

UNIVERZITA PARDUBICE  
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Ondřej Komár

Univerzita Pardubice  
Fakulta zdravotnických studií

Přehled publikací o terapeutické hypotermii

Ondřej Komár

Bakalářská práce

2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej Komár**  
Osobní číslo: **Z13157**  
Studijní program: **B5345 Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Zdravotnický záchranář**  
Název tématu: **Přehled publikací o terapeutické hypotermii**  
Zadávající katedra: **Katedra klinických oborů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

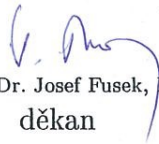
1. Studium literatury, sběr informací a popis současného stavu řešené problematiky.
2. Stanovení cílů a výzkumných otázek.
3. Stanovení vhodné metodiky.
4. Rešerže odborné literatury.
5. Zpracování teoretické práce.
6. Recenze odborné literatury.
7. Analýza a interpretace získaných dat.
8. Závěr, kritické zhodnocení.

Rozsah grafických prací: dle doporučení vedoucího  
Rozsah pracovní zprávy: 35 stran  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:


1. REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ. Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 240 s. ISBN 978-80-247-4530-5.
2. BYDŽOVSKÝ, Jan. Akutní stavy v kontextu. 1. vyd. Praha: Triton, 2008, 450 s. ISBN 978-80-7254-815-6.
3. DOBIÁŠ, Viliam. Klinická propedeutika v urgentnej medicíne. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 208 s. ISBN 978-80-247-4570-1.
4. ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR. Urgentní medicína v klinické praxi lékaře. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 400 s. ISBN 978-80-247-4434-6.
5. KLEMENTA, Bronislav, Olga KLEMENTOVÁ a Pavel MARCIÁN. Resuscitace. 2., rozš. vyd. Olomouc: EPAVA, 2014, 280 s. ISBN 978-80-86297-47-7.

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Jan Pospíchal  
Katedra klinických oborů

Datum zadání bakalářské práce: 21. června 2017  
Termín odevzdání bakalářské práce: 28. července 2017

  
prof. MUDr. Josef Fusek, DrSc.  
děkan

L.S.

  
Mgr. Jan Pospíchal  
vedoucí katedry

V Pardubicích dne 25. července 2017

## Prohlášení autora

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 27. 07. 2017

Ondřej Komár

## **PODĚKOVÁNÍ**

Mé poděkování patří Mgr. Janu Pospíchalovi za odborné vedení práce, cenné rady, i trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu tvorby této bakalářské práce věnoval. Děkuji také mým nejbližším za podporu po celou dobu mého studia.

## **ANOTACE**

Tato bakalářská práce je prací teoretickou. Zabývá se vlivem terapeutické hypotermie na neurologické výsledky pacientů po úspěšné kardiopulmonální resuscitaci. Teoretická část práce se věnuje popisu patofyziologie při náhlé srdeční zástavě, doporučeným postupům při kardiopulmonální resuscitaci, a také rozebírá samotné postupy při aplikaci terapeutické hypotermie. Další část se věnuje rešerši publikací, které pojednávají o terapeutické hypotermii v praxi.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

mírná terapeutická hypotermie, management tělesné teploty, zástava oběhu mimo nemocniční zařízení, neodkladná kardiopulmonální resuscitace, návrat spontánní srdeční činnosti, neurologický výstup

## **TITLE**

Review of publications about therapeutic hypothermia.

## **ANNOTATION**

This bachelor's thesis is a theoretical one. It is concerned with effects of therapeutic hypothermia on neurological results of patients after a successful cardiopulmonary resuscitation. The theoretical part of the thesis is dedicated to a description of pathophysiology during a sudden cardiac arrest, recommended procedures during cardiopulmonary resuscitation, and inspects actual procedures during applications of therapeutic hypothermia. The next part is concerned with a summary of publications that write about therapeutic hypothermia in practice.

## **KEYWORDS**

Mild therapeutic hypothermia, targeted temperature management, out of hospital cardiac arrest, cardiopulmonary resuscitation, return of spontaneous circulation, neurological outcome.

# OBSAH

0	Úvod.....	13
1	Náhlá zástava oběhu .....	15
1.1	Primární příčiny NZO .....	15
1.2	Sekundární příčiny NZO .....	15
1.3	Patofyziologie během NZO.....	16
1.4	Hodnocení míry poškození CNS.....	18
2	Kardiopulmoální resuscitace.....	19
2.1	Historie resuscitace .....	19
2.2	Řetězec přežití.....	22
2.2.1	Rozpoznání závažných příznaků a přivolání pomoci .....	22
2.2.2	Okamžité zahájení KPR.....	22
2.2.3	Časná defibrilace.....	23
2.2.4	Časná rozšířená neodkladná resuscitace a následná standardizovaná poresuscitační péče .....	23
2.3	Laická KPR .....	23
2.3.1	Základy laické KPR .....	24
2.3.2	Úkony při BLS .....	24
2.4	Rozšířená resuscitace .....	25
2.4.1	Zajištění dýchacích cest (A) .....	25
2.4.2	Zajištění dýchání (B) .....	26
2.4.3	Srdeční masáž a přístup do cévního řečiště (C) .....	26
2.4.4	Defibrilace .....	27
2.4.5	Léky během resuscitace .....	27
2.4.6	Reverzibilní příčiny NZO .....	28
2.4.7	Zahájení a ukončení resuscitace .....	28
3	Terapeutická hypotermie .....	29



3.1	Historie .....	29
3.2	Neuroprotektivní účinky hypotermie .....	30
3.3	Rozdělení hypotermie .....	30
3.4	Indikace .....	30
3.5	Kontraindikace .....	31
3.6	Komplikace v průběhu hypotermie .....	31
3.7	Měření tělesné teploty .....	31
3.7.1	Invazivní měření tělesné teploty .....	31
3.7.2	Neinvazivní měření tělesné teploty .....	32
3.8	Metody ochlazování .....	32
3.8.1	Neinvazivní povrchové metody ochlazování .....	32
3.8.2	Rychlá intravenózní aplikace studených krystaloidů .....	33
3.8.3	Výplach močového měchýře chladným roztokem .....	33
3.8.4	Endovaskulární katérové ochlazování (EKO) .....	33
3.8.5	Chlazení plicní ventilací .....	33
3.8.6	Selektivní ochlazování mozku .....	33
3.9	Fáze hypotermie .....	34
4	Metodika výzkumné části .....	35
5	Diskuze .....	57
6	Závěr .....	59
7	Literatura .....	60
8	Přílohy .....	64

## SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1 Řetězec přežití.....	22
Obrázek 2 Flow Chart Graf .....	38
Tabulka 1 Kritéria pro výzkumnou otázku .....	35
Tabulka 2 PICO Klíčová slova .....	36
Tabulka 3 PICO Keywords .....	36
Tabulka 4 Vyhledávací strategie v databázi PubMed.....	37
Tabulka 5 Seznam zahrnutých studií .....	38
Tabulka 6 Hodnocení studie Chandrasekaran 2015 .....	40
Tabulka 7 Hodnocení studie Maynard 2015 .....	42
Tabulka 8 Hodnocení studie Nielsen 2013 .....	44
Tabulka 9N Hodnocení studie Engl J Med 2002 .....	46
Tabulka 10 Hodnocení studie Castrejón 2009 .....	48
Tabulka 11 Hodnocení studie Li 2015.....	50
Tabulka 12 Hodnocení studie Škulec 2010 .....	52
Tabulka 13 Hodnocení studie Steffen 2010.....	54
Tabulka 14 Hodnocení studie Kowalik 2014 .....	56

## SEZNAM ZKRATEK A ZNAČEK

AED	Automatizovaný externí defibrilátor
ADP	Aortální diastolický tlak
AKS	Akutní koronární syndrom
ALS	Advanced life support (rozšířená neodkladná resuscitace)
BLS	Basic life support (základní neodkladná resuscitace)
CA	Cardiac arrest (srdeční zástava)
CNS	Centrální nervová soustava
CPC	Cerebral performance category (skóre pro neurologické hodnocení)
CPP	Koronární perfuzní tlak
DC	Dýchací cesty
EKG	Elektrokardiografie
EKO	Endovaskulární katérové ochlazování
ERC	European resuscitation council
GCS	Glasgow coma scale (neurologické hodnocení)
ILCOR	International Liaison Committee on Resuscitation
KPR	Kardio-pulmonální resuscitace
LMA	Laryngeální maska
LVEPD	Tlak v levé komoře na konci diastoly
MODS	Multiorgánový disfunkční syndrom
mRS	Modified Rankin Scale (Rankinovo skóre- neurologické vyšetření)
NZO	Náhlá zástava oběhu
OTI	Orotracheální intubace
PAOP	Tlak v zaklínění arteria pulmonalis

PCAS	Postcardiac-arrest syndrome (poresuscitační nemoc)
PMK	Permanentní močový katétr
ROSC	Návrat spontánní cirkulace
TANR	Telefonicky asistovaná neodkladná resuscitace
TT	Tělesná teplota
TTM	Targeted temperature management (řízení tělesné teploty)
UPV	Umělá plicní ventilace
WHO	World Health Organization
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

## 0 ÚVOD

Téma terapeutické hypotermie mne zaujalo již na začátku studia, a to pro zdánlivě jednoduchou myšlenku, že díky snížení teploty klesají nároky organismu na kyslík, a tak dokážeme odvrátit smrt a pomoci lidem postiženým náhlou zástavou oběhu. Tyto naivní představy však velice rychle padly při setkání s praxí, kde statistika ukázala svoji neúspěšnost.

Náhlá zástava oběhu není pro postiženého jedince pouze otázkou života a smrti. Při tomto patologickém jevu umírá tělo, ale i osobnost člověka. Pokud se podaří obnovit jeho životní funkce, neznamena to vždy jednoznačné vítězství, ačkoliv se jedná o zcela zásadní krok pro další vývoj situace. Pacienti, kteří přežijí srdeční zástavu, mají velice často nepříznivou životní prognózu, která mimo zdravotní komplikace zahrnuje také sociální a společenská omezení. Samotná hypotermie jistě nedokáže zázraky, je to však intervence, která se neustále vyvíjí a jistě má co nabídnout.

V současnosti je téma terapeutické hypotermie předmětem mnoha odborných diskuzí. Proběhlo, či stále probíhá mnoho studií, které se snaží nalézt co nejlepší metody, jak s hypotermií zacházet. Moderní doba s sebou přináší mnoho možností v podobě kvalitního vybavení zdravotnických zařízení, ale také zahlcující množství informací, které je velice obtížné zpracovat. Pro větší konzistenci dat se tak rozvíjí systematické přehledy a meta-analýzy, které mohou poskytnout ucelenější obraz o problému, avšak pouze, pokud je použito správných metod a výchozí studie jsou kvalitně zpracovány.

Cílem této práce je v teoretické části popsat patofyziologické děje, které provází srdeční zástavu. Dále jsou popsány současné postupy při provádění resuscitace, ale také historie a vývoj těchto postupů. V neposlední řadě se teoretická část zabývá metodou indukce terapeutické hypotermie a jejími účinky.

Další část bude zaměřena na vyhledávání studií a jejich dalšímu srovnávání. Z těchto zdrojů se pokusím najít odpověď na otázku, zda terapeutická hypotermie dokáže zvýšit šanci na přežití a zlepšit kvalitu života lidí, které postihla srdeční zástava.

## CÍLE PRÁCE

- 1) Shrnout informace o patofyziologii zástavy srdečního oběhu, řetězci přežití a doporučených postupech při laické i rozšířené resuscitaci.
- 2) Popsat postupy a doporučení při aplikaci terapeutické hypotermie po návratu spontánní cirkulace u osob postižených srdeční zástavou.
- 3) Vyhledat dostupné publikace a porovnat výsledky mírné terapeutické hypotermie a neřízeného managementu tělesné teploty u osob po úspěšné KPR.
- 4) Z rešerší zjistit, zda má terapeutická hypotermie pozitivní vliv na přežití a neurologický výstup pacientů po KPR s ROSC.

# I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 NÁHLÁ ZÁSTAVA OBĚHU

Náhlá zástava oběhu (NZO) je přerušení krevního oběhu u osoby, jejíž zdravotní stav před zástavou nebudil podezření, že by mělo dojít k její náhlé smrti. Při NZO selhávají všechny základní životní funkce- vědomí, dýchání, krevní oběh (Klementa, 2014).

V Evropě je NZO nejčastější příčinou smrti, přičemž ročně postihne 350 000 až 700 000 osob (Ševčík, 2014).

### 1.1 Primární příčiny NZO

Primární příčinou zástavy oběhu je onemocnění srdce, např. AKS (akutní koronární syndrom). Infarkt myokardu je příčinou 50% srdečních zástav mimo nemocniční zařízení a tvoří 11% zástav v nemocnici. Kardiovaskulární choroby tvoří 40% všech úmrtí osob do 75 let v Evropě. První analýza elektrokardiografií (EKG) odhalí fibrilaci komor (KF) nebo bezpulsovou komorovou tachykardii u 25-30% NZO. Předpokládá se ovšem, že včasné analýzy EKG by zvedly podíl KF nebo bezpulsové komorové tachykardie na 59-65%.ERC guidelines uvádí, že včasná analýza rytmu krátce po kolapsu může mít podíl komorové fibrilace až 76%. U dětí je incidence primární zástavy oběhu a defibrilovatelných rytmů jen 7% a mnohem častější příčinou u dětí jsou sekundární příčiny zástavy oběhu (Truhlář, 2015; Klementa, 2014; Ševčík, 2014).

### 1.2 Sekundární příčiny NZO

K sekundárním příčinám patří děje, které se odehrávají mimo srdce (krvácení, intoxikace, hypoxie, asfyxie, apod.). U 38% NZO, které byli považovány za primární zástavy oběhu, se potvrdila nekardiální (tedy sekundární) příčina. U osob postižených zástavou oběhu je absence pravidelného dýchání. Situaci pro rozpoznání NZO laikem však komplikuje tzv. gasping (terminální lapavé dýchání), který provází zhruba 40% zástav oběhu. Gasping je laiky často chybně vyhodnocen jako normální dýchání, což vede k pozdnímu zahájení kardiopulmonální resuscitace (KPR) a menší pravděpodobnosti přežití, nebo negativnímu ovlivnění následků zástavy (Klementa, 2014; Ševčík, 2014).

### 1.3 Patofyziologie během NZO

*„Srdeční zástavu (zástavu oběhu) lze vnímat jako nejtěžší formu šokového stavu, během níž je náhle zastavena (na rozdíl od šoku, u kterého se změny vyvíjejí v delším časovém úseku) dodávka kyslíku a metabolických substrátů tkáním. Srdeční zástava je pro organismus katastrofickou situací, popsané změny u šoku se rozvíjejí v několika minutách po jejím vzniku. Při správně prováděné neodkladné resuscitaci následující po srdeční zástavě mají tyto patofyziologické změny, kterým je vystaven organismus charakteristický průběh. Jejich dynamiku lze kauzálně odvodit z následujících tří fází“ (Šeblová, 2013, s. 52-53).*

- Ischemicko-anoxická fáze- během NZO se zástavou cirkulace je kyslík v neuronech mozkové tkáně spotřebován do 15 vteřin, pH klesá do 5 minut pod hodnotu 7,0. Vzniká metabolická acidóza, která snižuje alveolo-arteriální diferenci kyslíku posunem křivky hemoglobinu. Při normotermii klesají koncentrace ATP a fosfokreatinin k nule do 5 minut (Šeblová, 2013).
- Hypoxická fáze s hypoperfuzí -během KPR je dosahováno maximálně 25-30% bazálního srdečního výdeje (Šeblová, 2013).
- Reperfuční fáze- rozvoj celotělové ischemicko-reperfuční reakce organismu, která nastává během hodin až desítek hodin od obnovení spontánní cirkulace (Šeblová, 2013).

Omezením přísunu kyslíku k buňce znamená hypoxii. Některé buňky při nedostatku kyslíku přeměňují glukózu na kyselinu mléčnou, což je energeticky neúčinné a disociace kyseliny mléčné vede k metabolické acidóze. Nedostatek energie vede nejprve k omezení funkce buněk, poté dochází k jejich ireverzibilnímu poškození. Doba trvání anoxie, po které je ještě možno oživení buňky, činí u neuronu přibližně 10 minut, u ledvin a jater i několik hodin, avšak celkově u organismu asi jen 4 minuty. Tato doba se při poklesu energetické spotřeby (například u hypotermie) může prodloužit (Silbernagl, Lang, 2012).

Při srdeční zástavě nastává globální mozková hypoxie, která způsobuje závažné postižení různorodé neurologické symptomatologie. Pokud se nepodaří co nejrychleji obnovit srdeční činnost a perfuzi krve, dochází k těžkému kómatu s obrazem apalického syndromu nebo mozkové smrti (Nevšimalová, et al., 2002)

Zástava oběhu vede během krátkého časového horizontu k selhání dalších životních funkcí. Bezvědomí nastává přibližně po 10-15 sekundách a terminální lapavé dechy přetrvávají okolo 60-90 sekund. Pokud je však prováděna kvalitní resuscitace, při které dochází alespoň k bazálnímu okysličení mozku (především mozkového kmene), tento interval se prodlužuje.



Rozhodující pro přežití NZO a úspěšnou KPR je včasné obnovení aerobního metabolismu glukózy v neuronech centrální nervové soustavy (CNS) dříve, než dojde k nezvratným změnám (Šeblová, 2013).

Fyziologicky je při systole srdce vypuzována krev z levé komory do aorty, přes otevřenou aortální chlopeň. Po ukončení systoly se aortální chlopeň uzavírá a nastává diastola, během které se komory naplní krví ze síní. Perfuze srdce probíhá mezi kontrakcemi, tedy ve fázi diastoly, kdy je srdeční svalovina relaxovaná. Koronární perfuzní tlak (CPP) ukazuje, jaký je koronární průtok krve. Rostoucí CPP tedy znamená vyšší průtok krve myokardem (Klementa, 2014).

Výpočet koronárního perfuzního tlaku je rozdílem mezi aortálním diastolickým tlakem (ADP, normální hodnota 60-90mm Hg) a enddiastolickým tlakem v levé komoře (LVEDP, normální hodnota 6-12mm). Hodnotu LVEDP lze nahradit také hodnotou tlaku při zaklínění katétru v plicnici (PAOP). Vzorec koronárního perfuzního tlaku je  $CPP = ADP - LVEDP$ . Normální hodnoty CPP dosahují 60-80mm Hg (Klementa, 2014).

Při kvalitně prováděných kompresích hrudníku během KPR lze dosáhnout maximálně jedné třetiny hodnot krevního tlaku a každé přerušení KPR je provázeno poklesem CPP až k nulovým hodnotám. Po obnově kompresí hrudníku se CPP zvyšuje pozvolna. Minimální hodnota CPP pro obnovení spontánní cirkulace (ROSC) je alespoň 15mm Hg. Koronární perfuzní tlak má tedy zásadní vliv pro obnovu krevního oběhu (Klementa, 2014).

Po srdeční zástavě z příčiny komorové fibrilace, u které nedochází ke KPR, exponenciálně klesá průtok krve, ten však pokračuje přibližně 5 minut, dokud se nevyrovná tlakový rozdíl mezi aortou a pravým srdcem (Klementa, 2014).

V průběhu KPR se postupně zvyšuje průtok krve karotidami a dosažení vyrovnaného průtoku trvá asi 1 minutu. I během krátkého přerušení kompresí hrudníku však průtok dramaticky klesá a jeho vyrovnání trvá zhruba další 1 minutu. Experimenty na prasatech také ukázaly, že supraglotické pomůcky pro zajištění dýchacích cest snižují průtok karotidami, v porovnání s endotracheální intubací. Nejvíce průtok snižoval kombitubus a laryngeální tubus, nejméně poté laryngeální maska (Klementa, 2014).

Agonální dýchání, neboli gasping je fyziologickou odpovědí organismu na anoxii, z důvodu selhání spontánního dýchání. Jeho centrum se pravděpodobně nachází ve ventrolaterální prodloužené míše. Agonální dýchání se vyskytuje zhruba u 50% postižených

s kardiorespirační zástavou. Gasping je typický krátkým usilovným nádechem, následovaným výdechem a delší pauzou. Frekvence tohoto dýchání je nízká a nepravidelná a jeho hloubka je převážně mělká, mohou se však také vyskytnout hluboké agonální dechy. U osob s NZO je přítomnost gaspingu spojena s lepším přežíváním (Klementa, 2014).

#### 1.4 Hodnocení míry poškození CNS

Pro zhodnocení míry neurologického deficitu se často používá modifikovaná Rankinova škála (mRS). Na základě strukturovaného interview je pacientovi přiděleno skóre od 0 do 6 bodů.

- 0= žádné symptomy
- 1= bez zřetelného omezení, schopen běžných denních aktivit
- 2= lehké omezení, pacient nezvládá všechny předchozí aktivity, plně soběstačný bez cizí pomoci
- 3= středně těžká nemohoucnost, pacient vyžaduje pomoc, schopen chůze bez pomoci
- 4= středně těžká až těžká nemohoucnost, pacient schopen chůze jen s pomocí, bez cizí pomoci není schopen zvládnout své tělesné potřeby
- 5= bezmocnost, inkontinence, pacient upoután na lůžko s potřebou trvalé péče
- 6= smrt

(Reif, 2011).

Cerebral performance category (CPC) je škála pro hodnocení neurologického výsledku. Škála je v rozmezí 1 až 5 bodů, přičemž výsledek 1-2= dobrý výsledek a hodnoty v rozmezí 3-5 jsou nepříznivé.

- 1= Při vědomí, normální funkce mozku nebo lehké postižení
- 2= Při vědomí, mírné poškození mozku
- 3= Při vědomí, těžké poškození mozku
- 4= Kóma, trvalý vegetativní stav
- 5= Mozková smrt, smrt z jiných příčin

(Zezulková, 2015).

## 2 KARDIOPULMONÁLNÍ RESUSCITACE

Kardiopulmonální resuscitace (KPR) je souborem na sebe navazujících úkonů, jejichž cílem je neprodlené obnovení průtoku okysličené krve tkáněmi (zejména mozkiem) a návrat základních životních funkcí. Provádí se u osob postižených selháním jedné, nebo více základních životních funkcí. Úspěšnost KPR závisí především na rychlosti jejího zahájení od vzniku NZO, a také na kvalitě jejího provedení (Kasal, 2006; Šeblová, 2013).

Resuscitace má za sebou dlouhou historii a změnila pohled na smrt, ale také umožnila vznik nových medicínských oborů (např. intenzivní či transplantační medicína). Díky novým poznatkům a rozšíření KPR předefinovala WHO v roce 1968 smrt jako smrt mozku. Do této doby byla zástava oběhu a dýchání definicí pro smrt (Šeblová, 2013).

### 2.1 Historie resuscitace

Lidé se vždy snažili najít způsob, jak oživit mrtvé, či zvrátit, aby se náhlá smrt stala smrtí konečnou a neovlivnitelnou. Do konce 18. století však tyto snahy nebyly příliš úspěšné. Nejvýznamnější rozvoj nastal až v druhé polovině 20. století, kdy profesor Peter Safar (1924-2003) položil základy nových resuscitačních postupů (Klementa, 2014).

V období 1370 př. n. l. se ve starověkém Egyptě poprvé objevuje možnost otevření dýchacích cest, při rituálu zvaném „otevírání úst“, který je zobrazen na Huneferově papyru. Pomůcky zobrazené na papyru byly úspěšně vyzkoušeny jako laryngoskopy, a některé by pravděpodobně mohly být intubačními kanylami (Klementa, 2014).

Na reliéfu z roku 1275 př. n. l., který zachycuje průběh bitvy u Kaděše, je zřejmě první zobrazení otevření dýchacích cest za pomoci záklonu hlavy (Klementa, 2014).

Pravděpodobně první zmínku o dýchání z plic do plic lze nalézt ve 4. kapitole druhé Knihy králů Starého zákona v Bibli, kde je zmíněno ožívání dítěte dýcháním z úst do úst prorokem Elišou. Tato metoda byla po mnoho staletí nazývána jako Elišovo dýchání (Kasal, 2006).

*„Intubaci k podpoře plicní ventilace u člověka popsal již nejslavnější lékař antického starověku Hippokrates (460-380 př. n. l.). O oživení novorozeného jehněte zavedením rákosové trubičky do trachey se můžeme dočíst v Talmudu (70-200).“* (Fendrychová, 2011, s. 26).

Již v roce 356 před Kristem popisuje Homér zprůchodnění dýchacích cest otevřením trachey za pomoci řezu, aby ulevil dusícím se (Klementa, 2014).

Kolem roku 1000 popsal muslimský lékař a filosof Avicenna techniku, při které zavedl do hrdla postiženého stříbrnou nebo zlatou trubičku pro podporu dýchání (Bydžovský, 2008).

Patolog Andreas Vesalius popsal v roce 1543 fibrilaci komoru u zvířat a roku 1555 provedl na zvířatech ventilaci přerušovaným přetlakem. (Štětina, 2014).

Tossach uvedl v roce 1744 první lékařskou zprávu o úspěšném oživení (Štětina, 2014).

V roce 1773 byla využita metoda „rolování na sudu“, která spočívala v položení oběti břichem na sud a následném polohování válením (Klementa, 2014).

Metoda „klusajícího koně“ z roku 1812 popisuje situaci, kdy bylo tělo oběti po vytažení z vody naloženo na koně, který se poté dal do klusu (Klementa, 2014).

Umělé dýchání podle Silvestra-Brosche z roku 1858 je významným mezníkem a tato metoda se v praxi používala dalších 100 let. Spočívá v provádění umělého dýchání pohybem a současnou manipulací horních končetin přitlačovaných k hrudníku (Klementa, 2014).

Roku 1891 byly poprvé použity komprese hrudníku při resuscitaci, kterou prováděl a zdokumentoval Dr. Friedrich Maass (Klementa, 2014).

První podání adrenalinu v roce 1922 uskutečnil Crile. Podal jej intrakardiálně při srdeční zástavě během chloroformové anestezie (Klementa, 2014).

Při resuscitaci dle Holger-Neilson z roku 1932 byla oběť uložena do pronační polohy, hlavou dolů s rukama pod hlavou. Výdech probíhal za stlačení hrudníku a vdech při nadzvednutí loktů (Klementa, 2014).

Lékař Mac William v roce 1888 vyslovil teorii, že zástava srdce a náhlé úmrtí mohou být způsobeny fibrilací komor (Klementa, 2014).

V roce 1932 Dr. William Bennett Kouwenhoven vyvinul první zařízení pro defibrilaci srdce za pomoci elektrického výboje. Roku 1947 provedl chirurg Claude Beck první úspěšnou defibrilaci během operace na otevřeném hrudníku. První úspěšnou externí defibrilaci provedl Paul Maurice Zoll v roce 1956. O rozvoj prvních československých defibrilátorů (včetně přenosných pro záchrannou službu) se zasloužil Doc. MUDr. Bohumil Peleška, DrSc. Ten také zformuloval „Peleškovy zákony defibrilace“, které platí dodnes (Klementa, 2014).

V roce 1958 byly Safarem publikovány výsledky experimentu, který prokázal vyšší účinnost ventilace z úst do úst v porovnání s manuálními metodami (Štětina, 2014).

Roku 1960 lékaři W. B. Kouwenhoven, Guy Kinckerbocker a James Jude náhodně objevili efekt při kompresích hrudníku elektrodami manuálního defibrilátoru, kdy dosáhli pulsu na femorální tepně u psa, jež byl původně předmětem zkoumání defibrilace. Tento děj dále zkoumali a přinesli zprávu o 20 resuscitovaných se 70% úspěšností, kterou publikovali v časopise JAMA. Ve stejném roce Peter Safar tyto postupy sjednotil a vznikla tak doporučení o neodkladné resuscitaci, která až na malá upřesnění platí dodnes. Rok 1960 lze tedy považovat za rok vzniku moderní KPR (Kasal, 2006; Klementa, 2014; Šeblová, 2013).

V roce 1990 se v USA zavedly první programy časného přístupu veřejnosti k defibrilaci. Roku 1992 je založen mezinárodní vědecký výbor pro resuscitaci ILCOR- International Liaison Committee on Resuscitation. V roce 2000 jsou vydány ERC doporučené postupy pro resuscitaci, které až nyní zásadněji upravují postupy, které stanovil Peter Safar. Dochází ke snížení dechových objemů, záchránci nepalpují pulz, adrenalin lze podat tracheálně. ERC z roku 2005 dále upravují desítky let používané poměry ventilace a kompresí, použití AED a doporučují terapeutickou hypotermii. ERC 2010 navazují na ERC 2005 a snaží se změny omezit na minimum, aby nová doporučení byla jednodušší (Kasal, 2006; Klementa, 2014; Ševčík, 2013).

ERC Guidelines 2015 rovněž navazují na předešlá doporučení ERC. Cílí především na zkvalitnění TANR u mimonemocničních zástav, dávají doporučení pro efektivnější použití AED a zásadně upravují poresuscitační péči, přesněji upravují cílové hodnoty mírné terapeutické hypotermie z 32-34°C na 36°C (Truhlář, 2015).

## 2.2 Řetězec přežití

Řetězec spojuje základní životně důležité články, které zvyšují šanci na přežití. Většinu článků lze použít u postižených se zástavou oběhu způsobenou primární i sekundární příčinou zástavou oběhu (Truhlář, 2015).



Obrázek 1 Řetězec přežití.

Zdroj: <http://www.resuscitace.cz/?p=1192>

### 2.2.1 Rozpoznání závažných příznaků a přivolání pomoci

Rozpoznání kardiální příčiny při bolesti na hrudi a včasné přivolání ZZS umožní její příjezd mnohdy ještě dříve, než nastane zástava oběhu. Tímto postupem je dosaženo nejlepších výsledků přežití. Pokud již došlo k zástavě oběhu, její včasné rozpoznání je důležité pro rychlý kontakt ZZS a okamžité zahájení KPR svědky. Hlavní příznaky NZO jsou bezvědomí a absence normálního dýchání (Truhlář, 2015).

### 2.2.2 Okamžité zahájení KPR

Okamžité zahájení KPR může zvýšit šanci na přežití až čtyřnásobně. Pokud je to možné, měli by vyškolení zachránci provádět komprese hrudníku kombinované umělým dýcháním. Pokud zachránce není vyškolen v provádění KPR, měl by jej operátor zdravotnického operačního střediska instruovat pouze k provádění nepřímé srdeční masáže až do příjezdu profesionální pomoci (Truhlář, 2015).

### **2.2.3 Časná defibrilace**

Provedení defibrilace do 3-5 minut od kolapsu může zvýšit šanci na přežití až na 50-75%. Tohoto výsledku je možné dosáhnout za pomoci sítě veřejně přístupných AED v místě události (Truhlář, 2015).

### **2.2.4 Časná rozšířená neodkladná resuscitace a následná standardizovaná poresuscitační péče**

Pokud nejsou základní resuscitační postupy úspěšné (BLS), zahajuje se ALS, tedy KPR se zajištěním dýchacích cest, aplikací léků a řešením reverzibilních příčin vzniku NZO (Truhlář, 2015;).

## **2.3 Laická KPR**

Každý rok dochází v Evropě ke zhruba 350 000 neúspěšných mimonemocničních resuscitací, přičemž lze aktivním přístupem zachránit zhruba 100 000 osob. Každých 90 sekund dojde k jedné neúspěšné resuscitaci. Účast svědků na aktivním provedení KPR se velmi liší i mezi jednotlivými státy Evropy. Například v Německu je účast svědků pouze 15%, ve Švédsku 59% a Nizozemí až 61%. Tyto výsledky se také zřetelně odráží na počtech osob, které NZO přežijí, přičemž země s vyšší účastí svědků na KPR mají také výrazně lepší výsledky v přežití NZO (Klementa, 2014).

Okamžité zahájení KPR prvním svědkem může šanci na přežití až ztrojnásobit. Je tedy potřeba veřejnost vzdělávat v základech KPR a s výukou by se mělo ideálně začínat již na základní škole, ale také ve výuce dále průběžně pokračovat. I děti ve věku 13 let jsou schopny rozpoznat a zahájit neodkladnou resuscitaci a dát postiženému šanci na život (Klementa, 2014).

BLS, neboli basic life support je poskytována všemi občany a provádí se bez vybavení a pomůcek. BLS poskytují také lékaři a zdravotníci, pokud v danou chvíli nedisponují vybavením (Šeblová; 2013).

### 2.3.1 Základy laické KPR

Zachránce se musí nejprve ujistit, že on ale také lidé v jeho okolí nejsou v ohrožení života. Nebezpečným může být zdroj elektrického proudu, plyn. Také je potřeba dbát na použití pomůcek při záchraně tonoucího. Poté následuje rozpoznání zástavy, kdy zachránce přistoupí k hlavě, osloví postiženého („Jste v pořádku?“) a zatřepe mu rameny. Pokud postižený reaguje, je potřeba zjistit, co se stalo, poskytnout první pomoc a kontrolovat průběžně jeho životní funkce. Pokud je potřeba, přivoláme pomoc. (Klementa, 2014; Ševčík, 2014)

Pokud postižený nedýchá, je potřeba aby si svědek události přivolal pomoc. Postiženého musí otočit do polohy na zádech a provést uvolnění dýchacích cest záklonem hlavy a nadzvednutím brady. Zachránce přiloží ucho k ústům postiženého, ruku pokládá na hrudník, jehož pohyby sleduje také očima. Pohledem, poslechem i pocitem zjišťuje, zda postižený dýchá. Kontrola dechu probíhá maximálně 10 sekund. Pokud postižený dýchá, uloží jej zachránce do stabilizované polohy, přivolá ZZS a vyčká na místě do jejího příjezdu, přičemž stále kontroluje životní funkce postiženého. (Dobiáš, 2013; Klementa, 2014; Ševčík, 2014)

V případě, že postižený nedýchá, dýchá nenormálně (chrčení) nebo lapavě (gasping), zachránce ihned zahájí KPR a požádá další svědky, aby přivolali pomoc, případně přinesli AED. Pokud je zachránce na místě sám, nejprve zavolá pomoc a poté zahajuje KPR. Po co nejrychlejším uvolnění a vyčištění dýchacích cest zachránce neprodleně zahájí komprese hrudníku, které nepřerušuje (pokud je to možné) do příjezdu ZZS. U zástav primární příčiny je totiž arteriální krev stále dostatečně saturována kyslíkem a nedostatek kyslíku v srdci a mozku je způsoben především sníženým srdečním výdejem (Dobiáš, 2013; Klementa, 2014; Ševčík, 2014).

### 2.3.2 Úkony při BLS

Zachránce přivolá pomoc a položí postiženého na záda (ideálně na rovnou tvrdou podložku). Zprůchodní dýchací cesty záklonem hlavy a zvednutím brady. Zdravotníci mohou při podezření na poranění krční páteře zprůchodnit DC předsunutím dolní čelisti (Remeš, 2013).

Při zahájení nepřímé srdeční masáže si zachránce klekne nad postiženého a odstraní z něj části oděvu, které by překážely v resuscitaci. „Patu“ dlaně zachránce položí na střed hrudníku, což odpovídá dolní polovině hrudní kosti (často uváděná spojnice prsních bradavek nemusí vždy platit). Na ruku položí dlaň druhé ruky a proplete prsty, aby tlak nebyl rozložen



na břicho a žebra, přičemž ramena zachránce jsou zhruba nad prsní kostí postiženého, ruce zachránce jsou v loktech propnuté. Při tomto postavení zahajuje zachránce komprese a dekomprese hrudníku v poměru 1:1. Sternum stlačuje rychlostí 100 – 120krát za minutu do hloubky 5 cm, maximálně 6 cm. Pokud je zachránce schopen a ochoten provádět umělé dechy, je poměr mezi stlačováním hrudníku a umělými dechy 30:2. Oba vdechy by neměli trvat více než 5 sekund a jejich objem by měl být přibližně 400 až 600 ml. Při efektivním vdechu je patrné zvedání hrudníku postiženého KPR je efektivní pouze, pokud je kvalitní a nepřerušovaná. Přerušuje se pouze pro umělé dechy, analýzu rytmu a podání výboje. KPR je fyzicky velice náročná a zachránci by se měli střídát po 2 minutách. Resuscitaci je možno ukončit, pokud je obnoveno dýchání a postižený se začíná budít, při příjezdu ZZS, nebo při úplném vyčerpání zachránce (Klementa, 2014; Šeblová, 2013; Ševčík, 2014).

## **2.4 Rozšířená resuscitace**

ALS navazuje na základní neodkladnou resuscitaci a rozšiřuje ji o použití pomůcek a farmakoterapie. Její výsledky jsou zásadní mírou ovlivněny právě kvalitou předchozí BLS, kterou prováděli svědci NZO, a také časnou defibrilací, pokud bylo použito AED (Klementa, 2014).

### **2.4.1 Zajištění dýchacích cest (A)**

K základním úkonům rozšířené resuscitace patří zajištění dýchacích cest pomůckami, které zabezpečí správnou ventilaci. Nejzákladnějším úkonem ALS je správné držení hlavy a obličejové masky, ventilace pomocí ručního křísícího vaku, který je opatřen rezervoárem a přívodem kyslíku. Rezervoár může zvýšit inspirační koncentraci kyslíku z 21% až na hodnotu 85%.(Klementa, 2014; Šeblová, 2013)

Ústní vzduchovod může zlepšit průchodnost DC, avšak nezbavuje zachránce nutnosti udržovat záklon hlavy s předsunutou spodní čelistí. Důležitá je správná velikost ústního vzduchovodu, která odpovídá vzdálenosti od ušního lalůčku po koutek úst. Reálné využití ústních a nosních vzduchovodů v PNP je velice omezené. Při mělkém bezvědomí mohou vyvolat laryngospasmus nebo zvracení.(Šeblová, 2013; Ševčík, 2014)

Supraglotické pomůcky jsou vhodné pro urgentní zajištění DC, než dojde k definitivnímu zajištění pomocí endotracheální intubace. Mezi supraglotické pomůcky patří různé druhy

laryngeálních masek, laryngeální tubus a kombitubus. Tyto pomůcky neprocházejí přes hlasivkové vazy. Nejvíce používané jsou laryngeální masky. Jejich zavedení je snadné a rychlé a jsou poměrně spolehlivé. Některé laryngeální masky (LMA) také umožňují intubaci „naslepo“ bez laryngoskopu. Mezi rizika patří poranění postiženého, aspirace a netěsnost. U stavů NZO je však aspirace do plic při použití LMA velice vzácná (Klementa, 2014; Šeblová, 2013, Ševčík, 2014).

Orotracheální intubace (OTI) je nejspolehlivějším a nejčastějším zajištěním DC, kdy je za přímé zrakové kontroly (laryngoskopem) zavedena tracheální rourka, a to cestou přes ústa, vazy hlasové až do trachey. Poté je nafouknut obturační balónek, který zajišťuje adekvátní ventilaci a brání aspiraci. Mezi nevýhody patří častější výskyt komplikací (zejména špatné zavedení) a také delší doba trvání. Samotná intubace by neměla trvat déle než 30 sekund (Pokorný, 2010).

V urgentních případech, kdy není možné zajistit DC (většinou pro obstrukce nebo maxilofaciální poranění) se provádí koniopunkce nebo koniotomie. Koniopunkce se provádí zavedením punkčního setu (Quicktrach) přes krikothyreoidální membránu mezi chrupavkou štítnou a prstencovou. Používá se pouze při nemožnosti jiného zajištění DC, neboť ji často provází mnoho komplikací (Pokorný, 2010).

#### **2.4.2 Zajištění dýchání (B)**

Pokud nedochází ke spontánnímu dýchání, je zajištěna ventilace samorozpínacím dýchacím vakem. Vak má být stlačován pouze jednou rukou, aby nedošlo k hypoventilaci a to při frekvenci 10 vdechů za minutu a objemu 6 až 7 ml/kg. Po zajištění DC tracheální intubací se ventilace provádí bez přerušování masáže. Vhodné je také použití automatického ventilátoru, jehož parametry nastavuje lékař. (Klementa, 2014; Šeblová, 2013; Ševčík, 2014)

#### **2.4.3 Srdeční masáž a přístup do cévního řečiště (C)**

Nepřímá srdeční masáž je nejdůležitějším článkem neodkladné resuscitace a je na ni kladen velký důraz. Proto by se měla přerušovat pouze u nezbytných úkonů (intubace, analýza rytmu, defibrilace) a to pouze na co nejkratší dobu. Analýza rytmu a defibrilace by neměla přesáhnout 10 sekund. Nepřímá masáž je fyzicky náročná, proto by se měli záchránci střídát každé 2 minuty. Stále častěji je také využívána automatizovaná nepřímá srdeční masáž

přístroji Lucas a AutoPulse. Její výhoda spočívá ve stále stejné kvalitě masáže, která se dá provádět bez přerušení za jízdy i během defibrilace.(Truhlář, 2015; Klementa, 2014; Ševčík, 2014)

Vstup do cévního řečiště je nejčastěji zajištěn periferními žilními katétry, které mají velikosti od G24 (nejmenší žlutá) po G14 (oranžová). Je vhodné zvolit co největší možný průtok kanyly. Po aplikaci léčiv je nutné kanylu propláchnout 20ml fyziologického roztoku. V případě, že se nepodaří zajistit žilní přístup, lze použít intraoseální přístup. Kontraindikací je nejčastěji trauma dané končetiny a osteoporóza (Klementa, 2014).

#### **2.4.4 Defibrilace**

Náhlá zástava oběhu je nejčastěji zapříčiněna primární srdeční zástavou, a proto se u ní většinou vyskytují defibrilovatelné rytmy. Po zahájení nepřímé srdeční masáže by měla defibrilace nastat co nejrychleji (pokud je indikována). U defibrilátorů je doporučeno pracovat v AED režimu, který je dostatečně spolehlivý. Špatné vyhodnocení EKG signálu AED přístroji je vzácné a činí méně než 0,1% případů. Pokud je analyzován defibrilovatelný rytmus, neprodleně se podává výboj o energii 150 až 200J (platí pro bifazický defibrilátor). Výboj se podává samolepícími elektrodami nebo manuálními přitlačnými elektrodami tzv. „pádky“, u kterých je nutné nanést vodivý gel. Další výboje se podávají po analýze, která se provádí každé 2 minuty. Podává se výboj 200J, u monofazických defibrilátorů je možno navýšit až na 360J. Po každém výboji se dále provádí komprese hrudníku v poměru 30:2 až do další analýzy rytmu a nepřerušují se ani při nabíjení defibrilátoru. Před samotným výbojem dá vedoucí posádky pokyn pro bezpečný odstup od postiženého a je aplikován další výboj. Analýza a defibrilace by neměla přesáhnout 10 sekund. Pokud se obnoví oběh postiženého (ROSC), kontroluje se pulz na velkých tepnách a probíhá měření tlaku. Pokud po podání výboje nedojde ke změně rytmu, pokračuje se v KPR do další analýzy rytmu. U nedefibrilovatelných rytmů se provádí KPR, přičemž může dojít ke změně na defibrilovatelný rytmus (Klementa, 2014; Pokorný, 2010; Šeblová, 2013; Ševčík, 2014).

#### **2.4.5 Léky během resuscitace**

Po zajištění DC, analýze rytmu a případné defibrilaci se podávají léky. Již více než 40 let je u resuscitace lékem první volby Adrenalin, který má silný sympatomimetický účinek. Adrenalin se používá při zástavě oběhu jakékoliv etiologie. U nedefibrilovatelných rytmů

se podává ihned po zajištění žilního vstupu 1 mg každých 3 až 5 minut v průběhu KPR. U defibrilovatelných rytmů se Adrenalin podává až po 3. výboji, poté rovněž každých 3 až 5 minut (Klementa, 2014).

Amiodaron se podává pouze u defibrilovatelných výbojů, při komorové fibrilaci a bezpulzové komorové tachykardie. Podání po 3. neúspěšném výboji v dávce 300mg. Další dávka je pouze 150mg a může být navázána infuzí 900mg/ den naředěné v 5% glukóze. Při nedostupnosti amiodaronu lze také použít Lidocain (Klementa, 2014).

Atropin se dříve používal při asystolii i bezpulzové elektrické aktivitě. Dnes se však používá pouze na potlačení bradykardie. Toto parasympatolitikum se podává po dávkách 0,5mg, pokud nezabere, lze dávku opakovat každých 3-5 minut až do celkové dávky 3 mg i. v. (Klementa, 2014).

#### **2.4.6 Reverzibilní příčiny NZO**

Během KPR je nutné vyloučit reverzibilní příčiny zástavy oběhu. Reverzibilní příčiny jsou označovány zkratkou 4H/4T. Pokud je některá z příčin diagnostikována, je potřeba ji ihned léčit.

4H- hypoxie, hypovolemie, hypotermie, hypo-/ hyperkalemie

4T- tenzní pneumotorax, tamponáda srdeční, trombembolie, intoxikace (Remeš, 2013).

#### **2.4.7 Zahájení a ukončení resuscitace**

*„Resuscitace má být zahájena v případech, kdy je KPR přínosná k záchraně pokračujícího života, kdy se nejedná o jeho pouhé krátké prodloužení bez kvality života, pro pacienta přijatelné“* (Pokorný, 2010, s. 38).

Resuscitaci lze ukončit (případně nezahájit), pokud je obnoven spontánní oběh, záchránce není schopen provádět KPR pro vyčerpání, jsou zjištěny jisté známky smrti (dekapitace, dekompozice, posmrtné skvrny, mrtvolná ztuhlost), okolí je nebezpečné pro záchránce. KPR se nezahajuje u nemocných v terminálním stádiu nemoci nebo osob, u kterých bylo předem rozhodnuto o nezahájení KPR v případě zástavy. Resuscitaci je potřeba prodloužit, pokud je u postiženého hypotermie, intoxikace, nebo pokud se obnoví oběh, byť jen přechodně (Pokorný, 2010).

### 3 TERAPEUTICKÁ HYPOTERMIE

Obnova spontánní cirkulace (ROSC) je pouze první krok k úspěšnému zotavení postiženého. V důsledku globální ischemie a následné reperfúze se rozvíjí komplex patofyziologických procesů, které se nazývají syndrom po náhlé srdeční zástavě. Stav po ROSC je charakteristicky doprovázen syndromem multiorgánové dysfunkce (MODS), včetně neurologického poškození. Pravděpodobnost vzniku závažné posthypoxické encefalopatie je závislá nejen na délce trvání ischemicko-anoxické fáze a fáze hypoxické s hypoperfúzí. Určuje ji také intenzita ischemicko-reperfúzní fáze (Truhlář, 2015; Šeblová, 2013).

Po obnovení spontánního oběhu navazuje obsáhlý soubor diagnostických a terapeutických postupů, které mají za úkol diagnostikovat a odstranit kauzální příčinu zástavy oběhu. Mezi diagnostické postupy patří zejména získání anamnézy, klinické a laboratorní vyšetření i zobrazovací metody. Terapeutické postupy jsou zaměřeny především na minimalizaci sekundárního orgánového poškození po obnovené perfúzi a podporu orgánových funkcí (Klementa, 2014).

*„Navození terapeutické hypotermie (TH) nespecificky ovlivňuje všechny uvedené patofyziologické děje probíhající během zástavy oběhu a skrývá v sobě velké terapeutické možnosti“ (Šeblová, 2013, s. 70).*

#### 3.1 Historie

Hypotermie byla používána již ve starém Egyptě a Řecku, kdy příkládáním sněhu a ledu byla snaha zamezit rozšíření krvácení. Na počátku 19. století si Napoleonův vrchní lékař, baron Dominique Jean Larrey (označovaný jako otec válečné chirurgie) všimnul, že ranění vojáci, kteří byli podchlazení, umírali pomaleji, než ti, kteří byli blíže k ohni. Díky tomuto poznatku začal využívat výhody hypotermie i na bojišti (Novotný, 2015).

V první polovině 20. století byly poprvé popsány resuscitace, které byly úspěšné i po protrahované hypoxii u tonoucích obětí s podchlazením. Po roce 1945 vznikaly první publikace o neurochirurgických a kardiochirurgických zákrocích, během kterých byla aplikována hypotermie. Na konci 50. let bylo popsáno úspěšné použití terapeutické hypotermie po srdeční zástavě. Z důvodu složité aplikace a nejistého přínosu však bylo od metody upuštěno. V 80. letech bylo zjištěno, že mírná terapeutická hypotermie má méně komplikace než hypotermie hluboká, a tak byla hypotermie dále studována. Po randomizovaných studiích, které proběhly v Evropě a Austrálii v roce 2002, se terapeutická hypotermie zařadila mezi doporučené postupy ERC Guidelines z roku 2005.

V České republice byla tato metoda vcelku přijata a implementace metody je jedna z nejvyšších na světě. (Klementa, 2014; Novotný, 2015; Šeblová 2013)

Nyní je více preferován pojem cílového managementu tělesné teploty, tedy přesněji zabránění hypertermie. Namísto mírné terapeutické hypotermie (32-34°C) je tedy doporučeno udržovat vyšší tělesnou teplotu (TT) 36°C. Je však stále nejasné, která z cílových teplot je ideální (Truhlář, 2015).

### **3.2 Neuroprotektivní účinky hypotermie**

TH výrazně urychluje normalizaci metabolismu a reparativní procesy (snižuje produkci kyslíkových radikálů, tlumí aktivaci lipáz a proteáz). Upravuje funkci mitochondrií a snižuje produkci toxických metabolitů. TH snižuje spotřebu kyslíku o 5 až 8% na každý 1°C tělesné teploty a tlumí děje vedoucí k apoptóze neuronů (Šeblová, 2013).

*„Mírná hypotermie může podpořit nižší potřebu a spotřebu kyslíku a nižší produkci oxidu uhličitého.“* (Drábková, 2002, s. 111).

### **3.3 Rozdělení hypotermie**

Hypotermie je pokles teploty tělesného jádra pod 35°C. Hypotermie je rozdělena do tří stádií.

Mírná hypotermie: 35 – 32°C

Střední hypotermie: 32 – 28°C

Těžká hypotermie: méně než 28°C.

(Silbernagl, Lang, 2012).

### **3.4 Indikace**

Zahájení TH je indikováno u osob s ROSC po úspěšné neodkladné resuscitaci s počátečním defibrilovatelným nebo nedefibrilovatelným rytmem a s přetrvávajícím bezvědomím a nutností UPV (Klementa, 2014).

Zahájit TH během KPR (před ROSC) se nedoporučuje. Podmínkou pro zahájení TH v PNP je existence lokálního léčebného protokolu ZZS pro použití TH v PNP, a také zajištění dalšího pokračování léčby s TH (Remeš, 2013).

### **3.5 Kontraindikace**

Terapeutická hypotermie se nezahajuje u krátce trvající NZO, po které je zachováno vědomí postiženého, u pacientů v terminálním stádiu nemoci a osob se statutem neresuscitovat/neintubovat. Důvodem nezahájit TH je také NZO s úrazovou příčinou a krvácením, primární koagulopatie, těžký šok s hypotenzí, která nereaguje na katecholaminy a podávání tekutin, dále gravidita, intoxikace, plicní edém (v případě RIVA), bradyarytmie a recidivující komorová tachykardie nereagující na terapii (Klementa, 2014; Remeš, 2013; Ševčík, 2014).

### **3.6 Komplikace v průběhu hypotermie**

Nejčastější komplikací TH je svalový třes, obranný mechanismus, který zvyšuje TT a vyskytuje se u postižených s nedostatečnou analgosedací (nejčastěji se používá propofol v kombinaci s opiáty). Snížená TT také způsobuje periferní vazokonstrikci, zvýšení diurézy a hypovolémii, pokles srdečního výdeje a tepové frekvence, poruchy elektrolytů ( $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $P^-$ ). TH mění také farmakodynamiku, snižuje citlivost k inzulínu a zhoršuje hemokoagulaci. Při teplotách pod  $32^{\circ}C$  způsobuje arytmie (fibrilace síní a komorové extrasystoly) a může vést k recidivě srdeční zástavy (Klementa, 2014; Remeš, 2013; Šeblová, 2013).

### **3.7 Měření tělesné teploty**

Tělesná teplota musí být změřena před zahájením i po ukončení ochlazování. Teplota se měří také při předání pacienta. Doporučuje se měření tympanické teploty, případně měření nazofaryngeální, rektální nebo měření teploty v močovém měchýři (Cvachovec, 2009).

#### **3.7.1 Invazivní měření tělesné teploty**

Invazivní měření TT se provádí pomocí čidel, která jsou zavedena do tělesných dutin nebo otvorů (Kapounová, 2007).

Jícnové čidlo snímající teplotu jícnu, je nevhodné u postižených se zachovaným vědomím a kašlacím reflexem nebo u spontánně ventilujících. Nevýhodou jícnového čidla je riziko vzniku otlaku nebo možnost vytažení spolu s nazogastrickou sondou (Kapounová, 2007).

Teplotu v močovém měchýři lze zjistit čidlem napojeným na PMK, u jehož balónku je snímač TT (Kapounová, 2007).

Swan-Ganzův katétr obsahuje na svém konci snímač, který umožňuje měření TT (Kapounová, 2007).

### **3.7.2 Neinvazivní měření tělesné teploty**

V současnosti nejrychlejší a nejspolehlivější neinvazivní metodou je měření tympanálním teploměrem, měřícím s pomocí infračerveného senzoru. Měření trvá asi 2 až 3 sekundy a hodnota je asi o 0,5°C vyšší než v axile, neboť vychází z tělesného jádra v blízkosti hypotalamu (Kapounová, 2007).

Koží čidla se využívají ke kontinuálnímu měření TT z povrchu těla. Pro prevenci dekubitu je nutné pravidelně měnit jejich umístění. K občasnému měření TT je využíváno digitálních teploměrů (Kapounová, 2007).

## **3.8 Metody ochlazování**

Cílem TH je navodit hypotermii co nejdříve, případně zabránit hypertermii. S přípravami by se mělo začínat již na místě a TH by měla probíhat již při transportu v PNP. Prokazatelně účinné a bezpečné metody indukce TH dělíme na vnitřní a vnější, resp. invazivní a neinvazivní. (Remeš, 2013; Truhlář, 2015)

### **3.8.1 Neinvazivní povrchové metody ochlazování**

Jedná se o metody založené na ověřeném a jednoduchém principu. Mezi nejlevnější metodu patří ledové obklady. Jejich účinnost je však nízká (asi 0,3-0,8°C/ 60 min) a riziko špatné regulace teploty je příliš vysoké. Sofistikovanějšími, avšak značně nákladnějšími metodami jsou matracové systémy s proudícím vzduchem nebo kapalinou (Blanketrol), které jsou hojně využívány v intenzivní péči. K prvním účinným metodám v PNP patří EMCOOLSpad©. Jedná se o gelové obklady, které jsou schopny chladit rychlostí až 1,2°C/30 min (Hejná, 2016; Škulec, Truhlář, 2009).



### **3.8.2 Rychlá intravenózní aplikace studených krystaloidů**

RIVA je metoda, při které se přetlakem (intravenózně či intraoseálně) podávají chladné krystaloidní roztoky. Aplikace krystaloidu o teplotě 4°C při rychlosti 30-40ml/kg v průběhu 20- 30min může snížit TT o zhruba 1,1 až 2,5°C. Jedná se o rychlou metodu, která však není vhodná pro dlouhodobé udržení hypotermie. U 50-65% nemocných v PNP dokáže tato metoda navodit cílovou teplotu 33°C ještě před předáním v nemocnici. Dávkování však musí probíhat s ohledem na klinický stav nemocného. Obvyklé dávkování je 15-20ml/kg Ringerova nebo fyziologického roztok (Škulec, Truhlář, 2009; Remeš, 2013).

### **3.8.3 Výplach močového měchýře chladným roztokem**

Často používaná doplňková metoda (56% pracovišť), která je schopná snížit teplotu o 0,8°C za hodinu. Podobný princip má také metoda vyplachování žaludku. Ta je však spojena s komplikacemi, jako jsou křeče, průjmy či poškození sliznice (Škulec, Truhlář, 2009).

### **3.8.4 Endovaskulární katérové ochlazování (EKO)**

Metoda velice přesná na kontrolu a udržení cílové teploty. Spočívá v zavedení speciálního katétru do dolní duté žíly. Uvnitř katétru je chladicí médium, které nepřichází s krví do kontaktu, ale ochlazuje ji na nastavenou teplotu. Mezi rizika spojená s touto metodou patří hluboká žilní trombóza. Jedním ze systému EKO je CoolGard 3000<sup>TM</sup> a Icy femoral catheter<sup>TM</sup> (Škulec, Truhlář, 2009).

### **3.8.5 Chlazení plicní ventilací**

Píce mají velkou schopnost výměny tepla, avšak tato metoda zatím není v klinické praxi příliš využívána. Je předmětem experimentů prováděných na zvířatech, kde metody využívající laváž pomocí perfluorokarbonového média u psů prokázaly velmi vysokou účinnost chlazení o 3,7°C za 7,5min. Klinickému využití metod chlazení UPV zatím brání absence humánních studií, ale také technická náročnost u bezpečnějších metod, které jsou pomalejší (Škulec, Truhlář, 2009).

### **3.8.6 Selektivní ochlazování mozku**

Metoda má za cíl předejít negativním vedlejším účinkům TH na celé tělo. Oproti celotělovému chlazení však působí především na mozek a nemá schopnost tlumit ischemicko-

reperfuzní poškození u jiných orgánových systémů. Nejdéle se k selektivnímu chlazení používají chladicí čepice (u dětí jsou dokonce schopny navodit celotělovou hypotermii, vzhledem k anatomickým poměrům hlavy a těla). Poměrně novým systémem je Rhinocill<sup>®</sup>. Aplikuje se pomocí dlouhé intranazální sondy, která ze systému odpařuje perfluorokarbonový chladný spray, který dokáže zchladit oblast nosohltanu asi na 4°C. Ochladuje mozek, ale později navozuje i celotělovou hypotermii (Škulec. Truhlář 2009).

### 3.9 Fáze hypotermie

Průběh hypotermie upravuje ochlazovací protokol, který má 4 fáze

- 1) **Indukce terapeutické hypotermie** - je potřeba zahájit co nejrychleji, terapeutické okno pro indukci TH je nejpozději 6 hodin. Pro indukci je vhodná RIVA.
- 2) **Udržování terapeutické hypotermie** – Po dosažení cílové teploty se TH udržuje 12-24 hodin. Zde již není vhodná samotná RIVA a je potřeba ji kombinovat dalšími, nejlépe celotělovými metodami ochlazování. Důležitá je monitorace TT, aby se zabránilo výkyvům teploty.
- 3) **Aktivní ohřívání** – TT by měla růst kontrolovaně v rozmezí 0,1 až 0,5°C/hod.
- 4) **Kontrola normotermie** – probíhá 24 až 48 hodin po dosažení TT 36°C. Cílem je zabránit hypertermii.(Hejná, 2016; Klementa, 2014; Kubalová, 2016)

## II. VÝZKUMNÁ ČÁST

### 4 METODIKA VÝZKUMNÉ ČÁSTI

Systematické review tvoří z jednotlivých publikací větší celky (např. meta-analýzy), jejichž cílem je vytvořit komplexnější výsledek k danému problému. Aby nedocházelo k publikačním zkreslením, jsou různými institucemi a univerzitami vydávány metodické pokyny k tvorbě publikačních přehledů. V současné době patří na vrchol ve tvorbě systematických review Joanna Briggs Institute (JBI), z jejichž metodiky jsem se snažil vycházet.

Na začátku práce je nutné stanovit rešeršní otázku a to z kritérií, dle kterých budou publikace vyhledávány. Pro sestavení zodpověditelné výzkumné otázky slouží vzorec PICO, což je anglická zkratka pro následující kritéria: P- Patient (pacient), I- intervention (intervence), C- comparison (porovnávání s intervencí), O- outcome (výstup).

Pro účel mé rešerše jsem stanovil kritéria v následující tabulce tak, abych dostal pokud možno co nejuzší výběr publikací.

**Tabulka 1 Kritéria pro výzkumnou otázku**

Populace	Dospělý, po srdeční zástavě mimo nemocniční zařízení, resuscitován s návratem spontánní srdeční činnosti.
Intervence	Indukovaná terapeutická hypotermie nebo management tělesné teploty
Porovnání	Bez použití managementu tělesné teploty nebo terapeutické hypotermie
Výstupy	Přežití po 24 hodinách od návratu spontánní srdeční činnosti, neurologický výstup pacienta

Otázka PICO pro mojí práci zní: Jaký efekt má mírná terapeutická hypotermie (I) na neurologický výstup a mortalitu (O) pacientů, po úspěšně resuscitované mimonemocniční srdeční zástavě, v porovnání s neregulovanou teplotou (C)?

Vyhledával jsem v databázích prostřednictvím rozšířeného vyhledání s pomocí Booleánských koordinátorů AND a OR. Zadána byla klíčová slova pro vyhledání studií, která jsou v tabulkách 2 a 3.

Pro vyhledávání jsem zvolil českou databázi Medvik a zahraniční PubMed, přičemž česká databáze nenalezla žádné výsledky.

**Tabulka 2 PICO Klíčová slova**

Populace	Dospělý, srdeční zástava mimo zdravotnické zařízení, resuscitace, návrat spontánní srdeční činnosti.
Intervence	Terapeutická hypotermie, management tělesné teploty
Porovnání	Bez managementu tělesné teploty, bez terapeutické hypotermie
Výstupy	Přežití po 24 h, úmrtí, neurologický výstup

**Tabulka 3 PICO Keywords**

Populace	Adult, out of hospital cardiac arrest, cardiopulmonary resuscitation, return of spontaneous circulation
Intervence	Mild therapeutic hypothermia, targeted temperature management
Porovnání	No hypothermia, no targeted temperature management
Výstupy	24 hour survival, mortality, neurological outcome

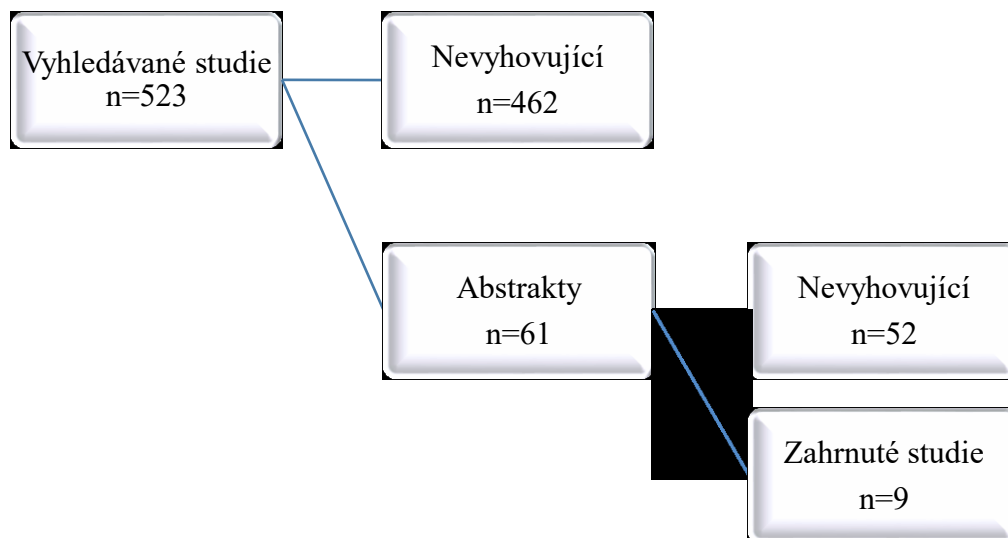
V tabulce číslo 4 je zadáno uspořádání klíčových slov a Booleánských koordinátorů, a také počet výsledků k jednotlivým slovům a jejich kombinacím.

**Tabulka 4 Vyhledávací strategie v databázi PubMed**

Číslo	Klíčové slovo	Počet výsledků
1.	Adult	6 602 584
2.	Outof hospitál cardiacarrest	5 858
3.	Cardiopulmonaryresuscitation	20 666
4.	Return ofspontaneouscirculation	2245
<b>5.</b>	<b>1 OR 2 OR 3 OR 4</b>	<b>6 642354</b>
6.	Mildtherapeutichypothermia	2352
7.	Targetedtemperature management	519
<b>8.</b>	<b>6 OR 7</b>	<b>2 836</b>
9.	No hypothermia	41 377
10.	No targetedtemperature management	519
<b>11.</b>	<b>9 OR 10</b>	<b>41 651</b>
12.	24 hoursurvival	6 460
13.	Mortality	1 023 007
14.	Neurological outcome	41 466
<b>15.</b>	<b>12 OR 13 OR 14</b>	<b>1 057 362</b>
<b>16.</b>	<b>5 AND 8 AND 11 AND 15</b>	<b>523</b>

Zdroj: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>

Z celkového počtu 523 studií bylo potřeba vybrat pouze plné texty v angličtině nebo češtině. Byly zahrnuty pouze studie: randomizované, klinické, případové, multicentrické a komparativní. Pro účel této práce byly vyřazeny studie, které nebyly prováděny na lidech. Celkem zůstalo 61 abstraktů, které byly dále detailně pročteny, přičemž jich 52 neodpovídalo zadání nebo nebyly dokončené. Tato selekce je vyjádřena prostřednictvím tzv. Flow chart grafu zobrazeného v obrázku číslo 2. Tabulka číslo 5 ukazuje 9 studií, které jsem zahrnul do této práce a dále porovnával. V následujícím textu je vyhotoven výstup z každé studie a v diskuzi jsou blíže porovnány.



Obrázek 2 Flow Chart Graf

Tabulka 5 Seznam zahrnutých studií

Číslo	Rok vydání	Autor
1.	2015	Premkumar NattanmaiChandrasekaran, et al.,
2.	2015	Charles Maynard, et al.,
3.	2013	Niklas Nielsen, et al.
4.	2002	N Engl J Med,
5.	2009	Sergio Castrejón, et al.,
6.	2015	Z.-H. LI, et al.
7.	2010	Roman Škulec, et. al.
8.	2010	Ingo G Steffen, et al.,
9.	2014	Robert Kowalik, et al.,

## 1. What is the right temperature to cool post-cardiac arrest patients?

**Premkumar Nattanmai.** Chandrasekaran, et al., (2015)

Mezinárodní, multicentrická, randomizovaná kontrolovaná studie, jejímž cílem je zjistit, zda má pozitivnější vliv TTM blízky fyziologické teplotě (36°C), nebo jsou pozitivnější neurologické výstupy a mortalita dosaženy mírnou terapeutickou hypotermií s cílovou teplotou 33°C. Studie probíhala na 36 JIP v rámci Evropy a Austrálie.

**Metody:** Do studie byli zahrnuti dospělí pacienti po OHCA s defibrilovatelným rytmem, kteří měli GCS méně než 8 a po ROSC měli stálou cirkulaci (bez kompresí hrudníku) déle než 20 minut. Účastníci (n=939) byli rozděleni do skupiny s cílovou teplotou 33°C (n=466) a 36°C (n=473), která byla udržovaná po dobu 24 hodin. Poté (asi 36h od CA) byly obě skupiny ohřívány na 37°C (po 0,5°C/hod.) a po ohřátí měly 72h udržovanou teplotu do 37,5°C. Primárním výsledkem byla mortalita v obou skupinách. Po 180 dnech byl na základě CPC stanoven neurologický výsledek. Pro indukci TH byly použity rozdílné metody.

**Výsledky:** Z experimentální skupiny s TT 33°C zemřelo 48% účastníků (225 ze 466) účastníků, respektive 50% ve skupině s TT 36°C (235 ze 473). Výsledky po zhodnocení neurologického výstupu (CPC) po 180 dnech uvádějí špatnou prognózu (smrt nebo nepříznivé CPC) u 54% účastníků skupiny TT 33°C, respektive 52% u skupiny s cílovou teplotou 36°C.

**Závěr:** Výsledky obou experimentálních skupin neprokázaly významný rozdíl mezi skupinami s cílovou teplotou 33 a 36°C, avšak metody indukce TH byly rozdílné. Standardy do roku 2002, které nedoporučují regulaci teploty, mají vyšší mortalitu. Mezi objevené nedostatky studie patří prodleva v indukci TH, prodloužená doba dosažení TT (10 hod.) a mnohem rychlejší zahřívání proti jiným studiím. Způsoby randomizace nejsou blíže specifikovány.

**Tabulka 6 Hodnocení studie Chandrasekaran 2015**

<b>ČÍSLO</b>	<b>OTÁZKA</b>	<b>VÝSLEDEK</b>
1.	Je přiřazení do léčebných skupin skutečně náhodné?	NEJASNÉ
2.	Jsou participanti zaslepeni vzhledem k přidělení léčby?	ANO
3.	Je přidělování do léčebných skupin ukryto před tím, kdo rozděluje?	NE
4.	Jsou výstupy participantů, kteří byli vyřazeni, popsány a zahrnuty do analýzy?	NE
5.	Jsou ti, co hodnotí výstupy, zaslepeni k rozdělení léčby?	NEJASNÉ
6.	Jsou na začátku kontrolní a léčebná skupina srovnatelné?	ANO
7.	Je s kontrolní i experimentální skupinou zacházeno stejně?	NE
8.	Jsou výstupy měřeny stejným způsobem u všech skupin?	NE
9.	Byly výstupy měřeny reliabilním způsobem?	ANO
10.	Je použita vhodná statistická analýza?	NEJASNÉ



**2. Effect of prehospital induction of mild hypothermia on 3-month neurological status and 1-year survival among adults with cardiac arrest: long-term follow-up of a randomized, clinical trial.** Charles Maynard, et al., (2015)

Tato multicentrální, randomizovaná studie probíhala od 7. 12. 2007 do 7. 12. 2012 na území okresu King Country v americkém státě Washington. Studie porovnává výsledky pacientů s TH nastavenou na 33°C a kontrolní skupinu s TTM 36°C. Cílem bylo porovnat mortalitu po 1 roce a neurologické výsledky (dle CPC) po 3 měsících od CA.

**Metody:** Z celkového počtu 1359 pacientů bylo z nemocnice propuštěno 508 pacientů (37%). Z tohoto vzorku bylo 73% (n=373) kontaktováno telefonicky (jednou osobou), pro zjištění jejich neurologického výsledku. Do studie byli zařazeni pacienti s defibrilovatelným i nedefibrilovatelným rytmem

**Výsledky:** Výborných výsledků CPC (1,2) dosáhlo 59% pacientů z léčené skupiny (TH 33°C) a 58% ze skupiny kontrolní (TTM 36°C). Při hodnocení mRS dosáhlo dobrého výsledku (nebo mírného postižení) 50% pacientů léčené skupiny, respektive 49% skupiny kontrolní. První rok přežilo souhrnně 86% pacientů. V léčebné skupině to bylo 87% a v kontrolní 84%.

**Závěr:** Dle výsledků nejsou signifikantně větší rozdíly mezi skupinami s mírnou terapeutickou hypotermií při 33°C a kontrolní skupinou s nastaveným managementem teploty na 36°C.

**Tabulka 7 Hodnocení studie Maynard 2015**

<b>ČÍSLO</b>	<b>OTÁZKA</b>	<b>VÝSLEDEK</b>
1.	Je přiřazení do léčebných skupin skutečně náhodné?	ANO
2.	Jsou participanti zaslepeni vzhledem k přidělení léčby?	ANO
3.	Je přidělování do léčebných skupin ukryto před tím, kdo rozděljuje?	NE
4.	Jsou výstupy participantů, kteří byli vyřazeni, popsány a zahrnuty do analýzy?	NE
5.	Jsou ti, co hodnotí výstupy, zaslepeni k rozdělení léčby?	NE
6.	Jsou na začátku kontrolní a léčebná skupina srovnatelné?	ANO
7.	Je s kontrolní i experimentální skupinou zacházeno stejně?	NEJASNÉ
8.	Jsou výstupy měřeny stejným způsobem u všech skupin?	ANO
9.	Byly výstupy měřeny reliabilním způsobem?	ANO
10.	Je použita vhodná statistická analýza?	NEJASNÉ

### 3. Targeted temperature management at 33°C versus 36°C after cardiac arrest.

Niklas Nielsen, et al. (2013)

Tento randomizovaný výzkum probíhal na 36 JIP v Evropě a Austrálii od listopadu 2010 do ledna 2013. Zařazení byli pacienti starší 18 let s GCS menším než 8, kteří prodělali OHCA s předpokládanou kardiální příčinou. Iniciální rytmus nebyl rozlišován. Byly vytvořeny 2 skupiny. Léčebná (33°C) a kontrolní (36°C).

**Metody:** Randomizace byla provedena pomocí náhodného vygenerování počítačem a to v poměru 1:1. Počet počáteční účastníku byl 950. Při indukci TH se dbalo na co nejrychlejší provedení. Po 28 hodinách (od počátku indukce TH) byla zahájena ohřívací fáze (o 0,5°C za hodinu). Po ukončení intervence byla udržovaná teplota do 37,5°C po dobu 72 hodin. Studie hodnotí primárně mortalitu. Sekundárním hodnocením jsou neurologické výstupy po 180 dnech dle škály CPC a mRS.

**Výsledky:** Na konci studie je zahrnuto 939 účastníků. V léčebné skupině zemřelo 235 ze 473 pacientů (50%) a v kontrolní skupině zemřelo 225 ze 466 (48%). Po 180 dnech sledování mělo 54% účastníků v léčebné (33°C) skupině špatnou prognózu dle CPC, nebo nastala smrt. Kontrolní skupina (36°C) měla negativní prognózy u 52% účastníků po 180 dnech. Po zahrnutí známých prognostických faktorů byly výsledky podobné. Výskyt nežádoucích účinků byl častější v léčebné skupině. Hypokalémie se vyskytla u 19% účastníků léčebné skupiny. U skupiny s cílovou teplotou 36°C byla hypokalémie jen u 13% účastníků.

**Závěr:** Studie neshledala významný rozdíl v úmrtnosti a neurologických výstupech mezi léčebnou a kontrolovanou skupinou. Hypotermie s cílovou teplotou 33°C neprokázala žádný přínos v porovnání s řízeným managementem tělesné teploty na 36°C.

**Tabulka 8 Hodnocení studie Nielsen 2013**

<b>ČÍSLO</b>	<b>OTÁZKA</b>	<b>VÝSLEDEK</b>
1.	Je přiřazení do léčebných skupin skutečně náhodné?	ANO
2.	Jsou participanti zaslepeni vzhledem k přidělení léčby?	ANO
3.	Je přidělování do léčebných skupin ukryto před tím, kdo rozděluje?	NE
4.	Jsou výstupy participantů, kteří byli vyřazeni, popsány a zahrnuty do analýzy?	NE
5.	Jsou ti, co hodnotí výstupy, zaslepeni k rozdělení léčby?	ANO
6.	Jsou na začátku kontrolní a léčebná skupina srovnatelné?	ANO
7.	Je s kontrolní i experimentální skupinou zacházeno stejně?	NE
8.	Jsou výstupy měřeny stejným způsobem u všech skupin?	ANO
9.	Byly výstupy měřeny reliabilním způsobem?	ANO
10.	Je použita vhodná statistická analýza?	NEJASNÉ

#### **4. Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest.**

N Engl J Med, (2002)

Jedná se o multicentrickou, randomizovanou, kontrolovanou studii se zaslepeným hodnocením výsledku, která se uskutečnila od března 1996 do července 2000 (původní plán do ledna 2001 byl zkrácen). Cílem této studie je zjistit, zda mírná terapeutická hypotermie snižuje pravděpodobnost neurologického deficitu u pacientů po CA s úspěšnou KPR. Osoby, které se podílely na péči o pacienty během 48 hodin, nemohly být zaslepené vzhledem k léčbě. Lékaři hodnotící neurologický výsledek v průběhu prvních šesti měsíců byli zaslepeni.

**Metody:** Celkem se hodnotila způsobilost 3551 pacientů, z nichž zůstalo pouze 275 vhodných kandidátů. 137 účastníků bylo zahrnuto do léčebné skupiny s TH a 138 účastníků do kontrolní skupiny (zde byla teplota udržována pod 38°C). U 14 účastníků došlo k přerušení TH: u 6 pro úmrtí, 3 pro arytmií a hemodynamickou nestabilitu, 2 případ selhání chladicího přístroje, 1 ruptura jater, 1 předchozí zařazení do jiné studie, 1 chybná doba trvání chlazení. Dva účastníci (každý z jedné skupiny) byli ze studie odebráni kvůli neurologickému stavu.

Časový interval mezi ROSC a zahájením ochlazování činil 61 až 192 minut a docílení teploty 32-34°C proběhlo v průměru během 8 hodin. U 19 účastníků nebyla dosažena požadovaná teplota. TH se udržovala po dobu 24 hodin, po čemž následovalo pasivní zahřátí na teplotu 36°C, trvající v průměru 8 hodin.

**Výsledky:** 75% účastníků z léčebné skupiny mělo příznivý neurologický výsledek. Kontrolní skupina měla takovýto výsledek pouze u 39%. Rozdílná je i mortalita – 55% ve skupině bez TH a 41% ve skupině s TH.

**Závěr:** Tato studie vykazala výrazně více pacientů s dobrým neurologickým výsledkem při indukci mírné terapeutické hypotermie. Léčebná skupina měla také nižší mortalitu v porovnání s kontrolní skupinou. Na počátku studie byla velká skupina potenciálních účastníků, avšak cílem bylo minimalizovat vstupní rozdíly mezi účastníky.

**Tabulka 9N Hodnocení studie Engl J Med 2002**

<b>ČÍSLO</b>	<b>OTÁZKA</b>	<b>VÝSLEDEK</b>
1.	Je přiřazení do léčebných skupin skutečně náhodné?	ANO
2.	Jsou participanti zaslepeni vzhledem k přidělení léčby?	ANO
3.	Je přidělování do léčebných skupin ukryto před tím, kdo rozděluje?	NE
4.	Jsou výstupy participantů, kteří byli vyřazeni, popsány a zahrnuty do analýzy?	NE
5.	Jsou ti, co hodnotí výstupy, zaslepeni k rozdělení léčby?	ANO
6.	Jsou na začátku kontrolní a léčebná skupina srovnatelné?	ANO
7.	Je s kontrolní i experimentální skupinou zacházeno stejně?	NE
8.	Jsou výstupy měřeny stejným způsobem u všech skupin?	ANO
9.	Byly výstupy měřeny reliabilním způsobem?	ANO
10.	Je použita vhodná statistická analýza?	NEJASNÉ

## **5. Improved prognosis after using mild hypothermia to treat cardiorespiratory arrest due to a cardiac cause: comparison with a control group. Sergio Castrejón, et al., (2009)**

Tato studie zkoumá vliv TH na přežití a neurologické výsledky u pacientů, kteří přežili CA. Porovnávalo se 41 účastníků s mírnou hypotermií a 28 účastníků se standardní léčbou. Hlavním cílem studie bylo popsat neurologický stav pacientů prostřednictvím CPC, při propouštění z nemocnice a po šesti měsících.

**Metody:** Tělesná teplota byla udržována na 33-34 °C po dobu 12-24 hodin. Hypotermie mohla být pozastavena, pokud se objevilo jakékoliv důležité klinické zhoršení.

**Výsledky:** Při propouštění byl neurologický stav dobrý (CPC 1 nebo 2) u 43,9% pacientů z léčené skupiny a 17,9% v kontrolní skupině. Po šesti měsících po propuštění byl zjištěn dobrý neurologický stav u 46,3% pacientů z léčené skupiny a 21,4% v kontrolní skupině. Z léčené skupiny přežilo 23 účastníků a po šesti měsících 21. V kontrolní skupině přežilo 11 účastníků a po šesti měsících 9.

**Závěr:** Účinnost TH je závislá na několika faktorech, zejména na léčbě příčiny zástavy (zvláště pokud jde o akutní infarkt myokardu) a na čase, který uplynul před zahájením KPR. Studie naznačuje kladný výsledek pro účastníky s TH před normální léčbou, především pro neurologický výstup.

**Tabulka 10 Hodnocení studie Castrejón 2009**

ČÍSLO	OTÁZKA	VÝSLEDEK	KOMENTÁŘ
1.	Je vzorek pacientů reprezentativní vzhledem k dané populaci?	ANO	Převaha mužů
2.	Jsou pacienti v tom samém bodě z hlediska jejich podmínek/nemoci?	ANO	CA, úspěšná KPR
3.	Byla systematická chyba minimalizována ve vztahu k výběru případů a kontrol?	NEJASNÉ	
4.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	ANO, ale bez strategie	Znalost techniky TH, délka trvání KPR, dostupnost pomůcek (defibrilátor)
5.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	ANO	CPC
6.	Je sledování prováděno dostatečně dlouhou dobu?	ANO	Při propuštění z nemocnice a po šesti měsících
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili studii, popsány a zahrnuty do analýzy?	ANO	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	NEJASNÉ	Není popsáno



## **6. The significance of mild hypothermia therapy on patients with successful resuscitation of cardiac arrest. Z. H. Li, et al. (2015)**

Studie zkoumá význam léčby s mírnou hypotermií u pacientů po srdeční zástavě a úspěšné KPR. Celkem 96 pacientů bylo rozděleno do kontrolní skupiny (n=37) a do léčebné skupiny (n=59).

**Metody:** Všichni pacienti dostávali stejně kvalitní péči bezprostředně po resuscitaci. Léčba pro kontrolní skupinu byla kombinována s normální teplotou, zatímco léčebná skupina měla kombinovanou terapii s mírnou hypotermií. Pacientům v léčebné skupině byla během 2-4 hodin po ROSC snížena teplota na 32-34 °C a ta byla udržována po dobu 24 hodin. Během osmi hodin byli pacienti postupně ohříváni na 37°C.

**Výsledky:** Prvních 24 hodin přežilo 78,4 % (n=29) pacientů z kontrolní skupiny a 88,1 % (n=52) z léčebné skupiny. Po 7 dnech přežilo 82,8 % (n=24) z kontrolní skupiny a 92,3 % (n=48) z léčebné skupiny. Po šesti měsících se výsledky příliš nelišily - 91,7 % (n=22) u kontrolní skupiny a 93,8% (n=45) u léčebné skupiny. Dále byly sledovány hodnoty GCS v čase 0,8, 16 a 24 hodin. Kontrolovaná skupina začínala se skórem 10,5 a po 24 hodinách byla průměrná hodnota 13,6. Léčebná skupina začala na průměrné hodnotě 10,2 a po 24 hodinách dosáhla na 14,8.

**Závěr:** Včasná léčba hypotermií může zlepšit neurologický výsledek pacientů se zástavou srdce a zvýšit naděje na přežití.

**Tabulka 11 Hodnocení studie Li 2015**

<b>ČÍSLO</b>	<b>OTÁZKA</b>	<b>VÝSLEDEK</b>	<b>KOMENTÁŘ</b>
1.	Je vzorek pacientů reprezentativní vzhledem k dané populaci?	ANO	
2.	Jsou pacienti v tom samém bodě z hlediska jejich podmínek/nemoci?	ANO	CA, úspěšná KPR,
3.	Byla systematická chyba minimalizována ve vztahu k výběru případů a kontrol?	NEJASNÉ	
4.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	NE	
5.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	ANO	GCS
6.	Je sledování prováděno dostatečně dlouhou dobu?	ANO	Mortalita po 6 měsících
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili studii, popsány a zahrnuty do analýzy?	NE	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	NEJASNÉ	Není popsáno

## **7. Pre-hospital cooling of patients following cardiac arrest is effective using even low volumes of cold saline.** Roman Škulec, et. al. (2010)

Jedná se o multicentrickou kohortovou pozorovací studii, která má retrospektivní kontrolní skupinu. Studie probíhala ve 2 krajích České republiky s počtem 1 840 000 obyvatel. Zapojeno bylo 18 výjezdových stanovišť a 23 JIP. Vzhledem k tomu, že se nejednalo o randomizovanou studii, nebyl požadován písemný informovaný souhlas.

**Metody:** V rámci léčebné skupiny byla indukována TH v PNP u 40 osob. Indukce TH proběhla metodou RIVA, tedy aplikací krystaloidního roztoku o teplotě 4°C. Průměrné množství bylo  $12.6 \pm 6.4$  ml/kg fyziologického roztoku, což snížilo TT o  $1,4 \pm 0,8$  °C (měřeno tympanálně) za dobu transportu  $42,8 \pm 19,6$  min. Kontrolní skupinou byli pacienti po KPR, vybraní v období 1 roku před zahájením studie. Pro minimalizaci zkreslení byla aplikována stejná kritéria pro výběr, jako u léčebné skupiny. Kontrolní skupina podstoupila rovněž TH, ale s prodlevou, v rámci péče nemocniční. Čas dojezdu od kolapsu po příjezd do nemocnice byl u obou skupin srovnatelný.

**Výsledky:** Nízké podání chladných krystaloidů nastalo u 57,5% pacientů (n=23), nejčastěji (v 73,9%) z důvodu krátkého dojezdového času. V léčebné skupině byl patrný vyšší výskyt příznivého neurologického výsledku, na čemž se podepsala také vyšší účast svědků na KPR. V případě léčebné skupiny bylo svědkem resuscitováno 53,8% pacientů, u skupiny kontrolní pouze 23,5%. Bez asistence svědků bylo zaznamenáno 28,6% zástav u léčebné skupiny a 30,4% u skupiny kontrolní. V průběhu hospitalizace zemřelo 37,5% (n=15) pacientů léčebné skupiny, respektive 55% (n=22) ze skupiny kontrolní. Dobrý neurologický výsledek CPC 1 až 2 byl shledán u 45% (n=18) léčebné skupiny, oproti 27,5% (n=11) z kontrolní skupiny.

**Závěr:** Aplikace TH metodou RIVA vede k významnému poklesu TT i při relativně malých dávkách roztoku. Tato dávka může mít v některých případech pozitivní vliv na stabilitu oběhu v počátcích ROSC. Časná TH má také pozitivní vliv na nižší potřebu katecholaminů. Ve skupině s TH byl větší počet pacientů resuscitován svědky události. Pro potvrzení výstupu je potřeba udělat další studie.

**Tabulka 12 Hodnocení studie Škulec 2010**

<b>ČÍSLO</b>	<b>OTÁZKA</b>	<b>VÝSLEDEK</b>	<b>KOMENTÁŘ</b>
1.	Je vzorek pacientů reprezentativní vzhledem k dané populaci?	ANO	Převaha mužů (u KPR běžné)
2.	Jsou pacienti v tom samém bodě z hlediska jejich podmínek/nemoci?	NE	NZO, u TH více počátečních laických KPR
3.	Byla systematická chyba minimalizována ve vztahu k výběru případů a kontrol?	ANO	Vyloučení CA traumatického původu+ další faktory
4.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	NE	
5.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	ANO	Mortalita, CPC
6.	Je sledování prováděno dostatečně dlouhou dobu?	NEJASNÉ	
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili studii, popsány a zahrnuty do analýzy?	NE	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	ANO	

**8. Mild therapeutic hypothermia alters neuron specific enolase as an outcome predictor after resuscitation: 97 prospective hypothermia patients compared to 133 historical non-hypothermia patients.** Ingo G Steffen, et al., (2010)

Tato kohortová observativní studie shromažďuje data o 97 pacientech z léčebné skupiny, kteří dostali mírnou terapeutickou hypotermií. Data jsou porovnána retrospektivním kontrolním vzorkem 133 pacientů, kteří nepodstoupili hypotermií.

**Metody:** Celkový počet pacientů ve studii byl 230. Skupina pacientů s hypotermií (n = 97) byla vytvořena v období od prosince 2006 do srpna 2008. Historická skupina bez hypotermie (n=133) byla vytvořena z pacientů přijatých ve stejném zařízení v letech 2002 až 2004. Studie využívala metodu RIVA a jako doplňkovou metodu zvolila neinvazivní přístroj ArcticSun2000. Cílová teplota byla udržována po 24 hodin. Enzym NSE byl měřen po 72 hodinách. Neurologický výstup dle CPC byl změřen po 6 měsících.

**Výsledky:** Z výsledků CPC a mortality je patrný výrazný rozdíl mezi léčebnou a kontrolní skupinou. Výborných výsledků CPC 1 a 2 dosáhlo v léčebné skupině 54,6% (n=53), zatímco ve skupině kontrolní to bylo pouze 22,5% (n=30). Mortalita byla rovněž v neprospěch kontrolní skupiny, kde zemřelo 48,1% (n=64) pacientů, zatímco ve skupině léčebné to bylo 35,1% (n=34) pacientů.

**Závěr:** Mírná terapeutická hypotermie v této studii prokázala velice dobré výsledky. Paradoxem je, že i přes vyšší (nepříznivé) hodnoty NSE má skupina s terapeutickou hypotermií lepší skutečné neurologické výstupy. Proto by se mělo v některých případech více přihlížet na neurofyziologické vyšetření, než na hodnotu markeru NSE.

**Tabulka 13 Hodnocení studie Steffen 2010**

<b>ČÍSLO</b>	<b>OTÁZKA</b>	<b>VÝSLEDEK</b>	<b>KOMENTÁŘ</b>
1.	Je vzorek pacientů reprezentativní vzhledem k dané populaci?	ANO	Je zde více mužů, po KPR
2.	Jsou pacienti v tom samém bodě z hlediska jejich podmínek/nemoci?	ANO	Jsou zde zastoupeny podobné vstupní hodnoty.
3.	Byla systematická chyba minimalizována ve vztahu k výběru případů a kontrol?	NEJASNÉ	
4.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	NE	
5.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	ANO	
6.	Je sledování prováděno dostatečně dlouhou dobu?	ANO	Neurologický výstup po 6 měsících
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili studii, popsány a zahrnuty do analýzy?	NE	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	ANO	

**9.Cardiac arrest survivors treated with or without mild therapeutic hypothermia: performance status and quality of life assessment.** Robert Kowalik, et al., (2014)

Studie byla určena k posouzení dlouhodobého neurologického a psychologického stavu pacientů po zástavě srdeční činnosti, jakož i k porovnání neuropsychologických výsledků mezi pacienty léčenými mírnou terapeutickou hypotermií a pacienty, kteří nebyli podrobeni terapeutické hypotermii.

**Metody:** Účastníci studie byli rozděleni na dvě skupiny. Kontrolovaná skupina čítala 37 účastníků vybraných z dřívějších lékařských záznamů se srdeční zástavou a úspěšnou KPR. Léčebná skupina zahrnuje 28 pacientů, jenž je po CA a úspěšné KPR podstoupili MTH 33°C po dobu 36 hodin. Poté následovalo oteplování o 0,1°C/hod

**Výsledky:** Hodnotí se stupeň invalidity (DRS), Bartelův index a zdravotní průzkum RAND 36, který poskytuje údaj o vnímání změny ve zdraví. Celková úmrtnost (CPC 5) během hospitalizace a šesti měsíčního sledování byla 35,7% u skupiny s MTH a 45,9% u kontrolní skupiny. Průměrná hodnota DRS ve skupině s MTH byla 0, v kontrolní skupině 1. Barthelův index 100 bodů zaznamenalo 12 pacientů z léčebné skupiny a 12 pacientů z kontrolní skupiny. V dlouhodobém sledování vykazovali pacienti s MTH vyšší vitalitu a hlásili méně stížností na omezení v životě v důsledku emočních problémů v porovnání s kontrolní skupinou.

**Závěr:** Bylo zjištěno, že pacienti s MTH vykazovali vyšší vitalitu a hlásili méně stížností na omezení sociálních rolí v důsledku emočních problémů, ve srovnání s kontrolní skupinou.

**Tabulka 14 Hodnocení studie Kowalik 2014**

<b>ČÍSLO</b>	<b>OTÁZKA</b>	<b>VÝSLEDEK</b>	<b>KOMENTÁŘ</b>
1.	Je vzorek pacientů reprezentativní vzhledem k dané populaci?	ANO	Převaha mužů
2.	Jsou pacienti v tom samém bodě z hlediska jejich podmínek/nemoci?	ANO	
3.	Byla systematická chyba minimalizována ve vztahu k výběru případů a kontrol?	NEJASNÉ	
4.	Jsou zavádějící faktory identifikované a jsou stanovené strategie, jak s nimi naložit?	ANO, ale bez strategie	Časový odstup dat
5.	Jsou výsledky hodnoceny za použití objektivních kritérií?	ANO	DRS, Barhelův index, RAND 36
6.	Je sledování prováděno dostatečně dlouhou dobu?	NEJASNÉ	
7.	Jsou výstupy participantů, kteří nedokončili studii, popsány a zahrnuty do analýzy?	NE	
8.	Jsou výsledky měřeny reliabilním způsobem?	NEJASNÉ	Není popsáno



## 5 DISKUZE

Tato práce zahrnuje celkem 9 studií, které byly publikovány v letech 2002 až 2015. Vzhledem k faktu, že terapeutická hypotermie je součástí doporučených postupů ERC Guidelines od roku 2005, se většina publikací zabývá porovnáváním mírné terapeutické hypotermie (většinou v rozmezí 32-34°C) s managementem tělesné teploty (TT 36°C), což je rovněž metoda aktivního ochlazování.

Z 9 zahrnutých studií bylo 8 studií publikovaných po roce 2005, tedy v době, kdy se terapeutická hypotermie stala standardem. Pouze jediná zahrnutá studie z roku 2002 byla publikována před tímto významným milníkem.

Multicentrická randomizovaná studie Engel 2004 vykazala významně lepší neurologické výsledky u pacientů s indukovanou hypotermií a také nižší mortalitu. Kontrolní skupina v této studii byla vystavena vyšší než fyziologické tělesné teplotě. Na počátku této studie byl velký vzorek pacientů (n=3551), přičemž bylo velké množství vyřazeno ve snaze minimalizovat počáteční rozdíly.

Výrazně lepší výsledky pacientů s MTH má také studie Steffen 2010. Ačkoliv je studie z období, kdy byla již MTH standardem, kontrolní skupina byla vybrána retrospektivně a to z období 2002 až 2004. Lze tedy předpokládat, že pacienti nebyli chlazení na teplotu blízkou fyziologickému rozmezí. U této studie je léčebná skupina s MTH v jisté výhodě, neboť větší část pacientů léčebné skupiny (67%) měla počáteční defibrilovatelný rytmus, a laicky asistovaná resuscitace byla poskytnuta 39,2% pacientů. U skupiny kontrolní byl defibrilovatelný rytmus v 54,9% případů a laická resuscitace byla poskytnuta pouze 18% postižených. Průměrný čas ROSC byl 22 minut u kontrolní skupiny a 20 minut v případě léčebné skupiny.

Multicentrické randomizované studie Chandrasekaran 2015, Maynard 2015, Nielsen 2013 jsou dobře zpracovány, mají širokou populaci pacientů a docházejí k závěru, že MTH neprokazuje významný přínos v porovnání s metodou TTM. Studie Nielsen 2013 poukazuje vyšší výskyt hypokalémie a dalších nežádoucích účinků, v případě léčebné skupiny. Slabinou studie Chandrasekaran 2015 jsou rozdílné způsoby indukce TH, prodlevy při ochlazování, či příliš rychlé ohřívání u některých případů.

Studie Casterjón 2009 shledala velice pozitivní neurologické výsledky u skupiny léčené TH. Autoři jsou si vědomi, že úspěšnost výsledků je do velké míry závislá rychlé a vhodné léčbě příčin NZO. Výsledek studie může být zkreslen malým počtem účastníků (n=41).

Studie Li 2015 a Kowalik 2014 se staví pozitivně k metodě TH. V případě studie Kowalik 2014 byly zaznamenány lepší výsledky pacientů s MTH, kteří hlásili méně problémů v osobním životě. Také mortalita byla výrazně nižší. Studie Li 2015 dosáhla rovněž nižší mortality a to zejména v prvních 7 dnech hospitalizace. Obě tyto studie mají poměrně malý vzorek populace.

Jedinou českou studií je studie Škulec 2010, která poukazuje na velmi vysokou účinnost metody RIVA při počátečním ochlazování. Kontrolní vzorek této studie je retrospektivní. Tato studie má výhodu ve stejném způsobu indukce TH, avšak vzorek pacientů není zcela homogenní, neboť v léčebné skupině proběhlo více resuscitací s účastí svědků události.

Studie zabývající se účinností terapeutické hypotermie po úspěšné resuscitaci mají velice nelehký úkol. Vytvoření dat s co nejvíce vypovídající hodnotou, je velice složité, neboť každá NZO probíhá za naprosto odlišných okolností. Každý pacient, který ji prodělá, je ve své podstatě jedinečný. Složitost tvorby takovýchto studií spočívá ve velkém množství proměnlivých faktorů u NZO, které je těžké ve studii zohlednit.

## 6 ZÁVĚR

V době výběru zadání bakalářské práce (rok 2014) byla metoda terapeutické hypotermie velice diskutovaným tématem, a to vzhledem k blížícímu se zasedání Evropské resuscitační rady pro rok 2015. V daném období také probíhalo mnoho studií, které se indukcí hypotermie zabývaly.

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit, zda mírná terapeutická hypotermie skutečně snižuje mortalitu a zlepšuje neurologický výsledek pacientů, kteří prodělali úspěšně resuscitovanou srdeční zástavu.

Z dostupných studií je patrný jednoznačný přínos mírné terapeutické hypotermie, pokud je porovnávána s poresuscitační péčí, při které nedochází k významné regulaci tělesné teploty a pacienti jsou vystaveni hyperpyrexii. Zde bylo dosaženo lepších neurologických výsledků i nižší mortality.

Pokud jsou ovšem porovnávány výsledky mírné terapeutické hypotermie (32-34°C) a managementu tělesné teploty (TT 36°C), výsledky nejsou jednoznačné a neprokazují zásadní přínos mírné terapeutické hypotermie. Vzhledem k podobným výsledkům metody MTH a TTM je tedy potřeba přihlédnout k faktu, že mírná terapeutická hypotermie s sebou přináší také větší riziko nežádoucích účinků. Mezi ty nejčastější a nejzávažnější patří elektrolytová dysbalance, koagulopatie a arytmie.

V roce 2015 byly vydány nové doporučené postupy ERC Guidelines 2015, které upřednostňují management tělesné teploty, tedy udržování fyziologické TT kolem 36°C, před mírnou hypotermií 32-34°C. Tato doporučení jsou založena na výsledcích práce mnoha odborníků, kteří se podílí na tvorbě mezinárodních studií a meta-analýz, se kterými tuto bakalářskou práci nelze kvalitativně ani kvantitativně srovnávat. Tato bakalářská práce je stručným přehledem dostupných publikací a ukazuje, že pro zkoumání určité problematiky, je potřeba více zdrojů, které je důležité kriticky zhodnotit, neboť metody a závěry různých publikací se mohou velmi lišit.

Závěrem tedy nelze jednoznačně doporučit indukci nízkých teplot a TTM se jeví jako bezpečný a účinný kompromis mezi nízkou teplotou a hyperpyrexii. Do budoucna lze jen uvítat další velké multicentrické studie, které mají stejnou metodiku, a také snahu minimalizovat vstupní rozdíly (jako jsou věk, anamnéza před NZO, příčina NZO, délka trvání NZO, a další) mezi pacienty.

## 7 LITERATURA

**BYDŽOVSKÝ, Jan.** *Akutní stavy v kontextu*. 1. vyd. Praha: Triton, 2008. 456 s. ISBN 978-80-7254-815-6.

**CASTREÓN, Sergio ,et al.,** *Improved prognosis after using mild hypothermia to treat cardiorespiratory arrest due to a cardiac cause: comparison with a kontrol group*. [online] 2009. [cit. 2017-07-13]. DOI: 10.1016/S1885-5857(09)72353-9. Dostupné z: <http://www.revespcardiol.org/en/improved-prognosis-after-using-mild/articulo/13140256/>

**ČESKÁ LÉKAŘSKÁ SPOLEČNOST J. E. PURKYNĚ: SPOLEČNOSTI URGENTNÍ MEDICÍNY A MEDICÍNY KATASTROF, 2010.** *Doporučení pro používání terapeutické mírné hypotermie v přednemocniční neodkladné péči u nemocných po mimonemocniční náhlé zástavě oběhu*. [online] [cit. 2016-04-20], Dostupné z: [http://www.urgmed.cz/postupy/2010\\_hypotermie.pdf](http://www.urgmed.cz/postupy/2010_hypotermie.pdf)

**CVACHOVEC, Karel, et al.** Konsenzuální stanovisko k použití terapeutické hypotermie (ČSARIM ČLS JEP, ČSIM ČLS JEP, Společnost urgentní medicíny a medicíny katastrof ČLS JEP). *Anesteziologie & intenzivní medicína*. 2009, 20(4), 221-224. ISSN 1214-2158. Dostupné z: <http://www.prolekare.cz/anesteziologie-intenzivni-medicina-clanek?id=7693>

**DOBIÁŠ, Viliam.** *Klinická propedeutika v urgentnej medicíne*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 208 s. ISBN 978-80-247-4570-1.

**DRÁBKOVÁ, Jarmila.** *Polytrauma v intenzivní medicíně*. 1. vyd. Praha: Grada, 2002, 308 s. ISBN 80-247-0419-6

**FENDRYCHOVÁ, Jaroslava.** *Základní ošetrovatelské postupy v péči o novorozence: vybrané kapitoly*. 1 vyd. Praha: Grada, 2011. 192 s. ISBN 978-80-247-3940-3.

**HEJNÁ, Renáta a Alena BAĽOVÁ.** *Použití mírné terapeutické hypotermie na pracovišti intenzivní péče*. [online] [cit. 2016-04-20], Dostupné z: <http://www.csarim.cz/Public/csim/CSARIM%202014/02hejna.pdf>

**CHANDRASEKARAN, Premkumar Nattanmai, et al.,** *What is the right temperature to cool post-cardiac arrest patients?* [online] 2015. [cit. 2017-07-13]. DOI: 10.1186/s13054-015-1134-z. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4650897/>

**KASAL, Eduard.***Základy anesteziologie, resuscitace, neodkladné medicíny a intenzivní péče pro lékařské fakulty.* 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. 197 s. ISBN 80-246-0556-2

**KAPOUNOVÁ, Gabriela.***Ošetrovatelství v intenzivní péči.* 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 368 s. ISBN 978-80-247-1830-9.

**KLEMENTA, Bronislav, Olga KLEMENTOVÁ a Pavel MARCIÁN.***Resuscitace.* 2. rozš. vyd. Olomouc: Epava, 2014. 280 s. ISBN 978-80-86297-47-7.

**KOWALIK, Robert, et al.,.***Cardiac arrest survivor treated with or without mild therapeutic hypothermia: performance status and quality of life assessment.* [online] 2014. [cit. 2017-07-13]. DOI: 10.1186/s13049-014-0076-9. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4273459/>

**KUBALOVÁ, Jana.***Terapeutická hypotermie.* [online] [cit. 2016-04-23], dostupné z <http://www.akutne.cz/res/publikace/terapeuticka-hypotermie-kubalova-jana.pdf>

**LI, Z. H., et al.,.***The significance of mild hypothermia therapy on patients with successful resuscitation of cardiac arrest.* [online] 2015. [cit. 2017-07-13]. PMID: 26241541. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26241541>

**MAYNARD, Charles, et al.,.***Effect of prehospital induction of mild hypothermia on 3-month neurological status and 1-year survival among adults with cardiac arrest: long-term follow-up of a randomized, clinical trial.* [online] 2015. [cit. 2017-07-13]. DOI: 10.1161/JAHA.114.001693. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4392445/>

**N Engl J Med.** *Mild therapeutic hypothermia to improve the neurologic outcome after cardiac arrest.* [online] 2002. [cit. 2017-07-13]. DOI: 10.1056/NEJMoa012689. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa012689>

**NEVŠÍMALOVÁ, Soňa, Evžen RŮŽIČKA a Jiří TICHÝ.***Neurologie.* 1. vyd. Praha: Galén, 2002. 368 s. ISBN 80-246-0502-3.

**NIELSEN, Niklas et al.,.***Targeted temperature management at 33 °C versus 36 °C after cardiac arrest.* [online] 2013. [cit. 2017-07-13]. DOI: 10.1056/NEJMoa1310519. Dostupné z: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa1310519>

**NOVOTNÝ, Filip.** Využití řízené hypotermie v intenzivní a resuscitační péči u pacientů po kardiopulmocerebrální resuscitaci. Pardubice, 2015, 80 s. Bakalářská práce. Fakulta zdravotnických studií, Univerzita Pardubice

**POKORNÝ, Jan.** *Lékařská první pomoc.* 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2010. 474 s. ISBN 978-80-7262-322-8.

**REIF, Michal.** Hodnotící škály používané u pacientů s cévní mozkovou příhodou. *Neurologie pro praxi.* 2011, 12, 12-15. ISSN - 1213-1814

**REMEŠ, Roman a Silvia TRNOVSKÁ.** *Praktická příručka přednemocniční urgentní medicíny.* 1. vyd. Praha: Grada, 2013. 240 s. 2013. ISBN 978-80-247-4530-5.

**SILBERNAGL, Stefan a Florian LANG.** *Atlas patofyziologie.* 2. české vyd. Praha: Grada, 2012. 416 s. ISBN 978-80-247-3555-9.

**ŠEBLOVÁ, Jana a Jiří KNOR.** *Urgentní medicína v klinické praxi lékaře.* 1. vyd. Praha: Grada, 2013. 416 s. ISBN 978-80-247-4434-6.

**ŠEVČÍK, Pavel a Martin MATĚJOVIČ.** *Intenzivní medicína.* 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2014. 1194 s. ISBN 978-80-7492-066-0.

**ŠKULEC, Roman, Anatolij TRUHLÁŘ, et al.,** Současné ochlazovací metody pro indukci mírné hypotermie po srdeční zástavě. *Vnitřní lékařství* 2009; 55(11): 1060 – 1069

**ŠKULEC, Roman, et. al.,** *Pre-hospital cooling of patients following cardiac arrest is effective using even low volumes of cold saline.* [online] 2010. [cit. 2017-07-13]. DOI: 10.1186/cc9386. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3219975/>

**STEFFEN, Ingo G., et al.,** *Mild therapeutic hypothermia alters neuron specific enolase as an outcome predictor after resuscitation: 97 prospective hypothermia patients compared to 133 historical non-hypothermia patients.* [online] 2010. [cit. 2017-07-13]. DOI: 10.1186/cc8975. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2887191/>

**ŠTĚTINA, Jiří.** *Zdravotnictví a integrovaný záchraný systém při hromadných neštěstích a katastrofách.* 1. vyd. Praha: Grada, 2014. 584 s. ISBN 978-80-247-4578-7.

**TRUHLÁŘ, Anatolij, Jana ŠEBLOVÁ, et. al.,** *Urgentní medicína: Doporučené postupy pro resuscitaci ERC 2015.* Mimořádné vydání. MEDIPRAX CB s.r.o., 2015. roč. 18, 74 s. ISSN 1212-1924.

**ZEZULKOVÁ, Anetta.** Výskyt komplikací u pacientů při terapeutické hypotermii. Brno, 2015, 88 s. Diplomová práce. Lékařská fakulta, Katedra ošetrovatelství. Masarykova univerzita

## 8 PŘÍLOHY

Příloha A Endovaskulární katérové ochlazování.....	65
Příloha B Neinvazivní povrchové ochlazování - Blanketrol III .....	65
Příloha C Selektivní ochlazování mozku - Rhinocill.....	66



## Příloha A Endovaskulární katéetrové ochlazování



Zdroj:

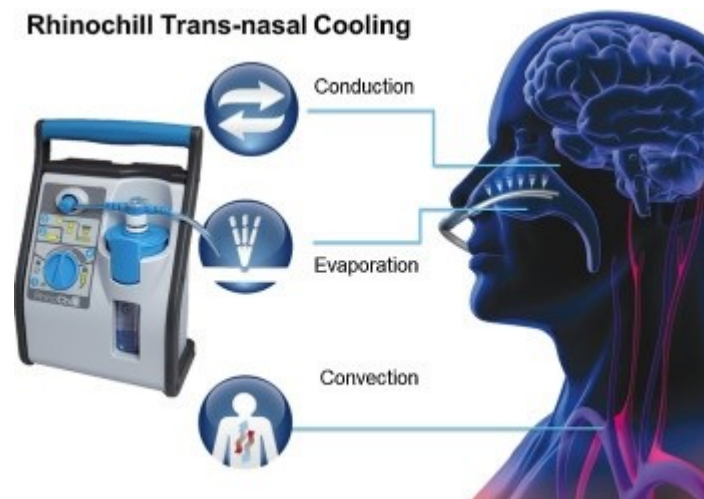
[https://www.medgadget.com/2008/09/solex\\_goes\\_for\\_the\\_jugular\\_new\\_heat\\_exchange\\_catheter\\_gets\\_fda\\_ok.html](https://www.medgadget.com/2008/09/solex_goes_for_the_jugular_new_heat_exchange_catheter_gets_fda_ok.html)

## Příloha B Neinvazivní povrchové ochlazování - Blanketrol III



Zdroj: <http://www.polymed.eu/blanketrol-iii>

## Příloha C Selektivní ochlazování mozku - Rhinocill



Zdroj: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030095721500800X>