	0,418	0,811	1,88
	Nekardiální	58	7	8	43	Nekardiální	43	15	13	140	0,768	0,903	0,741	0,915	7,93

Tabulka 6 „Crosscheck“ tabulka je zaměřena na shodu/neshodu při diagnostice AIM a PE mezi lékaři ZZS a lékaři nemocnice.

Z 211 pacientů byl u 97 pacientů příčinou zástavy oběhu AIM nebo PE, z toho 55 pacientů bylo správně rozpoznáno již lékařem ZZS (TP, senzitivita 0.567, specifická 0.833), u 19 pacientů byla tato příčina lékařem ZZS stanovena nesprávně (FP, tj. 17+2), u 42 pacientů diagnóza AIM a PE nebyla lékařem ZZS rozpoznána (FN, tj. 35+7), a 95 pacientů bylo do této skupiny správně nezařazeno (TN, tj. 33+11+8+43). Koeficient κ pro tuto tabulku je 0.428 (95% interval spolehlivosti byl od 0.329 o 0.527). Podle stupnice kterou doporučuje Fleiss (1981), byla míra shody klasifikována jako „dobrá“.

Statistická významnost hodnot senzitivity a specifický vypočítaných pro tabulky 3–5 byla ověřena Chi-square testem. Hodnota P pro všechny tabulky byla menší než 0.0001%, tedy tyto výsledky lze považovat za statisticky významné.

3.1.3. Diskuse

Schopnost lékařů stanovit přesnou příčinu zástavy oběhu již během resuscitace by mohla být pro pacienty prospěšná (Kuisma, 1993; Ong, 2007; Pierce, 2008; Inamasu 2009; Bongaerts, 2009; Olasveengen, 2009; Steger, 2009; Chopin ,1990; Kline, 1998; Truhlar, 2007), ale jak ukázala tato studie, stanovení přesné diagnózy není vždy v časovém limitu a dostupnými metodami během resuscitace možné.

Naše závěry se shodují se závěry předchozích studií, že kardiální příčina je nejčastější příčinou NZO (Pell, 2003). Jedná se o první studii, která představuje „Crosscheck tabulky“ (tabulky „křížové shody“ stanovené diagnózy) k porovnávání diagnóz stanovených lékaři ZZS oproti diagnózám stanoveným lékaři v nemocnici. K vyhodnocení diagnostické shody byl v tabulkách použit Cohenův koeficient „ κ “. Míra shody byla hodnocena v souladu se stupnicí doporučovanou Fleisem („výborná“ pro $\kappa > 0.75$, „dobrá“ pro κ mezi 0.40 a 0.75, „slabá“ pro κ menší než 0.40) (Fleiss,1981).

Porovnání celkových počtů pacientů ve skupinách bylo v této studii velmi uspokojivé.

Lékaři ZZS stanovili, že u 132 (62.5%) pacientů z 211 (100%) došlo k zástavě oběhu z kardiálních příčin, naproti tomu lékaři nemocnic stanovili, že u 135 (63,9%) pacientů došlo k zástavě oběhu z téže příčiny (Tbl. 4).

Lékaři ZZS stanovili, že u 21 (9.95%) pacientů z 211(100%) byla příčinou zástavy oběhu plicní embolie, naproti tomu lékaři nemocnic stanovili, že u 20 (9.47%) došlo k zástavě oběhu z téže příčiny (Tbl. 5).

K falešnému dojmu, že tým ZZS provádí velmi přesné diagnostické třídění pacientů již během resuscitace lze dospět tím, že porovnáme pouze shody celkových počtů pacientů (tj. celkový počet pacientů zařazených do vybrané diagnostické skupiny lékařem ZZS

porovnáme s celkovým počtem pacientů zařazených do stejné skupiny lékařů v nemocnici).

Provedením křížové shody diagnóz pro každého pacienta „Crosscheck tabulkami“ se bohužel ukázalo, že přesnost stanovení diagnózy během resuscitace lékařem ZZS nebyla tak přesná jak ukázala analýza celkových počtů (Tabulky 4, 5, 6).

Tabulka 4 ukazuje, že dokonce i v případě, kdy byli pacienti tříděni do pěti základních diagnostických skupin, 9.4% případů zařazených lékařem ZZS do skupiny kardiální etiologie zástavy oběhu, bylo v nemocnici přeřazeno do skupiny nekardiální etiologie. Na druhou stranu 10.9 % pacientů, kteří byli zařazeni do skupiny nekardiální etiologie zástavy oběhu, bylo přeřazeno lékaři v nemocnici do skupiny etiologie kardiální. Tyto výsledky dále ukazují, že pokud je analýza zaměřena pouze na určitou skupinu pacientů (např. kardiální etiologii) a jsou proto z analýzy vynecháni pacienti s ostatními možnými příčinami, jak je používáno v některých studiích (Rockswold, 1972; Goldstein, 1981; Eisenberg, 1982; Eisenberg, 1984; Böttiger, 1999), může to způsobit značné zkreslení výsledků.

Pouze 112 pacientů bylo správně zařazeno do skupiny kardiální příčiny zástavy oběhu (53% z celkového počtu 211 resuscitovaných, senzitivita 0.830, specifická 0.737; respektive 82% z celkového počtu 135 resuscitovaných u kterých byla kardiální příčina potvrzena klinikem nebo patologem).

Tabulka číslo 5 mimo jiné ukazuje, že ke shodě u diagnózy AIM došlo u 39 pacientů (18.5% z celkového počtu 211 resuscitovaných, senzitivita 0.506; specifická 0.896; respektive 50.6% ze 77 resuscitovaných u kterých byl AIM potvrzen klinikem nebo patologem) a ke shodě u PE došlo u 9 pacientů (4.2% z celkového počtu 211 resuscitovaných, senzitivita 0.450, specifická 0.937; respektive 45% z celkového počtu 20 resuscitovaných u kterých byla PE potvrzena klinikem nebo patologem)

Tabulka číslo 6 zobrazuje soubor pacientů z pohledu odpovědi na otázku, u kolika pacientů sledovaného souboru by byla lékařem ZZS správně stanovena diagnóza akutní infarkt myokardu (AIM) a plicní embolie (PE), tedy diagnózy, kde by hypoteticky mohla být účinná trombolytická terapie. Odůvodněním pro tuto analýzu byla nedávná studie TROICA, která byla předčasně ukončena, protože nebyla prokázána účinnost podání tenekteplázy na konečný výsledek resuscitace a došlo k častějšímu výskytu krvácení jakožto vedlejšího účinku trombolytické terapie (Böttiger, 2008). Výsledky studie TROICA se proto staly výzvou pro úsilí naučit se správně identifikovat příčiny zástavy oběhu, zejména AIM a PE.

Do skupiny „TL“, kde by trombolytická terapie mohla být hypoteticky účinná jsme zařadili ty pacienty, kde lékař v PNP explicitně stanovil, že se domnívá, že příčinou zástavy byl AIM nebo PE. Do skupiny "Kardiální_nonTL" jsme zařadili ty pacienty, kde lékař PNP sice stanovil, že příčina zástavy oběhu byla kardiální, ale nestanovil explicitně, že se jednalo o AIM nebo PE a do skupiny „Nekardiální“ všechny ostatní pacienty.

Dle tabulky 6 jsou dále diskutovány dva možné způsoby indikace trombolytika. Pokud by v námi sledované skupině bylo trombolytikum v PNP indikováno dle pravidla „podat trombolytickou terapii všem pacientům u kterých lékař ZZS předpokládal kardiální příčinu“ zástavy oběhu (tj. bez bližší specifikace zda se jedná o AIM) a u plicní embolie, pravděpodobně by bylo trombolytikum podáno 153 pacientům (74+79). Z těchto 153 pacientů by pouze 90 pacientům bylo indikováno správně (55+35); 63 pacientům by bylo indikováno chybně (FP: 17+2 a TN: 33+11); 7 (FN) pacientům by trombolytikum nebylo indikováno, ačkoli by mohlo a 51 pacientům by správně indikováno nebylo (TN: 8+43).

Na druhé straně, pokud by v námi sledované skupině bylo trombolytikum indikováno pouze pacientům u kterých lékař v PNP předpokládal diagnózu AIM nebo PE, pravděpodobně by trombolytikum

bylo podáno pouze 74 pacientům. Z toho 55 pacientům ze 74 správně a 19 pacientům chybně (FP: 17+2), 42 pacientům by trombolitikum indikováno nebylo, ačkoli by mohlo být (FN: 35+7) a 95 pacientům by správně trombolitikum indikováno nebylo (33+11+8+43)

Každá z cest má své nevýhody a výhody. První způsob je více senzitivní (senzitivita 0.928, specificita 0.447) a je spojeno s velkým rizikem nesprávné indikace trombolytické terapie (29.9% z celkového počtu 211 pacientů). Ale riziko, že trombolitikum nebude podáno v případě, kdy by mělo být, je nízké. Při použití druhého, více specifického způsobu je riziko nesprávné indikace trombolytické terapie značně nižší (9% ze všech případů zahrnuje 17 případů zařazených do skupiny „kardiální_nonTL“, kde by riziko vedlejších účinků bylo nízké a pouze dva pacienti ze skupiny „nekardiální“, kde by riziko závažných vedlejších účinků bylo vysoké. Na druhé straně riziko pacientů, kteří by mohli obdržet trombolytickou terapii, ale nedostali by ji, bylo vyšší (19.9%). Analýza „Crosscheck tabulkami“ ukázala, že rozhodnutí o postupu z pohledu riziko versus benefit bylo tedy velmi obtížné.

3.1.4. Závěry

Schopnost lékařů správně stanovit příčinu náhlé zástavy oběhu již během resuscitace by byla prospěšná, ale stanovení přesné příčiny zástavy oběhu není vždy během resuscitace možné.

Studie poukázala na to, že porovnávání předpokládané příčiny NZO s konečnou diagnózou, stanovenou kliniky, nebo pathology, by mělo být prováděno vždy pro každého pacienta individuálně, nikoli pouze porovnáním souhrnných čísel celé sledované skupiny, protože druhý způsob může vést k falešně dobrým výsledkům.

Studie představuje „Crosscheck tabulky“ (tabulky „křížové shody“ stanovené diagnózy), které názorně zobrazují diagnózy stanovené lékařem ZZS ve vztahu k diagnózám stanoveným lékaři v nemocnici (klinky/patology). Na průsečnici sloupce a řádku je pro sledovanou diagnostickou skupinu zvýrazněna diagnostická shoda. „Crosscheck tabulky“ byly vyvinuty v rámci této studie jako užitečný nástroj pro snadné provádění „křížové shody“ mezi diagnózou lékařů ZZS a diagnózou lékařů nemocnic (kliniků nebo patologů) u souborů s velkým počtem pacientů.

Studie diskutuje dva možné způsoby podání trombololytika ve vztahu nedávno ukončené studii TROICA.

Výsledky této práce byly přijaty k publikaci v časopise Resuscitation. Článek v původní přijaté verzi je přiložen v příloze dizertační práce.

3.2. Kapnometrie při kardiopulmonální resuscitaci v podmínkách záchranné služby

3.2.1. Metody

Hlavním cílem této práce bylo analyzovat změny hladin $P_{ET}CO_2$ v okamžicích blízkých okamžiku ROSC s konečným cílem stanovit, zda vzestupu hladin $P_{ET}CO_2$ může být využito jako věrohodného ukazatele obnovení oběhu. $P_{ET}CO_2$ bylo měřeno kontinuálně v průběhu resuscitace poskytované pacientům u kterých došlo k zástavě oběhu mimo nemocnici. Pacienti byli resuscitováni lékaři Zdravotnické záchranné služby hl. města Prahy (ZZSHMP).

3.2.1.1. Design studie

Prospektivní případová studie analyzující záznamy hladin $P_{ET}CO_2$ dvou krajních možností výsledku resuscitace v přednemocniční péči u pacientů intubovaných, s konstantní plicní ventilací.

První skupina zahrnovala pacienty úspěšných resuscitací s jediným nekomplikovaným ROSC následovaným stabilní spontánní cirkulací.

Druhá skupina zahrnovala pacienty neúspěšných resuscitací, kde nedošlo k žádným známkám obnovení oběhu.

Záměrem studie bylo shromáždit data od 70-ti pacientů s ROSC následně transportovaných do nemocnice a 70-ti pacientů bez známek obnovení oběhu, kteří zemřeli na místě zástavy oběhu.

3.2.1.2. Sběr dat

Při zahájení ALS byla u všech pacientů co nejdříve provedena endotracheální intubace a nastaven ventilační režim a nastavené ventilační parametry byly udržovány konstantní po celou dobu měření, abychom se

vyvarovali zkreslení hodnot $P_{ET}CO_2$ způsobených změnami alveolární ventilace. Použit byl automatický dýchací přístroj Oxylog 2000 (Dräger Medical AG & Co. KG, Germany). Byl podáván 100% kyslík (FiO_2 1.0) a ventilační parametry se u jednotlivých pacientů pohybovaly v rozmezích: dechový objem (TV - tidal volume) 7-10 ml/kg, dechová frekvence (RR - respiratory rate) 8-12 /min.

Sběr dat probíhal v letech 2004 – 2006. Resuscitace byly prováděny v souladu s platnými doporučeními Evropské rady pro resuscitaci z roku 2000 a následně z roku 2005 (ERC Guidelines, 2000; ERC Guidelines, 2005).

Na sběru dat se podílelo dvanáct lékařů zručných v endotracheální intubaci a poskytování rozšířené neodkladné resuscitace (ALS), kteří souhlasili se striktním protokolem včetně použití konstantní plicní ventilace automatickým přístrojem v průběhu resuscitace a užitím módu asynchronní ventilace/komprese v průběhu resuscitace (ERC Guidelines, 2000; ERC Guidelines, 2005).

Hodnoty $P_{ET}CO_2$ byly kontinuálně sledovány lékařem (ZZS) a také byly každou sekundu nahrávány na paměťovou kartu (PCMCIA - Personal Computer Memory Card Association; Pretec, Flash 4MB). Průběh resuscitace byl monitorován multifunkčním přístrojem "Zoll M Series" (ZOLL Medical Corporation, USA).

Jako okamžik obnovení spontánní cirkulace (ROSC) byl stanoven okamžik, kdy při přerušovaných hrudních kompresích, byl lékařem ZZS detekován hmatný pulz (obvykle na arteria carotis), na EKG křivce byl zaznamenán organizovaný rytmus a následně byl měřitelný krevní tlak (ERC Guidelines, 2000; ERC Guidelines, 2005). Čas, kdy byl hmatný pulz zjištěn poprvé, byl zaznamenán na EKG záznam a tento čas byl použit jako čas nula pro následné „off-line“ analýzy celého záznamu rozšířené neodkladné resuscitace pacientů u kterých došlo k ROSC.

Hrudní komprese byly prováděny o frekvenci 100/min a to nezávisle na prováděné umělé plicní ventilaci „režim - asynchronní ventilace/komprese“ (ERC Guidelines, 2000; ERC Guidelines, 2005).

Kontrola pulzu byla prováděna každé dvě minuty s výjimkou situace, kdy došlo k náhlému vzestupu P_{ETCO_2} , v tomto případě byla kontrola pulzu provedena okamžitě.

Vstupní kritéria: Celý průběh resuscitace nahráný na paměťové kartě. Z výše uvedených záznamů byly vybrány ty případy u kterých došlo k ROSC následovaném stabilní spontánní cirkulací a doba nahrávky P_{ETCO_2} byla delší než 6 minut před ROSC a 6 minut po ROSC (59 pacientů) a dále nahrávky případů, u kterých v průběhu celé resuscitace nedošlo k žádným známkám obnovení spontánního oběhu a nahráný záznam P_{ETCO_2} byl delší než 15 minut (49 pacientů). Vstupní kritéria splnilo 108 pacientů.

Vylučovací kritéria: Vyloučeny byly záznamy, u kterých došlo ke znečištění čidla, kontaminaci čidla krví a záznamy pacientů, kterým byl v průběhu resuscitace podán natrium bikarbonát ($NaHCO_3$). Z celkových 140 bylo dále vyřazeno 32 záznamů těch pacientů u kterých sice došlo k ROSC, ale následně byl spontánní oběh nestabilní a došlo k další zástavě oběhu a to jedenkrát nebo opakovaně.

3.2.1.3. Analýza dat

Do databáze resuscitací byly u každého pacienta zaznamenány informace týkající se věku, pohlaví, prvního zachyceného EKG rytmu, zda došlo k zástavě oběhu za přítomnosti svědků či ne, zda byla či nebyla prováděna laická KPR, jaká byla pravděpodobná příčina zástavy oběhu a jaký byl konečný výsledek resuscitace (nepřežití/přežití-kvalita).

P_{ETCO_2} bylo měřeno kontinuálně v průběhu resuscitace. Následně byly záznamy P_{ETCO_2} analyzovány ve dvou skupinách: ve skupině pacientů, u kterých došlo k jedinému ROSC následovaném stabilní spontánní cirkulací

(SC) a ve skupině, kde nedošlo k žádným známkám ROSC a zemřeli na místě zástavy oběhu. Ve skupině pacientů s úspěšnou resuscitací byla dále shromážděná data použita k porovnání hladin $P_{ET}CO_2$ v časovém intervalu, kdy byly prováděny hrudní komprese, ve vztahu k hladinám $P_{ET}CO_2$ během spontánní cirkulace pacienta po ROSC.

Z kontinuální nahrávky celé resuscitace u skupiny pacientů s ROSC byly hodnoty $P_{ET}CO_2$ utříděny následovně. *Před ROSC*: průměrná; první; poslední; maximální; minimální. *Okamžik ROSC* – hodnoty $P_{ET}CO_2$ naměřené v okamžiku, kdy byl poprvé zjištěn hmatný pulz. *Po ROSC*: průměrná; první; poslední; maximální; minimální.

Hodnoty $P_{ET}CO_2$ pro skupinu pacientů, bez známek obnovení spontánní cirkulace ROSC byly utříděny takto: průměrná; první; poslední; maximální; minimální.

Vzhledem k tomu, že studie byla především zaměřena na hledání odpovědi na otázku, zda náhlý vzestup hodnot $P_{ET}CO_2$ může být použit jako časný indikátor obnovení spontánního oběhu, všechny záznamy $P_{ET}CO_2$ byly dále analyzovány ve dvouminutových intervalech (krocích) následujícím způsobem. Nejčastěji se vyskytující hodnota (modus) každého dvouminutového intervalu byla testována vůči předem stanoveným „prahovým hodnotám vzestupu“ 2, 5, 10, 15 a 20 mmHg a porovnávána s hodnotami předchozího dvouminutového intervalu. Případy, kdy byl vzestup roven nebo větší než prahová hodnota a současně bylo diagnostikováno ROSC, byly označeny jako „True positive“. Případy, kdy došlo k vzestupu, ale nedošlo k ROSC, byly označeny jako „False positive“. Jako „False negative“ byly označeny případy, kdy nedošlo k vzestupu hodnot, ale došlo k ROSC. Jako „True negative“ byly označeny případy, kdy nedošlo ani k vzestupu hodnot a ani k ROSC ve sledovaném dvouminutovém intervalu.

Statistika:

Průměrná hodnota a směrodatná odchylka naměřených hodnot $P_{ET}CO_2$ záznamů 59 pacientů před a po ROSC byla porovnána párovým t-testem za použití GraphPad Prism version 4.00 for Windows (GraphPad Software, Inc., San Diego California USA, www.graphpad.com). U druhé skupiny pacientů 49 pacientů byla kalkulována pouze průměrná hodnota a směrodatná odchylka pro každého pacienta.

3.2.2. Charakteristick kazuistika**3.2.2.1. Změny hladin $P_{ET}CO_2$ během epizody komorové tachykardie**

Níže je uveden přehled změn $P_{ET}CO_2$ během jedné epizody komorové tachykardie, ke které došlo v průběhu transportu pacienta (72 let) po úspěšné KPR.

9:29:33

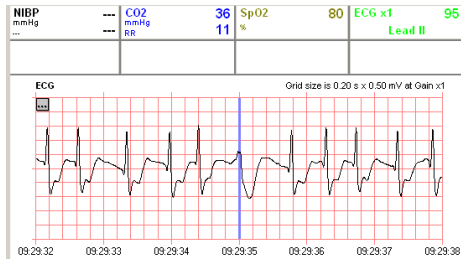
Obrázek 1

Fibrilace síní, deprese ST, jedna komorová extrasystola

RR 11/min

PETCO2 36 mmHg

SpO2 80%



9:29:42

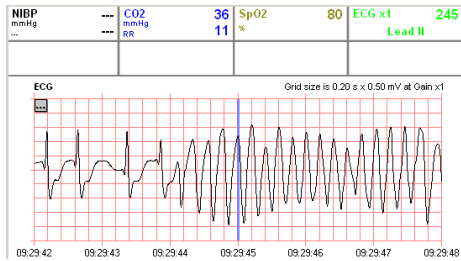
Obrázek 2

Začátek komorové tachykardie torsades de pointes

RR 11/min

PETCO2 36 mmHg

SpO2 80%



9:30:02

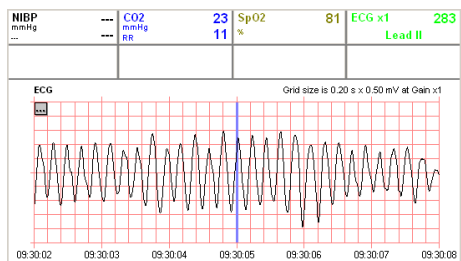
Obrázek 3

Komorová tachykardie torsades de pointes

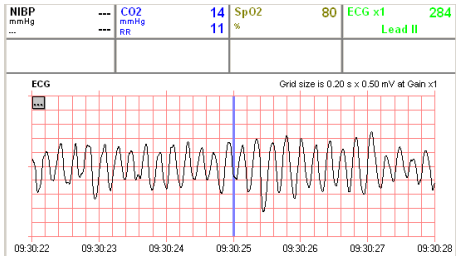
RR 11/min

PETCO2 23 mmHg

SpO2 81%



9:30:22



Obrázek 4

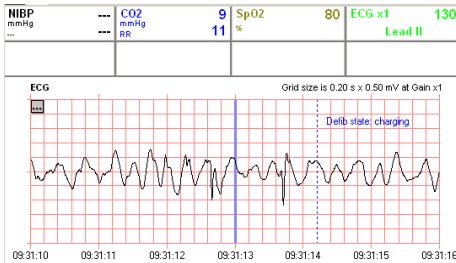
Komorová tachykardie torsades de pointes

RR 11/min

PETCO2 23 mmHg

SpO2 81%

9:31:11



Obrázek 5

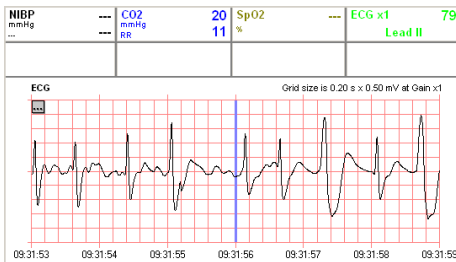
Fibrilace komor

RR 11/min

PETCO2 14 mmHg

SpO2 80%

9:31:54



Obrázek 6

Fibrilace síní a komorové extrasystoly –

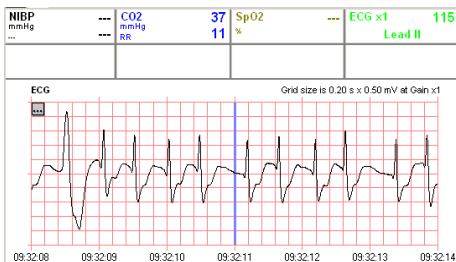
po úspěšné defibrilaci

RR 11/min

PETCO2 20 mmHg

SpO2 neměřitelné

9:32:08



Obrázek 7

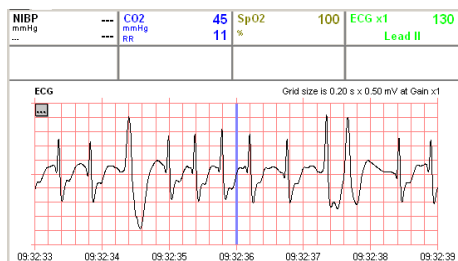
Fibrilace síní a komorová extrasystola

RR 11/min

PETCO2 37 mmHg

SpO2 neměřitelné

9:32:33 **Obrázek 8**



Fibrilace síní a komorové extrasystoly

RR 11/min

PETCO₂ 45 mmHg

SpO₂ 100%

Stav pacienta stabilizován

Závěr: Kazuistika názorně ukazuje na digitálním záznamu vliv kvality cirkulace na hodnoty P_{ET}CO₂.

3.2.3. Výsledky

Hlavním cílem této práce bylo analyzovat změny hladin P_{ET}CO₂ v okamžicích blízky okamžiku ROSC s konečným cílem stanovit, zda vzestupu hladin P_{ET}CO₂ může být využito jako věrohodného ukazatele obnovení oběhu.

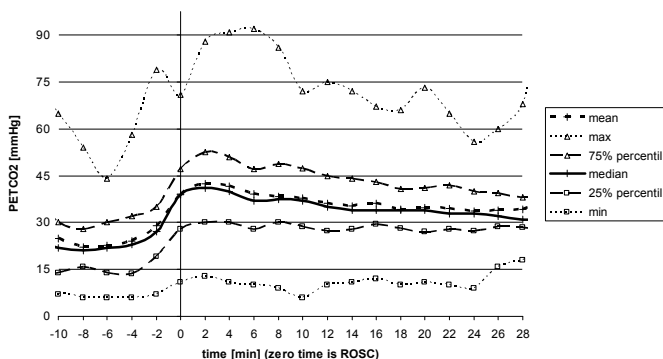
V tabulce 7 jsou uvedeny obecné informace o 108 analyzovaných případech rozdělených do dvou skupin.

		Předáno do nemocnice	Zemřeli před předáním do nemocnice
Celkový počet	108	59	49
Pohlaví	Muži	41	40
	Ženy	18	9
Věk	Od - Do	0.5 - 90	0.5 - 92
	Průměr	58	62
Tělesná hmotnost kg	Od - Do	6 - 140	5 - 120
	Průměr	83	83
EKG Rytmus (při zahájení KPR)	AS	32	30
	PEA	7	5
	VF/VT	20	14
Svědci zástavy	ANO	48	37
	NE	11	12
Laická KPR	ANO	31	23
	NE	28	26
Laická defibrilace	ANO	0	0
	NE	59	49
Etiologie stanovená lékařem	Kardiální	39	39
	Nekardiální	17	8
	Trauma	3	2
	Nestanoveno	0	0
Přežití	1_normalní kvalita života	6	0
a kvalita života	2_nevýznamný handicap	4	0
CPC (1-5)	3_závažný handicap	8	0
jeden rok	4_vegetativní stav	40	0
po KPR	5_smrt	1	49

Tabulka 7

3.2.3.1. Náhlý vzestup $P_{ET}CO_2$ v okamžiku obnovení spontánního oběhu v souboru 59 pacientů

Názorný přehled hodnot $P_{ET}CO_2$ u 59 pacientů s ROSC je uveden na obrázku 9.



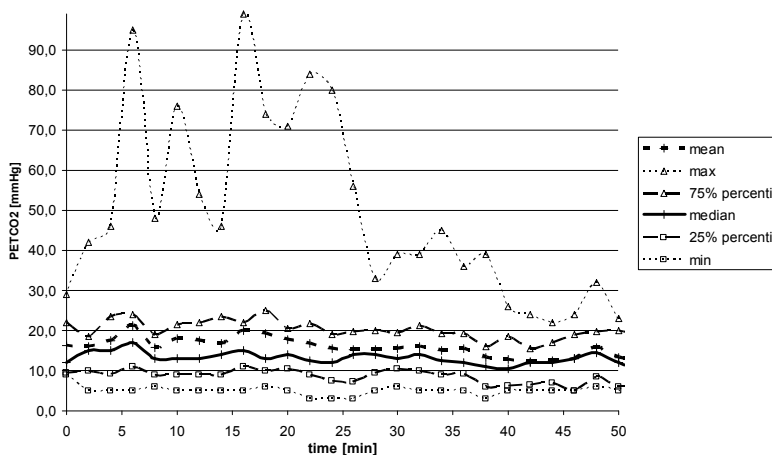
Obrázek 9 Grafické znázornění hodnot $P_{ET}CO_2$ zaznamenaných před a po ROSC ve skupině 59 pacientů s jediným ROSC následovaným stabilní spontánní cirkulací. Okamžik deklarovaný poskytovateli KPR jako ROSC byl určen jako čas nula pro všechny analyzované pacienty.

Průměrná délka 59 záznamů s obnovením spontánní cirkulace byla 18 minut před ROSC a 33 minut po ROSC. Průměr z průměrných hodnot $P_{ET}CO_2$ jednotlivých pacientů byl 26.65 ± 12.00 mmHg (3.55 ± 1.6 kPa) před ROSC a 36.60 ± 12.44 mmHg (4.8 ± 1.66 kPa) po ROSC ($p < 0.0001$). Výsledek párového t-testu porovnávajícího hladiny $P_{ET}CO_2$ jednotlivých případů po ROSC vůči hladinám před ROSC ukazuje, že vzestup hladin $P_{ET}CO_2$ okolo okamžiku ROSC byl signifikantní ($p < 0.0001$). Průměrná změna hladiny $P_{ET}CO_2$ před a po ROCS byla 9.95 mmHg (1.32 kPa) a 95%

interval spolehlivosti (confidence interval) byl v rozmezí od 6.46 do 13.50 mmHg (0.86 - 1.8 kPa). Přehledná křivka záznamu hodnot $P_{ET}CO_2$ v průběhu celé resuscitace všech 59-ti pacientů, u kterých došlo k obnovení oběhu, ukazuje signifikantní vzestup v okamžiku stanovení ROSC následovaným přestřelením obvyklých hodnot (Obr. 9).

3.2.3.2. $P_{ET}CO_2$ v průběhu resuscitace u 49 pacientů, u kterých nebylo dosaženo obnovení spontánního oběhu

Názorný přehled hodnot $P_{ET}CO_2$ u 59 pacientů s ROSC je uveden na obrázku 10.



Obrázek 10 Grafické znázornění hodnot $P_{ET}CO_2$ v průběhu KPR ve skupině 49 pacientů, u kterých nedošlo k ROSC.

Průměrná délka záznamů $P_{ET}CO_2$ 49 pacientů, kteří zemřeli na místě aniž by vykážali jakékoli známky ROSC, byla 29 minut. Průměr

z průměrných hodnot $P_{ET}CO_2$ jednotlivých pacientů byl 16.68 ± 9.1 mmHg (2.24 ± 1.21 kPa). Přehledná křivka záznamů celých resuscitací byla plochá a v grafu umístěná níže než u předchozí skupiny pacientů, kteří obnovili spontánní oběh, a to i v porovnání k hodnotám před ROSC, tedy bez SC (Obr. 22). Čtyři pacienti této skupiny vykazovali vysoké hladiny $P_{ET}CO_2$, ačkoli u nich nedošlo k obnovení spontánního oběhu

3.2.3.3. Srovnání obou skupin pacientů

Tabulka 8 porovnává číselné hodnoty $P_{ET}CO_2$ obou skupin pacientů.

	59 pacientů s ROSC následovaným stabilní spontánní cirkulací			49 pacientů
				bez známek ROSC
	Před ROSC	ROSC	Po ROSC	CELÝ ZÁZNAM
$P_{ET}CO_2$	(perioda hrudních kompresí)	(okamžik hrudního palpu)	(perioda spontánní cirkulace)	(perioda hrudních kompresí)
	průměr $P_{ET}CO_2$ (mmHg) \pm SD	průměr $P_{ET}CO_2$ (mmHg) \pm SD	průměr $P_{ET}CO_2$ (mmHg) \pm SD	průměr $P_{ET}CO_2$ (mmHg) \pm SD
Průměr	26.65 \pm 12.00 (rozpětí 8-65)	39.14 \pm 15.37	36.6 \pm 12.44 (rozpětí 12-68) $p < 0.0001$	16.68 \pm 9.10 (rozpětí 6-47) $p < 0.0001$
První hodnoty	26.78 \pm 14.99 (rozpětí 5-71)		42.54 \pm 18.12 (rozpětí 13-88) $p < 0.0001$	16.33 \pm 10.2 (rozpětí 5-54) $p < 0.0001$
Poslední hodnoty	28.95 \pm 14.47 (rozpětí 7-79)		33.07 \pm 12.55 (rozpětí 6-65) $p = 0.1012$	13.33 \pm 10.53 (rozpětí 3-51) $p < 0.0001$
Maximum	35.86 \pm 14.47 (rozpětí 12-79)	71	48.52 \pm 18.52 (rozpětí 15-99) $p < 0.0001$	28.41 \pm 18.14 (rozpětí 9-99) $p = 0.0194$
Minimum	18.69 \pm 12.18 (rozpětí 0-61)	11	26.73 \pm 12.19 (rozpětí 6-64) $p < 0.0001$	8.10 \pm 13.74 (rozpětí 3-18) $p < 0.0001$

Tabulka 8 představuje průměrnou, maximální, minimální, iniciální a finální hodnotu $P_{ET}CO_2$ obou skupin pacientů.

Tabulka 9 analyzuje data s ohledem na vzestup $P_{ET}CO_2$ v po sobě jdoucích dvouminutových intervalech a překročení (resp. nepřekročení) předem stanovené prahové hodnoty. Dále je uvedeno procento výskytu „True Positive Response“ u pacientů s ROSC a „False Positive Response“ u pacientů bez ROSC je uvedeno pro jednotlivé prahové hodnoty.

Náhlý vzestup PETCO ₂ jako časný ukazatel obnovení spontánní cirkulace (ROSC)						
		mmHg	mmHg	mmHg	mmHg	mmHg
		>=2	>=5	>=10	>=15	>=20
59 pacientů	True positive	56	53	47	29	22
s obnovením oběhu (ROSC)	False negative	3	6	12	30	37
následovaném stabilní SC	Senzitivity (TPR)	0.95	0.9	0.8	0.49	0.37
49 pacientů	False positive	42	28	20	9	4
u kterých nedošlo	True negative	7	21	29	40	45
k obnovení spontánní cirkulace	1-Specificity (FPR)	0.86	0.57	0.41	0.18	0.08

Tabulka 9

3.2.4. Diskuze

Jakákoli informace týkající se účinnosti (resp. zhoršení účinnosti) ALS již v jejím průběhu je velmi žádoucí a může ovlivnit konečný výsledek zejména s ohledem na skutečnost, že časté přerušování zevní masáže srdeční za účelem kontroly pulzu nebo analýzy EKG negativně ovlivňuje její účinnost. (Vik, 2005)

Parciální tlak oxidu uhličitého na konci výdechu $P_{ET}CO_2$ reflektuje tkáňový metabolismus, perfúzi tkání a plic a alveolární ventilaci. Za podmínek konstantní plicní ventilace (ventilace automatickým přístrojem s nastavitelnými parametry) $P_{ET}CO_2$ reflektuje účinnost cirkulace zajištěné srdeční masáží a intenzitu aerobního metabolismu tkání. Kalenda již v roce 1978 popsal, že po obnovení spontánní cirkulace (ROSC) dojde k vzestupu $P_{ET}CO_2$ (Kalenda, 1978). Toto bylo potvrzeno jak experimentálními tak klinickými studiemi (Gudipati, 1988; Lepili, 1987; Garnett, 1987; Falk, 1988). Dvě experimentální a jedna klinická studie demonstrovaly lineární závislost mezi srdečním výdejem a hladinou $P_{ET}CO_2$ (Lewis, 1992; Iris, 1994; Shibutani, 1994). Později bylo ověřeno, že spontánní cirkulace je efektivnější než hrudní komprese při zevní masáží srdeční v dosažení velikosti srdečního výdeje (Sigurdsson, 2003). Jiné studie, týkající se

resuscitace v přednemocniční péči (OOH out-of-hospital) a v nemocnici potvrdily, že hladina $P_{ET}CO_2$ je vyšší po ROSC než před ROSC (Grmec, 2001; Grmec, 2003; Garnett, 1987).

Tato studie představuje monitoraci $P_{ET}CO_2$ u pacientů s rozšířenou neodkladou resuscitací (ALS) při zástavě oběhu v přednemocniční péči, kteří byli intubováni a jejichž umělá plicní ventilace byla udržována konstantní automatickým dýchacím přístrojem. Udržování konstantních ventilačních parametrů je velmi důležité, protože je nutné předpokládat, že změny alveolární ventilace (např. při použití ručního samorzpínacího dýchacího vaku) budou ovlivňovat (interferovat) hodnoty $P_{ET}CO_2$ jakožto ukazatele srdečního výdeje. Na rozdíl od předchozích prací zaměřených na sledování hladin $P_{ET}CO_2$ v průběhu ALS se tato studie soustředila na změny hladin v okamžiku ROSC s cílem zjistit, zda může být náhlý vzestup $P_{ET}CO_2$ použit jako časný indikátor obnovení spontánního oběhu (Grmec, 2001, Grmec 2003).

Kalenda již v roce 1978 zjistil, že ROSC je doprovázeno náhlým strmým vzestupem hodnot $P_{ET}CO_2$ (Kalenda, 1978). Za podmínek konstantní plicní ventilace dochází k pozitivnímu vzájemnému vztahu mezi velikostí srdečního výdeje a hodnotami $P_{ET}CO_2$, což bylo demonstrováno jak v experimentálních, tak klinických studiích (Lewis, 1992; Iris, 1994; Shibutani, 1994). Doporučení ILCOR z roku 2005 zmiňují, že kapnometrie může být využita jako časný indikátor obnovení spontánního oběhu (ILCOR Recommendations, 2005).

Pokud se týče využití kapnometrie během resuscitace v každodenní praxi, lze navrhnout „pravidlo hodnoty 10 mmHg“ během ALS s ohledem na to, že Wayne et al. potvrdili, že hladiny $P_{ET}CO_2$ nižší než 10 mmHg jsou spřáhány s velmi nízkou šancí na úspěšný výsledek resuscitace (Callahan 1990; Asplin 1995; Wayne, 1995; Cantineau, 1996; Levine, 1997; Ahrens, 2001). Grmec et al. prokázali, že hodnoty $P_{ET}CO_2$

jsou během spontánní cirkulace po ROSC v mnoha případech o 10 mmHg vyšší než před ROSC, tedy v periodě hrudních kompresí (Garnett, 1987; Grmec, 2001, Grmec, 2003). Naše výsledky podporují oba předhozí závěry a doplňují je o zjištění, že strmý vzestup $P_{ET}CO_2$ o více než 10 mmHg (1.33 kPa), který vznikne náhle, velmi pravděpodobně indikuje okamžik ROSC. Přestřelení hodnot $P_{ET}CO_2$ po ROSC, které je patrné na křivce souhrnných dat (Obr. 21) je pravděpodobně způsobeno nedostatečnou cirkulací a tkáňovou perfúzí v období hrudních kompresí v porovnání s obdobím spontánní cirkulace po úspěšném ROSC, kdy dojde k vyplavení nahromaděného CO_2 ze tkání.

Absolutní hodnoty $P_{ET}CO_2$ musí být velmi rozvážně interpretovány. V této studii šest z 59 pacientů první skupiny (s úspěšnou resuscitací s nekomplikovaným ROSC), mělo při zahájení resuscitace velmi nízké hodnoty (<9.37 mmHg, resp. <1.25.kPa) $P_{ET}CO_2$, jak bylo uvedeno v některých předchozích studiích (Cantineau,1996; Ahrens, 2001). Na druhé straně čtyři ze 49 pacientů druhé skupiny (s neúspěšnou resuscitací), měli při zahájení resuscitace vysoké (supernormální) (>41.25 mmHg, resp. > 5.5 kPa) hodnoty $P_{ET}CO_2$ a jeden z nich měl extrémně vysoké hodnoty po dobu 16-ti minut resuscitace, ale k ROSC u něj nedošlo. Jak je diskutováno níže, u tohoto případu se pravděpodobně jednalo o chybu měření.

Absolutní hodnoty $P_{ET}CO_2$ nezávisí pouze na velikosti srdečního výdeje, ale také na plicní ventilaci a ostatních vlivech jako je úroveň zachování buněčného metabolismu, doba asfyxie předcházející zástavě oběhu a zahájení resuscitace, na poklesu teploty těla, případně na periferní vazokonstrikci, která ovlivňuje uvolňování CO_2 z periferních tkání (Lewis, 1992; Idris 1994, Shibutani 1994). Relativně široké rozmezí ventilačních parametrů 7 – 10 ml/kg v této studii bylo způsobeno tím, že ventilační parametry byly nastaveny dle odhadu hmotnosti pacienta při zahájení ALS

na místě příhody, ale skutečná váha pacienta byla upřesněna až později na jednotkách intenzivní péče nebo na patologii.

V případech neúspěšných resuscitací, kdy během resuscitace nedošlo k žádným pozorovatelným známkám obnovení oběhu, křivka hladin hodnot $P_{ET}CO_2$ byla v průběhu celé resuscitace plochá (Obr. 22). To potvrzuje názor, že soustavně nízké hladiny $P_{ET}CO_2$ mohou předikovat neúspěšnou ALS, jak bylo popsáno dříve (Callaham 1990; Asplin 1995; Wayne, 1995; Cantineau, 1996; Levine, 1997; Ahrens, 2001). U čtyřech ze 49 pacientů, kteří nedosáhli ROSC, byly naměřeny vysoké supranormální iniciální hodnoty $P_{ET}CO_2$.

Limitujícím faktorem prezentované studie je skutečnost, že soustředila pozornost pouze na dvě extrémní modelové situace: buď případy, kde došlo k nekomplikovanému ROSC následovaného stabilní spontánní cirkulací anebo případy, bez jakýchkoli známek obnovení spontánního oběhu během resuscitace. V důsledku toho bylo na základě jiného průběhu resuscitace vyřazeno 32 pacientů (11 z nich bylo předáno do nemocnice). Do studie také nebyly zahrnuty případy u kterých došlo k obnovení oběhu bezprostředně po první defibrilaci, protože tito pacienti nebyli v okamžiku ROSC inkubováni, a proto hodnoty $P_{ET}CO_2$ nebyly dostupné. Tento fakt ovlivnil konečný výsledek přežití v tabulce 7, protože pacienti, u kterých dojde k obnovení oběhu ihned po první defibrilaci, mají obvykle velmi dobrou kvalitu přežití.

3.2.5. Závěry

Studie prokázala, že pacienti s konstantní umělou plicní ventilací v průběhu resuscitace v přednemocniční péči mají signifikantně vyšší, přibližně o 10 mmHg (1.33 kPa), hodnoty $P_{ET}CO_2$ po ROSC než před ROSC. Studie potvrdila dříve publikovaný názor, že soustavně nízké hladiny $P_{ET}CO_2$ mohou předikovat neúspěšnou ALS. Dále ukázala, že vzestup

$P_{ET}CO_2$ o více než 10 mmHg (1.33 kPa), který vznikne náhle, velmi pravděpodobně indikuje okamžik ROSC.

Pro každodenní praxi z toho plyne, že pravidlo 10 mmHg pro hladiny $P_{ET}CO_2$ během resuscitace může být rozšířeno takto: U pacientů, kteří mají kontinuálně monitorován $P_{ET}CO_2$ můžeme náhlý vzestup hodnot $P_{ET}CO_2$ o více než 10 mmHg považovat za velmi pravděpodobný indikátor obnovení oběhu a tento vzestup tedy může indikovat vhodný okamžik pro kontrolu pulzu, který je nyní kontrolován dle platných doporučení ve dvouminutových intervalech

Výsledky této práce byly publikovány v časopise Journal of Emergency Medicine. Článek v původní otištěné verzi je přiložen v příloze dizertační práce.

4. LITERATURA

Abella BS, Alvarado JP, Myklebust H, et al.: Quality of cardiopulmonary resuscitation during in-hospital cardiac arrest. *JAMA*, 2005; 293:305-10.

Adabag AS, Therneau TM, Gersh BJ, Weston SA, Roger VL. Sudden death after myocardial infarction *JAMA* 300(17), 2008; Nov 5:2022-9.

Ahrens T, Schallom L, Bettorf K, et al. End-tidal carbon dioxide measurements as a prognostic indicator of outcome in cardiac arrest. *Am J Crit Care* 2001;10:391-8.

Aitken R.S. & Clark-Kennedy, A.E. On the fluctuation in the composition of the alveolar air during the respiratory cycle in muscular capacity. *J. Physiol.* 1928; 65:389-411

Asplin BR, White RD. Prognostic value of end-tidal carbon dioxide pressures during out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1995;25:756-61.

Aufderheide TP, Sigurdsson G, Pirralo RG, et al. Hyperventilation-induced hypotension during cardiopulmonary resuscitation. *Circulation*, 2004;09:1960-5.

Balaban RS. Regulation of oxidative phosphorylation in mammalian cell. *Am. J. Physiol* 1990;258:C377

Bahr J, Klingler H, Panzer W, Rode H, Kettler D. Skills of lay people in checking the carotid pulse. *Resuscitation* 1997;35:23–6.

Berg RA, Henry C, Otto CW, et al. Initial end-tidal CO₂ is markedly elevated during cardiopulmonary resuscitation after asphyxial cardiac arrest, *Pediatr Emerg Care* 1996;12:245-8.

Bhavani-Shankar K, Kumar AY, Moseley HSL, Ahyee-Hallsworth R. Terminology and the current limitations of time capnography: a brief review. *J Clin Monit.* 1995;11:175-182.

Bhende, M.S., Thompson, A.E, Cook D.R. & Saville, A.L. Validity of disposable end-tidal CO₂ detector in verifying endotracheal tube placement in infants and children. *Ann. Emerg. Med.*, 1992;21: 142-145.

Bhende MS, Karasic DG, Karasic RB. End-tidal carbon dioxide changes during cardiopulmonary resuscitation after experimental asphyxial cardiac arrest. *Am J Emerg*

Med 1996;14:349-50.

Bobrow BJ, Zuercher M, Ewy GA, et al. Gasping during cardiac arrest in humans is frequent and associated with improved survival. *Circulation* 2008;118:2550–4.

Bongaerts D, Wojciechowski M., Suys B., Luijckx M., Van Marck E., Jorens PG. Plastic bronchitis in a 5-year-old causing asystole and fatal outcome. *The Journal of asthma: official journal of the Association for the Care of Asthma*. 2009; Aug. 46(6):446 586-90.

Böttiger BW, Grabner C, Bauer H, et al. Long-term outcome after out-of-hospital cardiac arrest with physician staffed emergency medical services: the Utstein style applied to a mid-sized urban/suburban area. *Heart* 1999;82:674-9.

Böttiger BW., Arntz HR., Chamberlain DA. et al. Thrombolysis during Resuscitation for Out-of-Hospital cardiac Arrest, *The new England Journal of Medicine*, N ENGL MED 359; 25, www.nejm.org, December 2008; 18:2651-2662.

Burrows FA. Con: pH-stat management of blood gases is preferable to alpha-stat in patients undergoing brain cooling for cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1995;9:219-221.

Callahan M, Barton C. Prediction of outcome of cardiopulmonary resuscitation from end-tidal carbon dioxide concentration. *Crit Care Med* 1990;18:358-62.

Cantineau JP, Lambert Y, Merckx P, et al. End-tidal carbon dioxide during cardiopulmonary resuscitation in humans presenting mostly with asystole: A predictor of outcome. *Crit Care Med* 1996;24:791-6.

Clark JJ, Larsen MP, Culley LL, Graves JR, Eisenberg MS. Incidence of agonal respirations in sudden cardiac arrest. *Ann Emerg Med* 1992;21:1464–7

Collier DJ, Nickol AH, Milledge JS, et al. Alveolar PCO₂ oscillations and ventilation at sea level and at high altitude. *J Appl Physiol*. 2008;104:404-415.

Cummins RO, Chamberlain DA, Abramson NS et al. Recommended Guidelines for Uniform Reporting of Data From Out-of-Hospital Cardiac arrest: the Utstein Style. *Circulation* 1991;84:960-975.

Capnography A reference Handbook, Novamatrix medical System Inc. 1996;

Digby Leigh M., Jenkins LC, Benton, MK and Lewis JB. Continuous alveolar carbon dioxide analysis as a monitor of pulmonary blood flow. *Anesthesiology*. 1957;18:878.

Eisenberg MS, Hallstrom A, Bergner L. Long-term survival after out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 1982;306:340-3.

Eisenberg MS, Bergner L, Hallstrom A. Survivors out-of-hospital cardiac arrest:morbidity and long term survival. *Am J Emerg Med* 1984;2:189-92.

Eisenberg MS, Cummis RO, Larsen MP. Numerators, denominators, and survival rates: reporting data from out-of-hospital cardiac arrest. *Am J Emerg Med* 1991; 9:544-46.

Entholzner E, Felber A, Mielke L, et al. Assessment of end-tidal CO₂ measurement in reanimation. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1992;27:473-6.

Esbaugh AJ, Tufts BL. The structure and function of carbonic anhydrase isozymes in the respiratory system of vertebrates. *Respir Physiol Neurobiol.* 2006;154:185-198.

ERC. European Resuscitation Council. Guidelines 2000 for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Resuscitation* 2000;46:1-447.

ERC. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2005, Consensus on Science and Treatment Recommendations. *Resuscitation* 2005;67:S1-S189, 220-221.

ERC. European Resuscitation Council. Guidelines for Resuscitation 2010. Section 4. Adult basic life support. 2010; 67S1:S39-S86

Falk JJ, Rackow EC, Weil MH. End-tidal carbon dioxide concentration during cardiopulmonary resuscitation. *N Engl J Med.* 1988;318:607-11.

Falk, J.L. & Satyre, M.R. Confirmation of airway placement. *Prehosp. Emerg. Care,* 1999;3:273-278.

Ferguson JKW, Roughton FJW. The direct chemical estimation of carbamino compounds of CO₂ with haemoglobin. *J Physiol.* 1934;83:68-86.

Fleiss JL. *Statistical methods for rates and proportions* (2nd ed.). New York: John Wiley; 1981.

Fletcher, R & Jonson, B. Deadspace and the single breath test for carbon dioxide during anesthesia and artificial ventilation. *Br. J. Anesth.,* 1984;56: 109-119.

Frascone, R.J., Bitz, D., Lurie, K.: Combination of active compression decompression cardiopulmonary resuscitation and the inspiratory impedance threshold device: state of the art. *Curr Opin Crit Care* 2004;10: 193-201.

Ganong WF. *Přehled lékařské fyziologie.* Nakladatelství Galén, 20. vydání, 2005; ISBN: 80-72 -311-7

Ganter M, Zollinger A. Continuous intravascular blood gas monitoring: development, current techniques, and clinical use of a commercial device. *Br J Anesth.* 2003;91:397-407.

Garnett AR, Ornato JP, Gonzalez ER, Johnson EB. End-tidal carbon dioxide monitoring during cardiopulmonary resuscitation. *JAMA.* 1987;257:512-5.

Geers C, Gros G. Carbon dioxide transport and carbonic anhydrase in blood and muscle. *Physiol Rev.* 2000;80:681-715.

Goldstein S, Landis JR, Leifhton R, et al. Characteristic of the resuscitated out-of-hospital cardiac arrest victim with coronary heart disease. *Circulation* 1981;64:977-84.

Gravenstein JS, Jaffe MB, Paulus DA. *Capnography: Clinical Aspects.* Cambridge: Cambridge University Press; 2004.

Grmec S, Klemen P. Does the end-tidal carbon dioxide (EtCO₂) concentration have prognostic value during out-of-hospital cardiac arrest? *Eur J Emerg Med* 2001;8:263-9.

Grmec S, Kupnik D. Does the Mainz Emergency Evaluation Scoring (MEES) in combination with capnometry (MEESc) help in the prognosis of outcome from cardiopulmonary resuscitation in a prehospital setting? *Resuscitation* 2003;58:89-96.

Grmec S, Lah K, Tusek-Bunc K. Difference in end-tidal CO₂ between asphyxia cardiac arrest and ventricular fibrillation / pulseless ventricular tachycardia arrest in the prehospital setting. *Crit Care* 2003;7:R139-44.

Gudipati CV, Weil MH, Bisera J, Deshmukh HG, Rackow EC. Expired carbon dioxide: a noninvasive monitor of cardiopulmonary resuscitation. *Circulation* 1988;77:234-9.

Hallström A, Cobb L, Johnson E, Copass M. Cardiopulmonary resuscitation by chest compression alone or with mouth-to-mouth ventilation. *N Engl J Med,* 2000;342:1546-53.

Hamburger HJ. Anionenwanderungen in serum und Blut unter dem Einfluss von CO₂. Säure und Alkali. *Biochem Z.* 1918;86:309.

Hasselbalch KA. Die Berechnung der Wasserstoffzahl de Blutes usw. *Biochem Z.* 1916;78:112-144.

Henderson LJ. Das Gleichgewicht zwischen Basen und Säuren im tierischen Organismus. *Ergebn Physiol.* 1909;8:254.

Hutchinson J. On the capacity of the lungs, and on the respiratory functions, with a view of establishing a precise and easy method of detecting disease by the spirometer. *Medico-Chirurg. Trans (Lond.)*, 1846;29:137-161.

Chegwidden WR, Carter ND, Edwards YH, eds. *The Carbonic Anhydrases*. New Horizons. Basel: Birkhäuser Verlag; 2000.

Chopin C., Philippe Fesard P. Use of capnography in diagnosis of pulmonary embolism during acute respiratory failure of chronic obstructive pulmonary disease. *Critical Care Medicine* 1990;Vol 18, No 4, 353-357.

Christiansen J, Douglas CG, Haldane JS. The adsorption and dissociation of carbon dioxide by human blood. *J Physiol*. 1914;48:244-271.

Idris AH, Staples ED, O'Brien DJ, et al. End-tidal carbon dioxide during extremely low cardiac output. *Ann Emerg Med* 1994;23:568-72.

ILCOR. The 2005 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations (CoSTR). *Resuscitation* 2005;67:213-247.

Imberti, R., Bellinzona, G., Riccardi, F., Pagani, M., Langer, M.: Cerebral perfusion pressure and cerebral tissue oxygen tension in a patient during cardiopulmonary resuscitation. *Intensive Care Med*, 2003, roč. 29, s. 1016-9.

Inamasu J, Miyatake S, Tomioka H, Nakatsukasa M, Imai A, Kase K, Kobayashi K. Headache, cardiac arrest, and intracranial hemorrhage. *The journal of headache and pain*. 2009 Oct;10(5):357-60.

Ivanov SD, Nunn JF. Influence of the duration of hyperventilation on rise time of PCO₂ after Stepp reduction of ventilation. *Respir Physiol*. 1968;5:243-249.

Jacobs I, Nadkarni V, et al; ILCOR Task Force on Cardiac arrest and Cardiopulmonary Resuscitations Outcome. Cardiac Arrest and Cardiopulmonary Resuscitation Outcome Reports. *Circulation* 2004;110:3385-3397.

Jay DG. Role of band 3 in homeostasis and cell shape. *Cell*. 1996;86:853-854.

Jemmett ME, Kendall KM, Fourre MW, Burton JH. Unrecognized misplaced endotracheal tubes in a mixed urban to rural setting. *Acad. Emerg. Med*. 2003;10:961-965.

Jones JH, Murphy MP, Dickson RL, Somerville GG. Emergency physician verified prehospital intubation, missed rates by ground paramedics. *Acad. Emerg. Med*. 2003;10:448-49.

Kalenda Z. The capnogram as a guide to the efficacy of cardiac massage. *Resuscitation* 1978;6:259-63.

Kalenda Z. *Mastering Infra-red Capnography*, Kerckebosch – Zeist – The Netherlands, 1989.

Katz SH, Falk JL. Misplaced endotracheal tubes by paramedics in an urban emergency medical services system. *Ann. Emerg. Med.* 2001;37:32-37.

Kern FH, Greeley WJ. Pro: pH-stat management of blood gases is not preferable to alpha-stat in patients undergoing brain cooling for cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1995;9:215-218.

Kern, K.B., Hilwig, R.W., Berg, R.A., Sanders, A.B., Ewy, G.A.: Importance of continuous chest compressions during cardiopulmonary resuscitation: improved outcome during a simulated single lay-rescuer scenario. *Circulation*, 2002;105:645-9.

Kouwenhoven W.B., Jude J.R., Knickerbocker G.,G. *Mod Concepts Cardiovasc Dis.* 1961 Feb;30:639-43.

Kline JA., MD, Arunachlam M. Preliminary Study of the Capnogram Waveform Area to Screen for Pulmonary Embolism. September 1998 *Annals of Emergency Medicine*, 289-29.

Kuisma M, Alaspää A. Out of hospital cardiac arrest of non-cardiac origin. *Epidemiology and outcome.* *Eur Heart J* 1997;18:1122-8.

Lepilin MG, Vasilyev AV, Bildinov OA, Rostovtseva NA. End-tidal carbon dioxide as a noninvasive monitor of circulatory status during cardiopulmonary resuscitation: a preliminary clinical study. *Crit Care Med* 1987;15:958-9.

Levine RL, Wayne MA, Miller CC. End-tidal carbon dioxide and outcome of out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 1997;337:301-6.

Lewis LM, Stothert J, Standeven J et al. Correlation of End-Tidal CO₂ to Cerebral Perfusion During CPR. *Ann Emerg Med* 1992;21:1131-1134.

Luft K. Über eine neue Methode der registrierenden Gasanalyse mit Hilfe der Absorption ultraroter Strahlen ohne spektrale Zerlegung. *Ztschr.f.Techn.Phys.* 1943;24:97-104.

Lumb AB. *Nunn's applied respiratory physiology.* 7th edition, London: Elsevier, 2010.

Nattie EE. The alpha-stat hypothesis in respiratory control and acid-base balance. *J Appl Physiol.* 1990;69:1201-1207.

Newman, D.H., Callaway, C.W., Greenwald, I.B., Freed, J.: Cerebral oximetry in out-of-hospital cardiac arrest: standard CPR rarely provides detectable hemoglobin-oxygen saturation to the frontal cortex. *Resuscitation*, 2004, roč. 63, s. 189-94.

Nunn JF, Hill DW. Respiratory dead space and arterial to end tidal CO₂ tension difference in anesthetized man. *J Appl Physiol*. 1960;15:383-389.

Nyman J, Sihvonen M. Cardiopulmonary resuscitation skills in nurses and nursing students. *Resuscitation* 2000;47:179-84.

Olasveengen 447 TM., Eftestol t., Gundersen K., Wik L., Sunde k. Acute ischemic heart disease alters ventricular fibrillation waveform characteristic in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*. 2009 Apr. 80(4): 412-7.

Ong ME, Osmond MH, Gerien R, Nesbitt L, Tran ML, Stiell I, OPALS study group. Comparing pre-hospital clinical diagnosis of pediatric out-of-hospital cardiac arrest with etiology by coroner's diagnosis. *Resuscitation* 2007; Jan 72(1):26-34.

Pell JP, Sirel JM, Marsden AK, Ford I, Walker NL, Cobbe SM. Presentation, management, and outcome of out of hospital cardiopulmonary arrest: comparison by underlying aetiology *Heart* 2003; 89:839-842

Perrotta S, Gallagher PG Mohandas N. Hereditary spherocytosis. *Lancet*. 2008;372:1411-1426.

Pierce LC., Courtney DM. Clinical characteristic of aortic anerysm and dissection as a cause of sudden death in outpatients. *Am J Emerg Med*. 2008; Nov. 26(9):1042-6.

Reeves RB. An imidazole alpha-stat hypothesis for vertebrate acid-base regulation: tissue carbon dioxide content and body temperature in bullfrogs. *Respir Physiol*. 1972;14:219-236.

Rockswold G, Sharma B, Ruiz E, et al. Follo-up of 514 consecutive patiants with cardiopulmonary arrest outside the hospital. *J. Am Coll Emerg Physicians* 1979;8:216-20.

Rockswold G, Sharma B, Ruiz E, et al. Follo-up of 514 consecutive patiants with cardiopulmonary arrest outside the hospital. *J. Am Coll Emerg Physicians* 1979;8:216-20.

Sanders AB. Capnometry in emergency medicine. *Ann Emerg Med*. 1989;18:1287-1290.

Sanders, A.B., Ewy, G.A.: Cardiopulmonary resuscitation in the real world: when will the guidelines get the message? *JAMA* 2005; 293:363-5.

Severinghaus JW, Bradley AF. Electrodes for blood P_{O_2} a P_{CO_2} determination. *J Appl Physiol.* 1958;13:515-520.

Severinghaus JW. A combined transcutaneous P_{O_2} – P_{CO_2} electrode with electrochemical HCO_3^- stabilization. *J Appl Physiol.* 1981;51:1027-1032.

Shibutani K, Muraoka M, Shirasaki S, Kubal K, Sanchala VT, Gupte P. Do changes in end-tidal P_{CO_2} quantitatively reflect changes in cardiac output? *Anesth Analg* 1994;79(5):829-33.

Sigurdsson, G., Yannopoulos, D., McKnite, S.H., Lurie, K.G.: Cardiorespiratory interactions and blood flow generation during cardiac arrest and other states of low blood flow. *Curr Opin Crit Care*, 2003;9:183-8.

Silvestri S, Ralls G, Carter E, Senn A, Rothrock S, Giordano P, Falk J. Improvement in misplaced endotracheal tube recognition a regional emergency medical services system. *Acad. Emerg. Med.* 2003;10:445 [abstrakt].

Skogvoll E, Sangolt GK, Isern E, Gisvold SE. Out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: a population-based Norwegian study of incidence and survival. *Eur J Emerg Med* 1999;6:323–30.

Smalhout, B. Capnography – Its importance in diagnosis, operation and after treatment of neurosurgical patients. The interpretation of the capnogram in dysregulation of respiration and blood circulation, and its role in monitoring neuro-anesthesia. Oosthock's Publishing Co., Utrecht, The Netherlands (1967) Ph.D. thesis, University Utrecht.

Smalhout B, & Kalenda Z. An Atlas of Capnography Kerckebosh Publication, Zeist, The Netherlands 1975.

Smalhout B. A Quick Guide to Capnography and its use in Differential Diagnosis. Hewlett Packard, Böblingen Germany. 1981

Spöhr F, Arntz HR., Bluhmki E. et al. International multicentre trial protocol to assess the efficacy and safety of tenecteplase during cardiopulmonary resuscitation in patients with out-of-hospital cardiac arrest: The thrombolysis in Cardiac Arrest (TROICA) Study. *European Journal of Clinical Investigation*, 2005, 35, 315-323.

Steger HV., Rimbach K., Muller E., Breitkreutz R. Focused emergency echocardiography: lifesaving tool for a 14-year-old girl suffering out-of-hospital pulseless electrical activity arrest because of cardiac tamponade. *Eur J Emerg Med.* 2009 Apr.; 16 (2):103-5.

Stock MC, Downs JB, McDonald JS, Silver MJ, McSweeney TD, Fairley DS. The carbon dioxide rate of rise in awake apneic humans. *J Clin Anesth.* 1988;1:96-99.

Sunde K, Wik L, Steen PA. Quality of mechanical, manual standard and active compression–decompression CPR on the arrest site and during transport in a manikin model. *Resuscitation* 1997;34:235-242.

Suzuki H, Sakurai M, Fujimoto M, Tsuchiya T, Sakaida h, TakiW. Complete recovery from aneurismal subarachnoid hemorrhage associated with out-of-hospital cardiopulmonary arrest. *Eur J Emerg Med.* 2010; Feb,17 (1):42-4.

Swain JA, McDonald TJ, Robbins RC, Balaban RS. Relationship of cerebral and myocardial intracellular pH to blood pH during hypothermia. *Am J Physiol.* 1991;260:H1640-H1644.

Tanner MJA. Band 3 anion exchanger and its involvement in erythrocyte and kidney disorders. *Curr Opin Hematol.* 2002;9:133-139.

Tavernier B, Rey D, Thevenin D, Triboulet J-P, Scherpereel P. Can prolonged expiration manoeuvres improve the prediction of arterial PCO₂ from end-tidal PCO₂. *Br J Anaesth.* 1997;78:536-540.

Tibballs J, Russell P. Reliability of pulse palpation by healthcare personnel to diagnose paediatric cardiac arrest. *Resuscitation* 2009;80:61–4

Truhlar A., Cerny V., Solar M., Parizkova R., Hrubá I, Zabka L. Out-of-hospital cardiac arrest from air embolism during sexual intercourse: case report and review of the literature. *Resuscitation.* 2007 Jun.; 73(3):475-84.

Wahba RWM, Tessler MJ. Misleading end-tidal CO₂ tensions. *Can J Anaesth.* 1996;43:862-866.

Wayne MA, Slovis CM, Pirralo RG. Management of difficult airways in the field. *Prehosp. Emerg. Care* 1999;3: 290-296.

Wayne MA, Levine RL, Miller CC. Use of End-Tidal Carbon-Dioxide to Predict Outcome in Prehospital Cardiac-Arrest. *Ann Emerg Med* 1995;25:762-7.

Wik L, Kramer-Johansen J, Myklebust H, et al.: Quality of cardiopulmonary resuscitation during out-of-hospital cardiac arrest. *JAMA* 2005, roč. 293, s. 299-304.

Williamson RC, Toyé AM, Glycophorin A. Band 3 aid. *Blood Cells Mol Diseases.* 2008;41:35-43.

Yaron M, Padyk P, Hutsinpilller M, Cairns CB. Utility of the expiratory capnogram in the assessment of bronchospasm. *Ann Emerg Med.* 1996;28:403-407.

Yu T, Weil M.H, Tang W, et al.: Adverse outcomes of interrupted precordial compression during automated defibrillation. *Circulation*. 2002;106:368-72.

Zhang D, Kiyatkin A, Bolin JT, Low PS. Crystallographic structure and functional interpretation of the cytoplasmic domain of erythrocyte membrane band 3. *Blood*. 2000;96:2925-2933.

5. SEZNAM PUBLIKACÍ

5.1. Publikace, které jsou podkladem dizertační práce

5.1.1. Publikace s impakt faktorem (IF)

Pokorná M, Nečas E, Skřipický R, Kratochvíl J, Andrlík M, Franěk O. How accurately can the etiology of cardiac arrest be established in an out-of-hospital setting? Analysis by “Concordance in Diagnosis Crosscheck Tables”. Resuscitation, 2011; article in press. (IF 2,7)

Pokorná M, Nečas E, Kratochvíl J, Skřipický R, Andrlík M, Franěk O. A sudden increase in partial pressure end-tidal carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$) at the moment of return of spontaneous circulation. The Journal of Emergency Medicine, 2010; Vol.38, No.5:614-621. (IF 1,26)

5.1.2. Publikace bez impakt faktoru

Pokorná M, Andrlík M, Nečas E. End-tidal CO_2 monitoring in condition of constant ventilation: A useful guide during advanced cardiac life support. Prague Medical Report, 2006; Vol.107, No.3:317-326.

5.2. Publikace bez vztahu k tématu dizertační práce

5.2.1. Publikace s impakt faktorem (IF)

Franěk O, Pokorná M, Soukupová P. Pre-hospital cardiac arrest in Prague, Czech Republic—The Utstein-style report. Resuscitation, 2010; 81:831-835. (IF 2,7)

5.2.2. Publikace bez impakt faktorů

Málek J, Pokorná M. „Kontroverzní úloha ventilace během kardiopulmonální resuscitace“, Anesteziologie a intenzivní medicína, 2006; Ročník 16, No1:45-48

Pokorná M, Andrlík M, Kratochvíl J., Skřípský R., „Ventilace během KPR: přístrojová, asynchronní.Vliv různých technik náhrady oběhu na minutovou ventilaci“, Urg. Med., 2006; Ročník 9, No1: 22-24

5.3. Abstrakta a přednášky

5.3.1. Abstrakta a přednášky vztahující se k tématu dizertace

Knor J, Pokorná M. **The importance of measurement of end – tidal CO₂ in pre-hospital care.** WADEM (World Association for Disaster and Emergency Medicine), Japonsko Osaka 5/1999

Pokorná M, Knor J. **P_{ET}CO₂ v průběhu KPR.** VI. Dostálový dny, Ostrava 10/1999

Pokorná M, Kratochvíl J. Skřípský R. **Intoxikace Diacordinem - KPR.** VII. Dostálový dny, Ostrava 10/2000

Pokorná M. **Perspektiva sledování P_{ET}CO₂ v přednemocniční péči.** Celostátní konference Urgentní medicíny a medicíny katastrof, Hradec Králové, 4/2001

Pokorná M, Kratochvíl J. Skřípský R. **Diacordin Intoxication - CPR.** The First Mediterranean Emergency Medicine Congress, Itálie, Stresa, 9/2001

Pokorná M. **P_{ET}CO₂ jako ukazatel účinnosti KPR.** PGS Seminář (Ústav patologické fyziologie I. LFUK) 1/2003

Pokorná M. et al. **Use of Capnography in Out-of-hospital cardiac and respiratory arrest in Prague EMS.** The 2nd Mediterranean Emergency Medicine Congress, Španělsko, Sitges/Barcelona, 9/2003

Pokorná M. **Náhlá zástava oběhu v PNP. Jak hodnotit kvalitu našeho resuscitačního úsilí.** X. Dostálový dny urgentní medicíny, Hradec nad Moravicí, 10/2003

Pokorná M, Kratochvíl J, Skřipský R, Schwarz Z, Valášek J, Franěk O. **Studie CAPR-První informace**. XII. Dostálovny dny urgentní medicíny, Hradec nad Moravicí, 10/2005

Pokorná M, Kratochvíl J, Skřipský R, Schwarz Z, Valášek J, Franěk O. **Studie CAPR - Caphography and Prehospital Resuscitation Research**. Konference akutní kardiologie, Karlovy Vary, 12/2005

Pokorná M, Kratochvíl J, Skřipský R, Schwarz Z, Valášek J, Franěk O. **Concordance rate of suspected (out-of-hospital) and confirmed (hospital) cause of cardiac arrest**. European Resuscitation Council Congress – Resuscitation 2006, Stavanger, Norsko, 5/2006

Pokorná M, Kratochvíl J, Skřipský R, Kučera K, Andrlík M. **S jakou přesností jsme schopni v PNP stanovit etiologii NZO a s jakou pravděpodobností bychom mohli správně indikovat podání trombololytika již během KPR?** XV. Dostálovny dny urgentní medicíny, Hradec nad Moravicí, 11/2006

Pokorná M, Kratochvíl J, Skřipský R, Kučera K, Andrlík M. **¿Cuál es la concordancia entre la visión del médico prehospitalario y del médico clínico ó el patólogo sobre el origen del paro cardíaco ?** Congreso Mundial, Medicina de Urgencia y Desatre. Puerto Vallarta, Mexiko, 12/2006

Pokorná M, Andrlík M, Kratochvíl J, Skřipský R. **Capnografía durante Paro Cardíaco**. Congreso Mundial, Medicina de Urgencia y Desatre. Puerto Vallarta, Mexiko, 12/2006

Pokorná M, Andrlík M, Kratochvíl J, Skřipský R. **Význam kapnometrie v průběhu rozšířené neodkladné resuscitace**. Kurz ČLK, Nemocnice Na Homolce, Praha, 1/2007

Pokorná M, Sukupová P, Franěk O. **Jak dlouho sledovat vývoj zdravotního stavu pacientů po KPR**. XV. Dostálovny dny urgentní medicíny, Hradec nad Moravicí, 10/2008

Šeblová J, Franěk O, Škulec R, Pokorná M, Truhlář A, Černý V. **Outcomes of the Prehospital management of Cardiac Arrest in the Czech Republic**. Mediterranean Emergency Medicine Congress – MEMC. Valenice, Španělsko 9/2009.

Pokorná M, Danda J, Kotyza D, Trnka P. **Periodical evaluation by Utstein-style reporting templates in EMS Prague**. Mediterranean Emergency Medicine Congress – MEMC. Valenice, Španělsko 9/2009.

Pokorná M, Skřípský R a kol. **Kapnometrie – cenný pomocník při kardiopulmonální resuscitaci.** Dny intenzivní medicíny Kroměříž. ČSARIM , Kroměříž, 6/2010

Pokorná M, Danda J, Skřípský R, Kotyza D, Trnka P. **Registr neodkladných resuscitací ZZSHMP- „Ústeinský protokol on-line“.** XVI. Dostálový dny urgentní medicíny, Ostrava 10/2009

5.3.2. Abstrakta a přednášky ostatní

Pokorná M. **Medicina de Urgencia en República Chéca.** X Jornadas Sobre Catástrofes“ organizadas por el Departamento SAMUR – Protection Civil y Celebradas en Madrid. Španělsko, Madrid 5/2001

Pokorná M, Staňa J. **CPR – Work Shop.** XII Congreso Sociedad Española de Medicina de urgencias y Emergencias, Španělsko, Santander, 6/2000

Pokorná M. **Out-of hospital Emergency Care in Czech Republic.** 7th Scientific Congress of the European Resuscitation Council“. Přednáška: v rámci projektu „European Emergency Data Project“, Budapešť, Maďarsko 9/ 2004

Pokorná M. **Interpolovaná abdominální komprese v průběhu ACLS.** XI. Dostálový dny urgentní medicíny, Hradec nad Moravicí, 10/2004

Pokorná M. **Rozšířená neodkladná resuscitace: První zkušenosti s interponovanou abdominální kompresí při zevní masáži srdeční.**, 3. Konference pracovní skupiny akutní kardiologie ČKS, Karlovy Vary, 12/2004

Pokorná M. **Novinky v neodkladné resuscitaci.** Celostátní odborný seminář, Jablonec nad Nisou, 01/2005

Pokorná M, Skřípský R, Kratochvíl J. **Out-of-hospital cardiac arrest: Complications due to ACLS.** International Interdisciplinary Conference on Emergencies, Book of Abstracts, page 78, P5022, Montreal, Kanada 5/2005

Pokorná M, Kratochvíl J. **Intraosseální aplikace během KPR .** XII. Dostálový dny urgentní medicíny, Hradec nad Moravicí, 10/2005

Pokorná M. **„Alternativní způsoby zajištění oběhu při rozšířené neodkladné resuscitaci - přehled“.** Jablonec nad Nisou 1/2006

Tatranská T, Pokorná M, Böhm K, Vosátka J. **První zkušenosti s „AutoPulse“ během resuscitace na ZZSHMP**. XIII. Dostálový dny urgentní medicíny, Hradec nad Moravicí, 11/2006

Pokorná M. **Alternativní možnosti vstupu do cévního řečiště a Alternativní způsoby podání farmak v PNP**. Kurz ČLK, Nemocnice Na Homolce, Praha, 11/2007

Pokorná M, Kratochvíl J. **Zkušenosti s intraosseální aplikací na záchranných službách v ČR**. Kurz ČLK, Nemocnice Na Homolce, Praha, 11/2007

Pokorná M, Soukupová P, Neumann P. **Jak pohlíží na neodkladnou resuscitaci v PNP nejbližší okolí pacienta**. Konference o PNP v ČR (EU) ke 150. výročí založení ZZS HMP – ÚSZS, Praha 10/2007

Pokorná M, Trnka P. **CMP z pohledu Zdravotnické záchranné služby**. XIV. Dostálový dny urgentní medicíny, Hradec nad Moravicí, 11/2007

Pokorná M, Sukupová P, Franěk O, Neumann P. **Qué actitud toman los familiares de los pacientes en paro cardíaco en caso de reanimación urgente**. III. Congreso Mundial, Medicina de Urgencia y Desatre. Cancun, Mexiko, 11/2008

Trnka P, Pokorná M, Kratochvíl J, Danda J, Kobr D, Franěk O, Valášek J, Zajíček P, Kubu P, Coakley P. **MPOC Interoperability for Emergency Medical Care**. IT networking Awards 2009, Brusel, Belgie, 10/2009

Pokorná M. **CPR: Historia y contemporanidad**. III. Congreso Mundial, Medicina de Urgencia y Desatre. Ciudad de México, Mexiko, 11/2010

Pokorná M. **Hipotermia & Reanimación**. III. Congreso Mundial, Medicina de Urgencia y Desatre. Ciudad de México, Mexiko, 11/2010

5.4. Granty a projekty

2004-2006 „Náhlá zástava oběhu v přednemocniční péči. Analýza příčin a porovnání účinnosti různých postupů doporučených k obnově cirkulace“. Grant IGA NR/7970-3 řešitel