

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav zdravotnického záchranářství a intenzivní péče

Charlotte Rozumová

**Pacient s hypotermií z pohledu zdravotnického záchranáře**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Marinella Danosová, DiS

Olomouc 2021

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje

Olomouc 7.5.2021

.....

Podpis

Mé poděkování patří vážené Mgr. Marinelle Danosové, za cenné rady, podporu, pomoc a připomínky při psaní. A za ochotu konzultovat a semnou případné otázky.

## ANOTACE

<b>Typ závěrečné práce:</b>	Bakalářská práce
<b>Téma práce:</b>	Hypotermie
<b>Název práce:</b> zdravotnického záchranáře	Hypotermie z pohledu
<b>Název práce v AJ:</b> rescuer's point of view	A patient with hypothermia from the
<b>Datum zadávání:</b>	
<b>Datum odevzdání:</b>	
<b>Vysoká škola, fakulta, ústav:</b>  záchranářství a intenzivní péče	Univerzita Palackého Fakulta zdravotnických věd Ústav zdravotnického
<b>Autor práce:</b>	Charlotte Rozumová
<b>Vedoucí práce:</b>	Mgr. Marinella Danosová
<b>Oponent práce:</b>	
<b>Abstrakt v ČJ:</b>	
<p>Bakalářská práce uvádí nejnovější poznatky, které jsou publikovány k této problematice. Cílem bylo vyhledat informace, k aktuálním znalostem a metodám zajištění u pacientů s hypotermií v podmínkách přednemocniční péče. Přestože je hypotermie jedna z reverzibilních příčin náhlé zástavy oběhu, dohledané studie a přehledy poukazují na to, že dosud není určen žádný přesný postup ani pomůcky pro léčbu pacienta s hypotermií. Mnohé z dohledaných studií doporučují další výzkumy na toto téma, aby se zkvalitnila péče a sjednotili se prostředky zajišťující tepelný komfort. Publikace byly vyhledány prostřednictvím databáze: EBESCO, Medvik, Google Scholar, Science direct, PubMed</p>	
<b>Abstrakt v AJ:</b>	
<p>The Bachelor thesis presents the latest findings that are published to this issue. The aim was to find information on current knowledge and methods of ensuring patients with hypothermia in pre-hospital care's conditions. Although hypothermia is one of the reversible causes of sudden circulatory arrest, studies and surveys refer to the fact that no precise procedure or treatment aids for patients with hypothermia has been identified. Many of the studies recommend follow-up research on this topic in order to improve medical care and unify the means of providing thermal comfort. The publications were searched through a database: EBESCO, Medvik, Google Scholar, Science direct, PubMed</p>	
<b>Klíčová slova v ČJ:</b>	hypotermie, přednemocniční péče, podchlazení, metody, transport, hypotermie v mimořádných podmínkách
<b>Klíčová slova v AJ:</b>	hypothermia, prehospital care, hypothermia, methods, transport accidental hypothermia, hypothermia of emergency conditions

**Rozsah:** 31 stran/2 přílohy

## Obsah

Úvod.....	7
1 Popis rešeršní činnosti.....	9
2 Hypotermie z pohledu záchranáře.....	12
2.1 Hypotermie v mimořádných situacích .....	18
2.2 Přednemocniční léčba hypotermie.....	20
Význam a limitace dohledaných poznatků.....	26
Závěr.....	27
Referenční seznam.....	28
Přílohy.....	30
Seznam zkratk.....	31

# Úvod

V České republice hrozí případy hypotermie nejčastěji v zimních měsících. Mezi nejčastější příčiny hypotermie patří lidé s traumaty, intoxikovaní alkoholem či léky a občané žijící v nepříznivých sociálních podmínkách (Kubalová, 2007, s.13). V Českém statistickém úřadu je uvedeno úmrtí z důvodu hypotermie u 134 lidí ročně. V dohledaných studiích, byla hlášena hypotermie u pacientů s traumatem až u dvou případů. (Lapostlle, 2017, s. 43). Podchlazení je považováno jako nezávislý determinant předčasné smrti u kriticky nemocných pacientů. Před více než 20 lety byly publikovány první články, které ukazují sníženou míru přežití u těžce poraněných pacientů s hypotermií. Dosud popsané výsledky několika logistických modelů založených na velkých multicentrických databázích naznačují, že hypotermie je nezávislým predátorem smrti. (Trentzsch, 2012, s.131-139) Hypotermií vyvolaná koagulopatie a kardiovaskulární selhání, neurologické, renální selhání přispívají ke zvýšené mortalitě a morbiditě. Hypotermie přesto nedostatečně léčena a diagnostikována, zejména při počátečním zvládnutí traumatu, a jen několik málo studií se zaměřilo na přednemocniční léčbu podchlazení. (Lapostole, 2017, s.44)

V souvislosti s touto problematikou si pokládáme otázku: Jaké jsou poznatky o hypotermii v podmínkách mimo nemocniční zařízení?

Cílem bakalářské práce je tedy dohledání poznatků o hypotermii v neodkladné přednemocniční péči z pohledu zdravotnického záchranáře.

Dílejšími cíli jsou:

Cíl 1

Dohledat aktuální poznatky k hypotermii v přednemocniční neodkladné péči.

Cíl 2

Dohledat aktuální poznatky k metodám zajišťujícím péči o pacienta s hypotermií

Jako vstupní studijní literatura byly použity tyto publikace:

1. Viliam Dobiáš a Táňa Bulíková. Klinická propedeutika v urgentní medicíně. Grada Slovakia Bratislava 2013 ISBN- 978-80-247-4570-1
2. Remeš Roman, Trnovská Silvia a kolektiv. Grada Publishing a.s., 2013 ISBN-802-47-4530-5.
3. Jana Šebelová. Urgentní medicína, ČASOPIS PRO NEODKLADNOU LÉKAŘSKOU PÉČI. MEDIPRAX CB s.r.o České Budějovice. 1/2007. ISSN-1212-1924

4. Časopis INJURY-Frederike J.C. Haverkamp a Gordon G. Giesbrecht Svazek 49, Číslo 2, Únor 2018, Stránky 149-164. Dostupné taky z:  
[https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020138317307775?via%](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020138317307775?via%2Fihp)

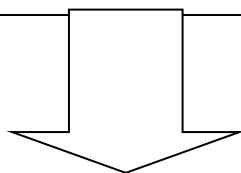


## 1. Popis rešeršní činnosti

Pro řešení rešeršní činnosti byl použitý standardní způsob vyhledávání za pomoci použití vhodných klíčových slov a pomoci logických vyhledávacích operátorů.

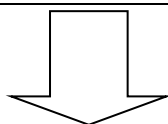
### VYHLEDÁVACÍ KRITÉRIA

- **-Klíčová slova v ČJ:** hypotermie, přednemocniční péče, podchlazení, metody, transport, hypotermie v mimořádných podmínkách
- **-Klíčová slova v AJ:** hypothermia, prehospital care, hypothermia, methods, transport accidental hypothermia, hypothermia of emergency conditions
- **Jazyk:** angličtina, čeština, slovenština, polština
- **Období:** 2005-2020
- **Další kritéria:** recenzované články, odborné časopisy, kazuistiky

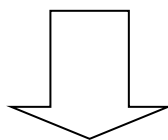


### DATABÁZE

EBESCO, Google Scholar, PubMed, Science direct, Medline



Nalezeno 160 článků

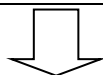


### VYŘAZUJÍCÍ KRITÉRIA

- Články o řízené hypotermii
- Články o terapeutické hypotermii
- Kvalifikační práce

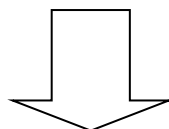
**SUMARIZACE VYUŽITÝCH DATABÁZÍ A DOHLEDANÝCH DOKUMENTŮ**

EBESCO	10 článků
Science direct	6 článků
Google Scholar	8 článků
PubMed	2 články
Medline	3 články
ProQest	3 články
Ovid	1 článek

**SUMARIZACE DOHLEDANÝCH PERIODIK**

Link.springer	2 články
Jurnal Cardiovasculare	1 článek
Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine	4 články
England Journal of Medicine	4 články
Air Medical Journal	2 články
Urgentní medicína časopis pro neodkladnou lékařskou péči	1 článek
Injury Jurnal	1 článek
Scholarly Journals	1 článek
Acta Anaesthesiol Scand	1 článek
High Altitude Medicine & Biology	1 článek
Wilderness & Environmental Medicine	1 článek
Emergency Medicine Practice + EM Practice Guidelines Update	1 článek
New England Journal of Medicine	2 články

Archives of Medical Science	1 článek
Acta anaesthesiologica Scandinavica	2 články
Current Science Ltd	1 článek
Journal Article; Review	1 článek
Australian Journal of Advanced Nursing	1 článek



Pro přehled publikovaných poznatků bylo využito 26 článků

Pro tvorbu bakalářské byl také použit 1 článek z guideline WHO, který je citován v referenčním seznamu.

Dále byly použity články z webu Horské záchranné služby, které jsou uvedeny v referenčním seznamu.

## 2. Hypotermie z pohledu záchranáře

Náhodné podchlazení se týká teploty tělesného jádra, která je nižší, než 35 °C při čemž není narušena schopnost termoregulace organismu, tedy hypotermie primární. Vážně ohrožuje především pacienty s traumatem, jelikož spolu s acidosou a vzniklou koagulopatií tvoří takzvanou smrtící trias. Podchlazení je děleno dle teploty tělesného jádra na mírné (35-32 °C), střední (32-28 °C) a těžké (pod 28 °C). U těžké hypotermie dochází k srdeční zástavě. Ve spojených státech každoročně umírá na podchlazení přibližně 1500 lidí. V Českém statistickém úřadu je uvedeno, že v České republice umírá z důvodu vystavení působení nadměrného chladu přibližně 134 lidí ročně. Etiologie u hypotermie je multifaktoriální. Nejvíce však působí expozice prostředí. Ve studiích o pacientech s traumatem, byla ve většině případů naměřena průměrná teplota tělesného jádra 33,5 °C. Včasný rozpoznání a léčba je zásadní pro prevenci zhoršení stavu pacienta. Terapie tedy začíná ideálně před příjezdem do nemocničního zařízení. Hlavním cílem je omezit další ztráty tepla, podpora oběhu, obnovení oběhu tekutin a zahřívání tělesného jádra. (Haverkamp, 2018, s. 149.)

Při vystavení chladu je prvotní reakcí organismu k udržení teploty 37°C aktivní pohyb a nedobrovolný svalový třes. Primární hypotermie nastává, pokud je u jinak zdravého organismu tvorba tepla překonána stresem z nadměrného chladu v kombinaci s vyčerpáním zásob energie. K sekundární hypotermii dochází v důsledku dalších onemocnění. Při počáteční hypotermii jsou fyziologické funkce nenarušeny, při dalším poklesu teploty tělesného jádra již začíná selhávat dechové centrum, oběh a vědomí. Při poklesu tělesné teploty pod 34°C běžná fibrilace síní a zvýšené riziko srdeční zástavy, při snižování teploty na 32°C je pravděpodobnost srdeční zástavy vysoká. U teploty pod 30°C selhává CNS a někteří pacienti se paradoxně svlékají (Brandstrom, 2012, s.1-7). Podchlazení lze klinicky představit podle stavu fyziologických funkcí dle Swisstagingsystemofhypotermia (stadia HT I až HT IV) (Durrer, 2003, s. 99-103). Tento systém, je upřednostňován před klasickým rozdělováním (mírná, střední, těžká) z důvodu možného nepřesného měření teploměřů. K přesnému měření teploty jsou potřeba kalibrované teploměry. Ty však nejsou ve větší míře v přednemocniční péči dostupné. Zaznamenaná teplota se také mění v závislosti na místech měření. Pacienti při vědomí, u kterých je přítomen třes (HT I), a nemají další zranění, mohou být ošetřeni na místě nebo transport do nejbližší nemocnice pokud není možné zahřátí v terénu. U pacientů s poruchou vědomí (HT II, HT III a HT VI) je vyšetřována stabilita oběhu a srdeční akce. Pacienti oběhově stabilní vyžadují aktivní vnější a minimální invazivní ohřívání. U nestabilních pacientů (systolický tlak pod 90mmHg, nebo v případě komorových arytmií), pacientu s teplotou tělesného jádra pod 28°C, a u pacientů se srdeční zástavou je nutný transport do nemocnice, která je schopna zajistit ECMO nebo kardiopulmonální bypas. Jestliže je však pacient ohrožen na životě z důvodu traumatu, či jiným závažným onemocněním transportuje se do nejbližší nemocnice. Při vyprošťovacích akcích byl popsán tzv. záchranný kolaps. Ten je definován jako náhlá zástava oběhu u podchlazeného spojená s vyproštěním a transportem. Způsobuje ho hypovolémie, další ochlazování a intervence vedoucí k srdečním arytmiím (pohyby pacienta, kanylace žíly, intubace). (Danzi, 2012, s.42). Při podchlazení jsou sníženy nároky mozku na kyslík, je tedy možné přežití i bez poškození neurologických funkcí. KPR musí být prováděna několik hodin. Nejdéle prováděné KPR

s úplným zotavením neurologických funkcí po mimotělním zahřátí je 190 minut. Bylo dokumentováno i přežití po provádění KPR 390 minut s pomocí forced-air příkrývky a peritoneálními lavážemi (Soar, 2010, s. 1400). O ukončení resuscitace nemocnice uvažují, pokud je hladina draslíku v séru vyšší než 12mmol na litr. U resuscitace podchlazených je vhodnou volbou užití mechanického zařízení pro stlačování hrudníku, jelikož je nutné provádět stlačování i po dobu transportu. Posádka vezoucí podchlazeného pacienta by měla včas kontaktovat cílové místo, pro připravenost ECMO (Perkins, 2010, s. 203-210). Průzkum, který byl proveden na pohotovostním oddělení univerzitního lékařského centra v Amsterdamu prokázal, že u pacientů s podchlazením HT IV dochází k selhání orgánů do 24h od přijetí. Mezi nejčastější příčinou smrti byl plicní edém.(Silfvast T, 2003, s. 285-290). Pacienti s primární hypotermií a zároveň stabilním oběhem, kteří byli léčeni aktivním vnějším a minimálním invazivním ohříváním mají míru zachování neurologických funkcí 100%. U pacientů se srdeční zástavou lehčených mimotělním oběhem je šance zachování neurologických funkcí poloviční. Při srdeční zástavě, může být úplné zotavení možné, pokud podchlazení nepředcházela asfyxie či jiné závažné onemocnění. (Brown et al., 2012, s. 1930)

Při ochlazování těla je snižována buněčná spotřeba kyslíku, a to přibližně o 6% na každý 1°C poklesu teploty tělesného jádra. Při teplotě například pod 18°C, může být mozkem tolerován až desetkrát delší čas bez přísunu kyslíku, než když má tělesné jádro teplotu 37°C. Při podchlazení se tímto mechanismem uplatňují ochranné účinky hypotermie na srdce a mozek. Díky tomu úplné zotavení neurologických funkcí může nastat i po déle trvající srdeční zástavě oběhu. Toto však neplatí, v případě hluboké hypotermii, které předcházela asfyxie. (Truhlář et al., 2015, s 25.) Pokud není dostupné centrum provádějící mimotělní oběh, je první volbou léčby hypotermie zahřívání v jakékoliv jiné nemocnici v kombinaci s vnitřními a vnějšími metodami ohřevu (teplý vzduch, ohřáté infuze, peritoneální laváže teplými roztoky). (Truhlář et al., 2015, s 26.)

Pokud je hypotermie včasně rozpoznána včasné zvládnutí a zahájení léčby pomocí aktivního i pasivního zahřívání. Pokud je hypotermie včasně rozpoznána, je tak možná kontrola srdečních arytmií, které jsou přítomny při ochlazení tělesného jádra pod 30°C. Účinky hypotermie jsou promítány do EKG záznamu. Typický je vznik tzv. Osbornovy vlny. Označujeme tak bod J, kde se komplex QRS připojuje na ST úsek. Jsou časté především u těžké hypotermie. Ve studiích od Okady et al. a Higuchi et al. dochází ke vzniku Osbornovských vln ve 100% u pacientů s těžkou hypotermií dále pak u pacientů ze středně těžkou hypotermií 75% a u lehké hypotermie 10,7%. Osbornovy vlny nesouvisejí přímo s hypotermií, ale vyskytují se při acidóze. Rychle rozvíjející hypotermie vede k aktivaci nadledvin a zvýšení noradrenalinu v krevní plasmě, což se projeví na EKG jako počáteční sinusová tachykardie ta je u podchlazení evidentní. Častou arytmií, která se při podchlazení objevuje, je fibrilace síní. Okada provedl analýzu EKG u 60 pacientů s náhodným podchlazením, a bylo zjištěno, že k fibrilaci komor dochází u pacientů se středně těžkým a těžkým podchlazením. V případě těchto pacientů se rytmus upravil po zahřátí bez nutnosti použití antiarytmik. Při prohlubování hypotermie je amplituda vlny P snižována. Proto může být snížená amplituda vlny P milně zaměněná za síniovou fibrilaci. Se snižující se teplotou se počáteční tachykardie mění v bradykardii. Čím nižší je teplota jádra tím je bradykardie

intenzivnější. Dlouhotrvající nebo mírná hypotermie vede k AV bloku prvního stupně, který mizí po zahájení zahřívání. V důsledku prodloužené ventrikulární depolarizace je prodloužováno trvání QRS komplexu. Dále se do záznamu EKG promítají třesoucí artefakty. Ty mohou být zaměněny za síňovou fibrilaci. Tyto artefakty byly zjištěny u 56% podchlazených pacientů. Vyšší podíl přeživších měl třes v záznamu EKG, což dokazuje, že neschopnost organismu dosáhnout chvění je spojena se špatnými výsledky. Výjimku tvoří úraz hlavy spojený s postižením mozkového kmene s následnou hypotermií zapříčiněnou sníženou termoregulační schopností z důvodu dysfunkce hypotalamu. V tomto případě není podchlazení spojeno s třesoucími artefakty. V zaznamenaných případech po úrazech hlavy docházelo na EKG ke vzniku Osbornových vln, nebyly však zaznamenány třesoucí artefakty. V tomto případě tato situace může být brána jako podezření na smrt mozku. V kazuistice Omar et al. hodnotící EKG muže, který má těžkou hypotermií (teplota tělesného jádra 26,8 °C). V důsledku smrti mozkového kmene a podchlazení zjištěna bradykardie (42 pulzů/min). Dále na EKG popisují prodloužený PQ interval (0,24s), prodloužený čas QRS (0,19s) a také prodloužený QT interval (0,58s). Přítomny byly Osbornovské vlny s vysokou amplitudou avšak bez záznamu třesu na EKG. (Omar, 2016, s. 28-32)

Srdeční zástava v rámci podchlazení není neobvyklým jevem. Je však prokázána lepší prognóza přežití, při zástavě v rámci hypotermie, než v podmínkách normotermie. Dle dostupné literatury má lidské tělo schopnost adaptovat se na teplotu až 13°C a i při prodloužené srdeční zástavě (uvedeno je až 8h 40minut) schopno přežít. (Truhlář A, 2015, s.95). Obtížná situace nastává při diagnostice primární příčiny srdeční zástavy při zjevném podchlazení. Lékaři a záchranáři jsou postaveni před rozhodnutí, zda se léčebná strategie má odvíjet od primární diagnózy nebo od sekundární srdeční zástavy z důvodu hypotermie. Pro diagnostiku mohou být nápomocní svědkové kolapsu oběti. I při zástavě za normotermických podmínek může totiž dojít k následné hypotermii, do příjezdu záchranářů. Na základě svědků může být pro záchranáře snazší rozpoznat zástavu z důvodu hypotermie či z jiných příčin. Známky srdeční aktivity hodnotíme pomocí monitoru. Komorová fibrilace je běžná, když se teplota tělesného jádra sníží na 28°C asystolie je zaznamenána u teplot pod 25°C. Je tedy pravděpodobné, že pacient s teplotou 32°C a srdeční zástavou bude mít jinou pracovní diagnózu nežli podchlazení. Staré paradigma „není mrtvé, dokud není teplé a mrtvé“ nemusí být pravdivé u pacientů s asystolií při teplotě 32°C. Vyšší teploty jádra s přítomnými komorovými fibrilacemi či asystolií nevylučují hypotermickou příčinu zástavy u takových pacientů je tak důležité brát v potaz ostatní onemocnění jako možnou příčinu srdečních arytmií. Těžká bradykardie či tzv. pseudo-PEA (bezpulzní elektrická aktivita s pohybem srdeční stěny) jsou možné u podchlazených, jelikož jsou sníženy spotřeby kyslíku ve tkáních. Tyto rytmy jsou brány jako projev kompenzace těžké hypotermie a jsou brány jako určitý stupeň srdečního výdeje. Při zahájení KPR v případě těžké bradykardie či pseudo-PEA může nastat asystolie. Studie The REASON dále prokázala jako vhodné podání androgenních látek při diagnostice pseudo-PEA (Wilmore.2020,s.207). Pacienti tak mohou těžit z podání inotropní podpory bez nutnosti KPR. Resuscitace u pacientů s hypotermií by měla být zahájena v případě, pokud monitoring srdeční akce ukazuje asystolií, fibrilaci komor nebo je potvrzena PEA. Pacienti s hypotermií byli úspěšně resuscitováni i po 70 minutách systoly bez

provádění KPR. Běžné známky smrti u podchlazení neplatí. Ty byly milně hlášeny u pacientů, u kterých se následně podařilo úplného neurologického zotavení. Posmrtná ztuhlost a fixní rozšíření zornic nejsou jasné známky smrti v podmínkách pochlazení. Neexistují žádné studie, které by doporučovaly či vyvracely resuscitaci u osob v případě zamrzlého hrudníku. Nejsou ani určeny žádné teploty, při kterých hrudník zamrzne. Přesto některé algoritmy navrhuji nezahájit resuscitaci, pokud je zamrznutí hrudníku přítomno. (Wilmore.2020,s.207-209). V kazuistice, která byla provedena Romlinem et al. je popsán případ, kdy sedmiletá dívka byla zachráněná z ledové mořské vody po odhadovaném čase přibližně 83 minut. Dívka měla srdeční zástavu a led v horních dýchacích cestách. První zaznamenanou teplotou je 13,8°C v nosohltanu. Při zahájení KPR byla obtížná ventilace pacienta z důvodu přítomnosti ledu v dýchacích cestách, ten byl odstraněn manuálně. Na EKG byla po celou dobu resuscitace asystolie. Dívka byla letecky přepravena na dětskou kardiologii do nemocnice královny Silvie v Göteborgu. Na stupnici GCS hodnocena 3 body. Pacientku intubovali a podaly se dvě dávky epinefrinu(adrenalin). Po 26 minutách zahájení KPR nevykazoval záznam EKG žádné změny. Za kontinuální resuscitace byla převezena na operační sál. Zde naměřená teplota 13,8°C v nosohltanu, okysličení mozku vykazovalo 32%. Podaly se další dvě dávky epinefrinu. Na sále byla provedena stentomie s následným bypasem. Po 3 hodinách od zahájení KPR byla pacientka napojena na ECMO a převezena na jednotku intenzivní péče, kde opětovně zahřívání probíhalo rychlostí 1,5°C/h. Srdeční aktivita byla zaznamenána při teplotě těsně nad 28°C a jednalo se o sinusový rytmus. Pacientka dostávala kontinuální infuze morfinu a midazolamu. Spontánní otevření očí a pohyby končetin pacientka dokázala provést po 20 hodinách ECMO při teplotě 32°C. Tato teplota byla udržována po dobu 48 hodin od zahájení ECMO. Poté během 10 hodin byl zahájen ohřev na normotermii. Po 4 dnech bylo dítě úspěšně odstaveno z ECMO. Opakované echokardiogramy vykazovali dobrou kontraktilitu myokardu. Den 10. byla pacientka extubována a 15. den mohla adekvátně verbalizovat. (Romling,2015, s. 521-525)

K přesnému měření teploty tělesného jádra by měly být používány teplotní sondy uloženy v dolní třetině jícnu. Ty však často nejsou k dispozici v rámci přednemocniční péči, zatímco tympanické sondy jsou ve Velké Británii užívány běžně. Jsou levné, neinvazivní a snadno dostupné. Nevýhodou tympanických sond je, že při nízkých teplotách mohou být záznamy chybně měřeny. Dle studií provedené Robertem Willmorem bylo zaznamenáno 37,8% pacientů, kteří museli podstoupit zbytečné zákroky díky špatnému měření tympanických sond. Teploměry, které jsou založeny na tepelném toku, byly ukázány pozitivní výsledky. Odborníci však naznačují, že 20 minutová kalibrační doba není v terénu praktická. Budoucí technologický výzkum se tak bude zabývat studii, aby byly poskytnuty přesnější a spolehlivější výsledky monitorování tělesné teploty. Neexistuje žádný spodní teplotní limit, který by znamenal nezahájení KPR. Nejnížší naměřená a zaznamenaná přeživší teplota byla zaznamenána 13,7°C. Ve výsledku se někteří odborníci domnívají, že pod touto teplotou již přežití není možné. Dr. Darocha z polského Krakova však napsal mnoho článků o náhodném podchlazení. V prosinci roku 2005 bylo oživeno dítě s teplotou tělesného jádra 12°C. Během kontrolované terapeutické hypotermie mohou lidé přežít bez neurologického poškození teploty 9°C v klidovém stavu po dobu 45 minut. Z toho plyne, že zahájení resuscitace není omezeno žádnou hraniční teplotou. (Wilmore.2020,s.211)

Dle prospektivní observační studie, která byla prováděna v Norsku v roce 2009 až 2012 u pacientů s poraněním, nejčastěji docházelo ke ztrátám teploty na místě nehody a to přibližně o 1,7°C/h. U pacienta, který byl plně oblečen bylo strádání teploty zpomaleno na 1,1°C/h. Cílem této studie bylo srovnání tělesné teploty jádra při různých fázích léčby a to ve fázi přednemocniční a v době příjezdu do nemocničního zařízení u těžce raněných pacientů. Probíhalo nepřetržité monitorování pomocí senzoru ve sluchovém kanálu. Bylo zahájeno na místě a pokračovalo po dobu 3 hodin. Výsledkem byla změna teploty v každé léčebné fázi. Celkově bylo do studie zahrnuto 22 pacientů. Průměrný věk byl stanoven na 27 let, průměr ISS 21. U 16 pacientů (73%), bylo zjištěno podchlazení již na místě. Celková průměrná teplota vzduchu se pohybovala kolem 14,7 °C na místě. Z toho 81% údajů zaznamenáno v období letní sezóny (květen-srpen). Ze studie tedy vyplývá, že je důležitá prevence hypotermie před příjezdem EMS a to ze strany svědků nehody. Proto autoři studie považují za zásadní poučení laické veřejnosti o zásadách předcházení hypotermie. Po příjezdu posádky EMS, je prvním krokem k zabránění hypotermie u pacientů s traumatem je její včasné rozpoznání. (Eidstuen,2018,s. 384)

Prospektivní observační studie ze Skandinávie zkoumala, dopad teploty v kabině (sanity či vrtulníku), na pacienta s traumatem. Studie je zaměřena především na pacienty s traumatem, mírná nebo střední hypotermie postihuje průměrně každého třetího pacienta. Obzvláště ohrožení jsou pacienti po traumatu, kteří musejí být uvedeni do celkové anestezie. Pacienti potřebují aktivní ohřev, aby byla zachována tělesná teplota. Dle Skandinávských publikací zkoumaných Alexem J, Karlsson et al. jednoduché vybavení pro tepelnou izolaci bylo přítomno ve všech sanitních vozech, ale aktivní zahřívací zařízení či vhodné teploměry pro záznam teploty nebyli k dispozici. Studie sledovala pacienty, kteří byli směřováni do Fakultní nemocnice severního Norska (UNN) Tromsø. Teplota byla sledována ve dvou pozemních sanitách. První z oblasti Andslimoen (dojezd to UNN Tromsø 120min) a druhá z oblasti Vollen (55min od UNN Tromsø). Kromě sanit byl do studie zahrnut vrtulník (HEMS) se sídlem v UNN Tromsø. Teplota v kabině byla měřena teploměrovým záznamníkem Elpro Libero Ti. Tento teploměr byl kalibrován akreditovanou společností, a měří s přesností  $\pm 0,2$  °C. V každé kabině byly umístěny dva záznamníky teploty. Jeden blízko dveří na zadní straně kabiny, a druhý 30 cm od hlavy pacienta. Teploty se zaznamenávaly 30 dnů během různých období. Listopad a únor v roce 2016 a květen, červenec/srpen v roce 2017. Jako neutrální, byla stanovena teplota v kabině sanitky 18 °C. Teploty, které naměřeny pod touto hranicí byly označeny, jako „vystavení chladu“. Celkem bylo do studie zahrnuto 453 výjezdů pozemních sanit (60,7%) a HEMS (39,3%). Nejnižší teploty byly měřeny zadním teploměrem, který byl umístěn u dveří. Důvodem bylo proudění studeného vzduchu do sanitního vozu. Proto byla teplota v kabině měřena 5, 10 a 15 minutu od odjezdu z místa nehody. Výsledky studie ukázaly, že v letních měsících byla naměřena teplota v kabině HEMS i v pozemních sanitách výrazně vyšší než v ostatních měsících. Méně očekávané však bylo zjištění, že posádky HEMS přepravovali pacienty s výrazně nižší teplotou v kabině během transportu. Což je nežádoucí, jelikož leteckou dopravou bývají transportováni pacienti s traumaty, či závažnými onemocněními a s vyšším rizikem rozvoje podchlazení. V kabinách sanitních vozů bylo cílené teploty dosaženo během několika minut, avšak při přepravě ve vrtulníku doba dosažení cílové teploty trvala téměř celý let. Záznamy



měření v HEMS ukazují, že teploty mohou být zachovány při přepravě stabilní i okolo 10 až 18°C během celého letu. V pozemních ambulancích může být možná komunikace mezi pacienty a personálem a teplota ve voze může být upravena. V případě HEMS nemůže být teplota upravována. Pozemní sanitky jsou vytápěny pomocí termostatu, který může regulovat posádka, ve vrtulníku musí být při vzletu a přistání vytápění vypnuto z důvodu možného přehřátí motoru a regulaci řídí pouze posádka kokpitu. Důležitou otázkou avšak zatím nezodpovězenou je, jaká teplota by měla být pro převoz pacienta optimální. Současná literatura na to neodpovídá. Studie, které byly provedeny Pallubinsky H et.al. prokázaly, že teplota 18-22°C bude pro oblečeného člověka přijatelná. Nicméně působení nižší teploty je ovlivněno řadou faktorů. Například druhem zranění, indexem tělesné hmotnosti, věkem, nemocemi a samozřejmě oblečením a dalšími druhy izolace. Z výsledků studie plyne, že teplota v kabině přímo není přímo souvislá s rozvojem hypotermie. Tepelný komfort je však důležitý pro rizikové skupiny, u kterých byla porušena termoregulace následkem poranění. Dále dle výsledků studie je důležité zaměřit se na teplotu v kabině vrtulníku a aktivně regulovat teplotu u pacientů rizikových skupin. (Svendsen et al. 2020, 64)

## 2.1 Hypotermie v mimořádných situacích

Maximální rychlost tepelných ztrát hlášena u postižených zasypaných lavinou byla 9°C za hodinu. Z tohoto důvodu je málo pravděpodobná smrtelná hypotermie u osob, které byly pohřbeny pod lavinou méně než 35 minut. Pokud byla doba zavalení delší a, pohřbenému byly dýchací cesty uzavřeny sněhem, dochází k hypoxii a asfyxii dříve než před hypotermií organismu, nemusí být provádění KPR úspěšné. Pokud byl čas zavalení přesažen více než 35 minut a nedošlo k obstrukci dýchacích cest, je předpokládána hypotermie a postižený je dle druhu ranění léčen a zahříván, popřípadě je zahájena resuscitace. Podle tělesné teploty lze orientačně určit trvání zasypaní. Pokud má postižený tělesnou teplotu nižší než 32°C můžeme předpokládat délku pohřbení delší 35 minut. V případě obětí, které byly ponořeny do studené vody, mohou být očekávány lepší výsledky, než u osob tonoucích ve vodě teplé. To je však podmíněno tím, že dýchací cesty postiženého byly průchodné, a nedošlo k asfyxii před ochlazením organismu. Pokud došlo k ochlazení (HT IV) před nástupem hypoxie a srdeční zástavy je možné přežití bez poškození neurologických funkcí v případě úspěšné resuscitace. Nejdelší měřená doba ponoření do vody bez poškození neurologických funkcí byla naměřena po dobu 66 minut u dítěte ve stáří 2,5 roku. Teplota tělesného jádra při vytažení z vody byla 19°C. (Brown et al., 2012, s. 1931)

Časopis Horské záchranné služby České republiky uvádí jako první pomoc a opatření proti hypotermii jako nejdůležitější vyprošťování a polohování zasypaného s minimem pohybu, aby byla zajištěna ochrana proti větru a tepelná izolace. U vyproštěného pacienta, u kterého byla zjištěna možnost bezpečného polykání a jeho dýchací cesty jsou průchodné (1-2 stupeň podchlazení), je doporučeno podání teplého slazeného nápoje. Pacient, u kterého bylo zjištěno bezvědomí (3. stupeň podchlazení), a není na místě lékař schopný provést intubaci je polohován do stabilizované polohy, a jako doplnění tepelné izolace je podáván kyslík, aby bylo předcházeno dalším tepelným ztrátám. V případech obětí zasypaných, u kterých je zjištěno bezdeší (4. stupeň) a nejsou přítomny jisté známky smrti, je KPR zahájena a musí být prováděna do doby příjezdu do nemocničního zařízení, které je vybaveno ECMO. Po vyproštění pacienta, který byl zasypan lavinou, je nutná ochrana před dalšími tepelnými ztrátami. Ve střední Evropě je nejvíce využívána metoda „termálního zábalu“. Jsou využívány horké balíčky. Pokud jsou použity, nejsou určeny k zahřátí pacienta, ale aby bylo zabráněno dalším tepelným ztrátám. V případě takového transportu je za potřeby dvou chemických ohřívacích balíčků, hliníková folie, dvě bavlněné deky, bivačovací pytel a čepice. Během vyprošťování podchlazeného jsou omezeny pohyby s pacientem, aby nebyla smíchána studená krev z periferií s krví z centrálních orgánů, kde je krev teplejší. (Viktor Kořízek, 2004, s.13)

V roce 2019 byla provedena záchranná mise v jeskyni ThamLuang v Thajsku. Bylo zde uvězněno 12 chlapců a jejich fotbalový trenér. Při jejich záchraně byla použita anestezie. Byla podána neurčitá dávka ketaminu z důvodu obav možné paniky, protože oběti museli být záchranáři transportováni pod vodní hladinou jeskyně. Ketamin byl zvolen, jelikož jeho účinky způsobují vazokonstrikci a zhoršuje svalový třes což je spojeno s menším poklesem tělesné teploty. Jeho užití je tedy vhodné pro pacienty s rizikem vzniku hypotermie. Oběti byli přepravováni pomocí záchranářů-potápěčů ve studené vodě, za použití anestezie a celo

obličejové masky s přetlakem (dodávající 80% kyslíku). Při vynoření byly masky nahrazeny obličejovými maskami s kyslíkem a nasazeny obětem brýle z důvodu ochrany očí před světlem. K pasivnímu oteplování byly použity deky, teplota byla měřena v axile či v ústech za pomoci rtuťového teploměru. Všichni pacienti byli léčeni nejprve bolusem 100 ml teplého fyziologického roztoku a následnou infuzí ve formě zahřátého fyziologického roztoku 150-200ml za hodinu do doby hemodynamické stability. K vnějšímu zahřátí byly použity deky, izotermické folie a zařízení pro ohřev vzduchu tzv. Forced-air warming. Pacienti tak byli připraveni na transport z polní nemocnice do nemocnice ChiangraiPrachanukroh. Jen u jednoho chlapce došlo k poklesu teploty při transportu. Ta byla při záchráně 35°C. Během transportu z polní nemocnice však došlo k dalšímu poklesu teploty na 34,8°C. (Lawthaweesawat, 2019, s.1372-1373)

## 2.2 Přednemocniční léčba hypotermie

Douglas et al. mezi priority léčby hypotermie mimo nemocniční zařízení uvádí především šetrnou manipulaci s pacientem, aktivní či vnější ohřívání a poskytnutí základní, nebo pokročilé podpory životních funkcí. K prevenci dalších ochlazení je doporučena tekutinová resuscitace. V případě podání studené infuze může být stav hypotermie zhoršen. Proto musí být podané infuze zahřány (38°C-42°C), aby bylo zabráněno dalším tepelným ztrátám. Často je vyžadován velký objem tekutin, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku. Proto musí být podáno množství krystaloidních roztoků na základě měření tlaku, glukózy, elektrolytů a pH. (Douglas, 2012, s. 1930) V případě provádění resuscitace s velkým objemem normálního fyziologického roztoku může být prohloubena acidóza, je tedy vhodné zvážit podání jiného krystaloidu. K léčbě hypotenze mohou být použity vazopresory, hrozí zde ale riziko maligních arytmií a možná perfuze periferních tkání především u pacientů, kde je nebezpečí vzniku omrzlin. Pacienti, kteří jsou při vědomí, a třes byl zaznamenán, mohou být ošetřeni na místě (HT I). U pacientů v bezvědomí, (HT II, HT III, HT IV) musí být vyšetřena srdeční stabilita. Pacienti, u kterých byl zjištěn nestabilní oběh, vyžadují ohřev pomocí aktivního vnějšího a minimálního invazivního ohřívání. (Douglas, 2012, s.1931). Použití vazopresorů na zvířatech u kterých došlo k hypotermické zástavě mělo smíšené výsledky a malý přínos. Evropská rada pro resuscitaci doporučuje podání epinefrinu a defibrilační výboj až když je teplota tělesného jádra vyšší jak 30°C a při podávání vazopresorů zvýšit interval mezi dávkami na dvojnásobek do doby dokud teplota tělesného jádra nedosáhne 35°C. Tato doporučení jsou v rozporu s pokyny American Heart Association, které uvádějí podávání vazopresoru během srdeční zástavy podle standardního algoritmu ALS souběžně se strategií současně zahřívání. Podávání léků a defibrilace je tedy pravděpodobně rozumný přístup, a v případě nutnosti dalšího dávkování léků se bude řídit dle klinických odpovědí pacienta. (Douglas, 2012, s. 1933). Srdeční zástava související s vyproštěním a transportem pacienta, u kterého bylo zjištěno hluboké podchlazení (HT III) je definována jako Rescue Collaps. Tento stav může nastat z důvodu oběhového kolapsu v důsledku hypovolémie, srdečních arytmií, které byly vyvolány intervencemi (kanylace žíly, pohyby pacienta) a dalším ochlazením. S kolapsem po záchraně je spojen tzv. Afterdrop. Je definován jako pokračování ochlazování jádra po záchraně, když je zahájena počáteční fáze oteplování. Příčinou, je návrat studené krve z končetin z důvodu periferní vazodilatace, které je způsobeno zahříváním. Afterdrop není pozorován u všech pacientů při oteplování, ale často jen u těch, u kterých došlo k rychlému ochlazení a následnému rychlému zahřátí. (Douglas, 2012,s.1938)

Celosvětově jsou používány v přednemocniční péči různé balící metody. Izolační techniky v případě péče o pacienta s hypotermií, nebo jako prevence tohoto stavu. Jen málo studií však popisuje účinek těchto metod. Doporučení a pokyny jak postupovat jsou často založeny na tradicích a lokálních zkušenostech, nikoliv na vědeckých důkazech. Nejběžnější jsou využity bavlněné příkrývky a deky. Cílem studie, která byla provedena Thomassen et al. v roce 2011, bylo porovnat tři metody balení, jejich izolační účinky a pohodlí. Do studie byly zahrnuty tyto prostředky: bublinková folie (BW), bavlněná deka/příkrývka (ABQ) a Hiblerova metoda (HM). Testy se prováděli v akreditované laboratoři na katedře výzkumu

zdraví SINTEF Technology and Society, Trondheim v Norsku. Osm dobrovolníků bylo vystaveno chladnému a větrnému prostředí, oblečení v mokřím oděvu. Následně byla použita jedna ze tří různých izolačních metod. Po aplikaci jedné z izolačních metod odpočívali 60 minut v chladné klimatické komoře na zádech. Metody izolace byly vybrány náhodně a testovalo se po dobu tří dnů. Dobrovolníkům byla měřena teplota kůže, spotřeba kyslíku, rektální teplota a produkce metabolického tepla. Po ukončení byl dobrovolníkům poskytnut dotazník, určený pro subjektivní hodnocení komfortu a vnímání tepla a chvění. Před začátkem testování dobrovolníci byli posazeni 30 minut v klidu při teplotě 23°C. Následně byli oblečeni do připravených oděvů, které byly zvlhčeny vodou. Tričko s dlouhým rukávem z bavlny a džíny. V chladné komoře (5°C a vítr 3m/s) byli položeni na 2mm matraci po dobu 30 minut. Následně bylo použito balení pomocí jedné izolační metody v náhodném pořadí, a umístěny zpět do chladného prostředí na matraci používanou běžně v sanitkách 55mm. V klidu strávili dalších 60 minut. Test měl být okamžitě ukončen, pokud by klesla rektální teplota pod 35°C a nebo pokud se teplota kůže snížila na některém místě o 10°C. Vstupním měřítkem byla teplota tělesného jádra, a to pomocí rektální sondy, tělesná teplota měřená na kůži a také subjektivní hodnocení účastníka. Dále byla zaznamenána produkce metabolického tepla, pohodlí, pocit tepla a chvění. Teplota kůže byla měřena pomocí termistorů na předem definovaných místech (čelo, krk, hrudník, v oblasti beder, břicho, paže, předloktí, přední a zadní část stehen, lýtko). Hodnoty byly zaznamenávány každých 5 minut. Jako subjektivní hodnocení použit dotazník pro pocitování místní a celkové tepelné pohody, pocitu tepla a třesu. Tepelný komfort: 1=pohodlný, 2= mírně nepohodlný, 3=nepohodlný a 4=velmi nepohodlný. Hodnocení tepelného pocitu: -5=extrémní chladno, -4= velmi chladno, -3= chladno, -2 =méně chladno, -1=mírný chlad a 0 značila neutrální pocit. Při hodnocení chvění: 1=silné chvění, 2=mírné chvění, 3=mírnější chvění, 4=žádné chvění, 5= mírné pocení. Subjektivní dotazník byl odebírán každých 10 minut během experimentu. (Thomassen 2011, s. 19).

Nejnižší teplota, 26°C byla naměřena při použití BW. Nejlepší výsledky prokázala HM a to 28°C. U izolovaných pomocí ABQ se teplota kůže pohybovala v průměru 25°C. Tyto hodnoty jsou zapsány 15 minut po zabalení. Na konci testu teploty kůže dosahovali následující hodnoty: BW=26,4°C. ABQ=27,8°C a HM=29,8°C. Testování neprokázalo žádné významné rozdíly v teplotách tělesného jádra při různých metodách balení. Po dobu ochlazení 30 minut se teplota tělesného jádra nesnížila u žádného z testovaných. Teplota se pohybovala na 37°C ± 0,2-0,3 °C. Po zabalení byla rektální teplota významně snížena u všech způsobů balení. Na konci měření byla teplota tělesného jádra o 0,5-0,6°C nižší než počáteční hodnoty před ochlazením u všech metod izolace. Významný rozdíl byl zjištěn ve tvorbě tepla v důsledku chvění. Po 30 minutách chlazení byla rychlost metabolismu u všech testovaných zvýšena 1,6 krát. 30 a 60 minut po zabalení měli jedinci zabalení v BW významně vyšší produkci tepla z důvodu třesu, což bylo projeveno zvýšenou rychlostí metabolismu. Po vyhodnocení subjektivního dotazníku tepelného komfortu, ve výsledcích byla prokázána výrazně vyšší nepohodlnost, pocity chladu a třes při izolaci pomocí BW ve srovnání zabalení do HM nebo ABQ. Pomocí testů bylo zjištěno, že nejúčinnější metodou izolace je Hiblerova metoda. U této metody byly pozorovány nejmenší tepelné ztráty, nejvyšší teploty kůže a testovanými byla hodnocena jako nepohodlnější. BW byla hodnocena jako nejméně účinná metoda prevence ztrát tepla a vyžadovala také výrazně vyšší produkci tepla pro kompenzaci tepelných ztrát. Je pravděpodobné, že pokles teploty tělesného jádra by byl za použití BW vyšší pokud by došlo k potlačení třesu farmakologickými látkami, nebo byl zastaven z důvodu traumatu, vyčerpání a následným silným podchlazením. Pacienti s mírným podchlazením mohou být na třesu závislí. Umožňuje totiž spontánní opětovné zahřátí popřípadě zabránit dalšímu poklesu teploty tělesného jádra. Pro to je třeba, aby byla sedativa podávána s opatrností u pacientů, kterým hrozí podchlazení anebo jsou již mírně podchlazení. Studie ukázala, že parotěsná vrstva jako je plast v kombinaci s další izolační vrstvou ukazuje lepší výsledky než samotná bavlněná deka/přikrývka, nebo bublinková folie. Zároveň bylo dosaženo lepších výsledků za použití deky/přikrývky než při použití balení pomocí bublinkové folie. Přesto je však vhodné, aby byla použita bublinková folie jako parotěsná vrstva v kombinaci s další izolační vrstvou. Použití Hiblerova metody je nízkonákladové, jednoduché a neinvazivní. Je to tedy alternativní a vhodná metoda pro pacienty s hypotermií v přednemocničním prostředí. Za další prevenci je považováno svlečení mokrého oděvu a přenesení postiženého na podložku tím ho tak izolovat od země. Výsledky studie dokazují, že kombinace parotěsné zábrany, a další suché izolační vrstvy by měla být vhodnou metodou volby, při poskytování péče pacientovy s hrozcí, anebo již vzniklou hypotermií v přednemocničním prostředí. (Thomassen, 2011, s. 19-20)

Od května do listopadu 2017 proběhl průzkum, který byl proveden Samuelem Freemanem et al. Zahrnoval zkoumání pozemních sanitek, leteckých záchranných týmů, horských záchranných týmů, záchranných vodních týmů a plavčků napříč Spojeným královstvím. Celkem bylo kontaktováno 189 týmů. Otázky byly mířeny k metodám balení, měření teploty a na záznamy péče o pacienty s hypotermií. Mezi 59% organizací, které se do výzkumu zapojily (112týmů), ve výsledcích došlo k značným rozdílům, v balení, oteplování a posuzování oběti. Poskytovatelé záchranné a pátrací služby ve Spojeném království pokrývají 2 miliony čtverečních mil různorodého terénu. Spadají sem hory, podzemní jeskyně a doly,

vodní terén. V tomto prostředí je zraněná oběť nejvíce ohrožena vznikem hypotermie. Poskytování záchranných služeb je zajišťováno ve Spojeném království záchrannými týmy tvořenými institucemi, které spadají pod samostatné vládní útvary, ozbrojené síly a dobrovolné organizace. Každá z těchto organizací přináší svůj vlastní přístup k řízení hypotermie. Prioritní oblastí klinického managementu u hypotermických pacientů je zahrnováno: zabráněním dalších tepelných ztrát, využití aktivního oteplování, měření teploty tělesného jádra před hospitalizací. Cílem studie bylo identifikovat a porovnat současnou praxi v přednemocniční péči o pacienty s hypotermií napříč všemi organizacemi působícími ve Velké Británii. Informace byly sbírány pomocí dotazníku nazvaného 'Prehospital Hypothermia Survey'. Dotazník byl zaměřen především na používané materiály, aktivní metody ohřívání, způsobu měření teploty tělesného jádra, standardní postupy u podchlazených pacientů, a zvládání hypotermie za mokra. Jedná se o první průzkum řešení hypotermie v praxi v celé Velké Británii. Informace byly sbírány pomocí dotazníku nazvaného 'Prehospital Hypothermia Survey'. Dotazník byl zaměřen především na používané materiály, aktivní metody ohřívání, způsobu měření teploty tělesného jádra, standardní postupy u podchlazených pacientů, a zvládání hypotermie za mokra. Jedná se o první průzkum řešení hypotermie v praxi v celé Velké Británii. Podle výsledků studie jsou široce využívány příkrývky vyrobené z bavlny nebo syntetických vláken. Bublínková folie byla používána převážně v leteckých podmínkách (35%) méně často využívána v pozemních prostředcích. Ve velké míře (87%) byly v dotazníku uvedeny tzv. záchranné vaky. Těžké vaky (Heavyweight casualty bags) využívají záchranáři horské služby (81%) a záchranáři pracující v jeskyních (100%). Záchrannými týmy v nížinách byly upřednostňovány lehké deky či zábaly s použitím parotěsné vrstvy, která snižuje tepelné ztráty. Parotěsná vrstva byla začleněna do 94% metod balení, napříč službami. U záchranářů zasahujících v jeskyních a záchranářů zasahujících na vodní hladině do dotazníků bylo uvedeno jako zábrana proti hypotermii použití neoprenových vaků. Použití aktivního oteplování bylo variabilní pomocí chemických nebo elektrických podložek. Použití aktivního ohřevu připadlo na 65% u poskytovatelů letecké záchranné služby, při záchránách z jeskyně bylo hlášeno použití v 60%, a 54% u záchranářů horské služby a pouze u 29% pozemních sanitních vozů. V dotazníku bylo zaznamenáno požití teplého nápoje, to však do výsledků zahrnuto není, protože použití tohoto druhu aktivního ohřevu je sporné. Oteplování pomocí intravenózních tekutin bylo hlášeno v 41% případů poskytovatelů leteckých záchranných služeb a jedním z horských záchranných týmů. Měření teploty v rámci přednemocniční péče bylo prováděno ve všech pozemních a leteckých složkách. Nejčastější metodou bylo měření tympanické membrány. Měření v jícnu bylo hlášeno u 53% leteckých záchranných služeb. Z celkového počtu zúčastněných 73% poskytovatelů oznámilo, že byly použity standardní postupy pro balení hypotermických obětí. Optimální strategie balení je stále neznámá. Dosud dohledané výsledky prokazují shodu na použití kombinace parotěsné vrstvy a nestlačitelné izolace. Průzkum sice ukázal rozdíly v metodách balení, ale bylo zjištěno, že u většiny služeb bylo praktikováno použití parotěsné vrstvy. Z praktického hlediska musí být zohledněno také pracovní prostředí, náklady a schopnost transportu. Tato skutečnost může vysvětlovat důvod, proč jsou využívány týmy ve vzdálených místech speciálních vybavení, zatímco záchrannými leteckými a pozemními posádkami jsou upřednostňovány spíše standardní, nízkonákladové a méně objemné vybavení jako jsou sanitární příkrývky či bublinková folie. Pozemní a letecké

služby mohou být využívány možností do jisté míry řídit okolní teplotu za použití vytápění. Využití neoprenových vaků se ukázalo jako jedinečné pro záchranné práce ve vlhkém a mokrém prostředí. Ty byly využity především prostřednictvím záchranných týmů pracujících v jeskyních. V budoucnu může být zváženo jejich využití u vodních záchranářů. Aktivní oteplování je doporučováno především u hypotermických pacientů v případě závažného traumatu. Je potřeba zabránit nebo alespoň zpomalit chlazení srdečního svalu a tím předcházet riziku arytmií a srdeční zástavy. Použití velkých vyhřívaných podložek je podporováno současnými mezinárodními pokyny pro přednemocniční hypotermii a jejich využití prokázalo přínosy v klinických studiích o hypotermii. Elektricky nebo chemicky vyhřívané podložky jsou různě využívány horskými službami, u záchranných týmů zasahujících v jeskyni a leteckou záchrannou službou. Některými týmy bylo hlášeno začlenění této metody do praxe v blízké budoucnosti. Pokud je tato metoda oteplování použita, musí být bráno v úvahu potenciální riziko popálenin, protože kůže hypotermických obětí může být teplem zraněna. Tepelná balení proto nesmí být umístěna v přímém kontaktu s kůží a měla by být věnována zvláštní pozornost při použití spolu s kyslíkem. Zahřáté intravenózní roztoky jsou používány 41% týmů leteckých záchranářů zúčastněných výzkumu. Podávání ohřátých intravenózních tekutin se však ukázalo jako neúčinné při potřebě ohřát oběť. V knize Auerbach's Wilderness Medicine je uvedeno, že každý litr tekutiny zahřátý na 42 °C poskytuje 14 kcal pacientovi o hmotnosti 70kg při teplotě tělesného jádra 28 °C což zvyšuje teplotu jádra pouze o 0,33°C. Množství tekutin pro optimální zahřátí by tak bylo příliš objemné, proto, když bude podávána zahřátá intravenózní tekutina lze dosáhnout pouze udržení teploty jádra a zamezení dalších ztrát. (Freeman, 2017,s.10). Ve studii provedené za pomoci Brighton and Sussex University Hospitals byla dále zkoumána užitečnost odstranění mokrého oděvu. Všeobecné pokyny podpořeny výsledky studiemi ukazují, že použití parotěsné vrstvy, aby byla snížena tepelná ztráta, může negovat potřebu odstranění mokrého oděvu. Odstraněním mokrého oděvu je oběť vystavována dalšímu působení chladnému prostředí a riziku dalšímu snížení teploty jádra. V tomto tématu je opodstatněný další výzkum. 53% týmů účastnících se výzkumu uvedlo použití parotěsné vrstvy na mokrý oděv. Zbýlých 47% služeb by zvážilo odstranění mokrého oděvu. V této oblasti je nutné zvážení také klinického scénáře a okolního prostředí. Pomocí průzkumu vedeného Semanuelem Freemanem byla zjištěna nedostatečná shoda a špatné zavedení monitoringu tělesné teploty, což potvrzují i podobné průzkumy. U čtvrtiny zúčastněných služeb byla uvedena technika měření teplot na kůži, anebo pomocí orálních teploměrů. Služby však dodávají, že měření tělesné teploty touto metodou je nepřesné a tak se řídí především klinickými příznaky. Měření pomocí rektálních teploměrů bylo udáváno pěti službami. Nejspolehlivější je měření pomocí jícnové sondy. Teplota pomocí jícnové sondy je invazivně měřena a vyžaduje, aby pacient nereagoval. Zřejmě proto tuto metodu nejčastěji využívají letecké záchranné složky. Z průzkumu bylo zjištěno, že službami, které byly zúčastněny výzkumu, je nejčastěji využíváno měření pomocí tympanických teploměrů. Teploměry, které jsou založeny na využití infračerveného světla jsou nepřesné. Dle výsledků průzkumu stále existují klíčové oblasti, kde jsou rozdíly. Další výzkumy, vzdělávání a praxe na toto téma jsou stále zapotřebí. (Freeman, 2017,s.10-11)



V květnu v roce 2012 byla provedena studie v Polských zdravotnických službách. Cílem studie bylo odhadnout skutečnou prevalenci náhodného podchlazení v Polsku a také metody diagnostiky a zařízení, které je používáno k zabránění ztrátám tepla. Speciálně vytvořený dotazník byl rozeslán do 223 pohotovostních služeb v (ER) v Polsku. Dotazníky byly zahrnuty do analýzy. Celkově bylo zodpovězeno 42 tiskopisů. Do dotazníku nemohli být zařazeni pacienti, u kterých byla zjištěna posttraumatická hypotermie, a nemocní, u nichž byla hypotermie vyvinuta souběžně s jinou nemocí. Celkem bylo v roce 2012 v Polsku hlášeno 268 případů hypotermie. V analyzované populaci je tedy prevalence 5,05 případů na 100 000 obyvatelů ročně. Jako nejčastější příčina hypotermie byla v dotazníku uvedena intoxikace alkoholem spolu s vystavením se chladu. Celkem 182 pacientů (67,9%). Vystavení chladu z důvodů nízkého sociálního statusu bylo hlášeno 52 pacientů (19,4%). Ponořením do studené vody bylo vystaveno 17 pacientů (6%). Hypotermie z důvodu látek ovlivňující termoregulaci byla zaznamenána ve 4 případech (1,5%) a jako jiný důvod je uveden u 13 (4,8%) postižených. Nejčastěji byla teplota měřena na kůži pomocí teploměrů na bázi infračerveného světla (53 pacientů, 57,1%). Teplota tělesného jádra byla měřena u 78 pacientů (29,1%). Ve zbývajících případech byla diagnóza hypotermie určena z klinických příznaků (37 pacientů, 13,8%). Periferní teplota byla nejčastěji měřena na temporální části hlavy a teplota jádra byla zaznamenávána nejčastěji rektálně. U většiny pacientů byla diagnostikována mírná hypotermie (202 pacientů 75,4%). Středně závažná hypotermie (32-28°C) byla zaznamenána u 44 (16,4%) a závažné (<28°C) u 22 pacientů (8,2%). Nejnižší zaznamenaná teplota odpovídala 25°C. Jako průměrné hodnoty v rámci ER byla hlášena teplota 29,1°C. Léčba hypotermie byla ve většině případů založena na podávaných ohřátých intravenózních tekutinách, vnější zahřívání bylo prováděno pomocí bavlněných dek. Jedna z ER uvádí zahřívání dýchacích cest. Polovina pacientů byla následně léčena na pohotovostních odděleních, a jen 8,2% bylo převezeno na jednotky intenzivní péče. Kardiopulmonální resuscitace byla prováděna u 20 pacientů (7,5%) přičemž nejdelší úsilí o návrat životních funkcí trvalo až 7 hodin. Průměrné trvání resuscitace bylo 141 minut. Úmrtnost v analyzované skupině byla vypočítána na 6,3%. Tyto údaje se týkají pacientů, u kterých k úmrtí došlo na odděleních ER. Pacienti, kteří byli převezeni na jiná oddělení, již nebyli sledováni a jejich výsledky nebyly do studie zahrnuty. Jedná se o první průzkum týkající se řešení hypotermie na urgentních příjmech v Polsku. Z analýzy bylo zjištěno, že současné metody a diagnostiky, nejsou zcela dokonalé. Prázdné dotazníky, které nebyly do studie zahrnuty, obsahovaly poznámku: „Léčbu podchlazení v našem ER neléčíme“ což naznačuje úplný nedostatek znalostí v této oblasti. Proto by bylo rozumné, aby bylo zřízeno regionálního středisko určeno k poskytování odborné pomoci a organizační podpory, které by zahrnovalo i podporu v účinných prostředcích léčby zejména u pacientů u kterých bylo zjištěno těžké podchlazení. Na základě předběžných výsledků této studie bylo zřízeno první takové centrum v Krakově. Jedná se o první a zatím jedinou specializovanou jednotku v Polsku, které se věnuje léčbě hypotermie za pomoci mimotělního oběhu. Toto centrum spolupracuje s International Hypothermia Registry. (Kosiński, 2015, s.23)

## Význam a limitace dohledaných poznatků

Význam dohledaných informací spočívá v časně diagnostice a terapii hypotermie již v podmínkách přednemocniční péče, což v zásadě ovlivňuje prognózu pacienta po předání do nemocniční intenzivní péče. Hlavně v severských zemích byla hypotermie často zkoumána a z výsledků studií vyplývá, že metody balení a zahřívání sice nevedou k aktivnímu zahřátí pacienta s hypotermií, ale zásadní význam mají v eliminaci tepelných ztrát. Limitem dohledaných poznatků byla absence metod, které by byly shodné v přístupu k pacientovi s hypotermií. Variabilita metod v důsledku neovlivňuje výsledný efekt pro pacienta. Metody péče se odlišují dle stavu pacienta a dle dostupnosti nemocničního zařízení, které má k dispozici zařízení ECMO. Jen málo dohledaných zdrojů uvedlo, že mají protokol pro péči o hypotermického pacienta, dle studií se záchranáři řídí klinickým stavem pacienta, anebo dle zažitých zvyklostí. Některé zdroje dokonce poukazují na to, že hypotermie nebyla v některých případech vůbec řešena. Limitem výsledku rešerše je absence dohledaných zdrojů, které by řešily hypotermii v České republice v přednemocniční neodkladné péči. Zásadní význam mají informace, které popisují, že hypotermický pacient může, pokud před hypotermií nedošlo k asfyxii přežít provádění KPR i několik hodin, a může nastat obnova srdečního rytmu bez poškození neurologických funkcí. Bakalářská práce byla zpracována dle doporučených postupů Evropské resuscitační rady 2015. V průběhu analýzy a sumarizaci dohledaných studií došlo ke změně v doporučených postupech Evropské resuscitační rady 2020, ty však dle srovnání výrazně péči o pacienta s hypotermií nemění. Dalším zásadním poznatkem jsou metody měření tělesné teploty před příjezdem pacienta do nemocničního zařízení. Velká část pozemních posádek zdravotnické pomoci využívá teploměry, které měří metodou infračerveného světla, což je mnohdy nepřesné, a pokud je pacient silně podchlazený nemusí přesnou tělesnou teplotu změřit. V dalších studiích zabývajících se hypotermií by bylo vhodné zaměřit se na metody a jejich validitu při měření tělesné teploty u podchlazeného pacienta, stejně tak by byla přínosem sumarizace informací o metodách balení a zahřívání pacienta v přednemocniční neodkladné péči a vytvoření doporučeného postupu, který by sjednotil metodiku péče o pacienta s hypotermií v přednemocniční péči i s ohledem na dostupnost vybavení.

## Závěr

V podmínkách České republiky jsem nedohledala jednotný doporučený postup pro léčbu podchlazených pacientů. Z dohledaných studií a kazuistik vyplívá, že léčba hypotermie v přednemocniční péči je poněkud opomíjenou záležitostí, přesto že je jednou z reverzibilních příčin náhlé zástavy oběhu. V České republice se s hypotermií záchranáři setkávají především v horském prostředí. Není však výjimkou, že se záchranáři s hypotermickým pacientem setkají i mimo horské oblasti. Posádky zdravotnické záchranné služby hypotermií řeší v některých krajích pouze pomocí přikrývek, úpravou okolní teploty v sanitním voze a izotermickými foliemi, bez použití zahřátých infuzí. Dle mého názoru by mělo být zváženo zařazení zařízení pro ohřev ve všech sanitních vozech. Například zařízení pro ohřev infuzí, anebo chemické zahřívací vaky. Stanovené cíle bakalářské práce byly splněny, přesto z dohledaných studií nelze vytvořit jednotný závěr k problematice hypotermie. Většina z dohledaných kazuistik a studií se řídí dle zvyklostí a klinickými příznaky pacienta. Přesto dle mého názoru by bylo vhodné vypracování protokolu a doporučených postupů jak u pacienta s hypotermií postupovat, aby se do budoucna eliminovaly případy, kdy prognóza pacienta byla ovlivněna neadekvátním postupem péče při zjištěné hypotermii. Výzkum na téma hypotermie a péči o hypotermické pacienty nejen České republiky by mohl být v budoucnu velkým přínosem a benefitem pro pacienty samotné.

## Referenční seznam

BRANDSTROM H, Eriksson A, Giesbrecht G, Angquist KA, Haney M. Fatal hypothermia: an analysis from a sub-arctic region. *Int J Circumpolar Health* 2012;71:1-7. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3402/ijch.v71i0.18502>

BROWN, Douglas J.A., Hermann BRUGGER, Jeff BOYD a Peter PAAL. Accidental Hypothermia. *New England Journal of Medicine* [online]. 2012, **367**(20), 1930-1938 [cit. 2021-01-19]. ISSN 0028-4793. doi:10.1056/NEJMra1114208. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23150960/>

EIDSTUEN, S. C., O. ULEBERG, G. VANGBERG a E. SKOGVOLL. When do trauma patients lose temperature? - a prospective observational study. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* [online]. 2018, **62**(3), 384-393 [cit. 2021-01-06]. ISSN 13996576. doi:10.1111/aas.1305. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29315468/>

EUROPEAN RESUSCITATION CONCIL, guideline 2015, s. **30** dostupné v PDF formě

FREEMAN, S., Deakin, C. D., Nelson, M. J., & Bootland, D. (2018). Managing accidental hypothermia: A UK-wide survey of prehospital and search and rescue providers. *Emergency Medicine Journal : EMJ*, **35**(10-11), 652. doi: dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1136/emmermed-2017-207178>

HAVERKAMP, Frederike J.C., Gordon G. GIESBRECHT a Edward C.T.H. TAN. The prehospital management of hypothermia — An up-to-date overview. *Injury* [online]. 2018, **49**(2), 149-164 [cit. 2021-01-06]. ISSN 00201383. doi:10.1016/j.injury.2017.11.001 Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29162267/>

KOŘÍZEK. V et al. Laviny-záchrana. Příloha Outdoor magazínu. V-Press. s.r.o. s.13. 2004 dostupné z: <https://www.horskaslužba.cz/>

KOSIŃSKI, S., Darocha, T., Gałkzowski, R. et al. Accidental hypothermia in Poland – estimation of prevalence, diagnostic methods and treatment. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* **23**, **13** (2015). Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13049-014-0086-7>

KUBALOVÁ J. 2007. Urgentní medicína časopis pro neodkladnou lékařskou péči [online]. České Budějovice. MEDIPRAX CB s.r.o. 36 (13). ISSN 1212-1924. Dostupné z: [https://urgentnimedicina.cz/casopisy/UM\\_2007\\_01.pdf](https://urgentnimedicina.cz/casopisy/UM_2007_01.pdf)

LAPOSTOLLE, Frédéric, James COUVREUR, François Xavier KOCH, et al. Hypothermia in trauma victims at first arrival of ambulance personnel: an observational study with assessment of risk factors. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* [online]. 2017, **25**(1) [cit. 2021-01-06]. ISSN 1757-7241. doi:10.1186/s13049-017-0349-1. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5402666/>

LAWTHAWEESAWAT, Chanrit, Richard HARRIS, Wutichai ISARA a Krit PONGPIRUL. Prehospital Care of the 13 Hypothermic, Anesthetized Patients in the Thailand Cave Rescue

New England Journal of Medicine [online]. 2019, **380**(14), 1372-1373 [cit. 2021-01-25]. ISSN 0028-4793 doi:10.1056/NEJMc1900831. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30943344/>

OMAR, Hesham R.; El-Khabiry, Ehab; Mangar, Devanand; Camporesi, Enrico M. The effect of various stages of hypothermia on the ECG, Cardiovascular Endocrinology: March 2016 - Volume 5 - Issue 1 - p **28-32** doi: 10.1097 dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1445-5994.2011.02614.x>

OMAR, H.R., Rashad, R. and Helal, E. (2011), The giant waves of Osborn in brain death. Internal Medicine Journal, 41: **841-842**. <https://doi.org/10.1111/j.1445-5994.2011.02614.x>

ROMLIN, Birgitta S. MD, PhD1; Winberg, Helena MD1; Janson, Magnus MD1; Nilsson, Boris MD1; Björk, Kerstin CCP2; Jeppsson, Anders MD, PhD2,3; Drake, Gunilla MD4; Claesson, Andreas RN, PhD5 Excellent Outcome With Extracorporeal Membrane Oxygenation After Accidental Profound Hypothermia (13.8°C) and Drowning, Critical Care Medicine: November 2015 - Volume **43** - Issue 11 - p e521-e525 doi: 10.1097/CCM.0000000000001283. dostupné z: [https://stage-journals.lww.com/ccmjournals/Fulltext/2015/11000/Excellent\\_Outcome\\_With\\_Extracorporeal\\_Membrane.44.aspx](https://stage-journals.lww.com/ccmjournals/Fulltext/2015/11000/Excellent_Outcome_With_Extracorporeal_Membrane.44.aspx)

SVENDSEN, T., I. LUND-KORDAHL a K. FREDRIKSEN. Cabin temperature during prehospital patient transport - a prospective observational study. Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine [online]. 2020, **28**(1), 64 [cit. 2021-01-18]. ISSN 17577241: doi:10.1186/s13049-020-00759-0. Dostupné z <https://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13049-020-00759-0>

THOMASSEN, Ø., Færevik, H., Østerås, Ø. et al. Comparison of three different prehospital wrapping methods for preventing hypothermia - a crossover study in humans. Scand J Trauma Resusc Emerg Med 19, **41** (2011). Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1757-7241-19->

WILLMORE, Robert. Cardiac Arrest Secondary to Accidental Hypothermia: The Physiology Leading to Hypothermic Arrest. Air Medical Journal [online]. 2020, **39**(2), 133-136 [cit. 2021-01-20]. ISSN 1067991X. doi:10.1016/j.amj.2019.09.013. Dostupné z: [https://www.airmedicaljournal.com/article/S1067-991X\(19\)30206-8/abstract](https://www.airmedicaljournal.com/article/S1067-991X(19)30206-8/abstract)

WILLMORE, R. Cardiac Arrest Secondary to Accidental Hypothermia: Who Should We Resuscitate? Air medical journal [online]. 2020, **39**(3), 205-211 [cit. 2021-01-27]. ISSN 15326497. doi:10.1016/j.amj.2019.09.015. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32540113/>

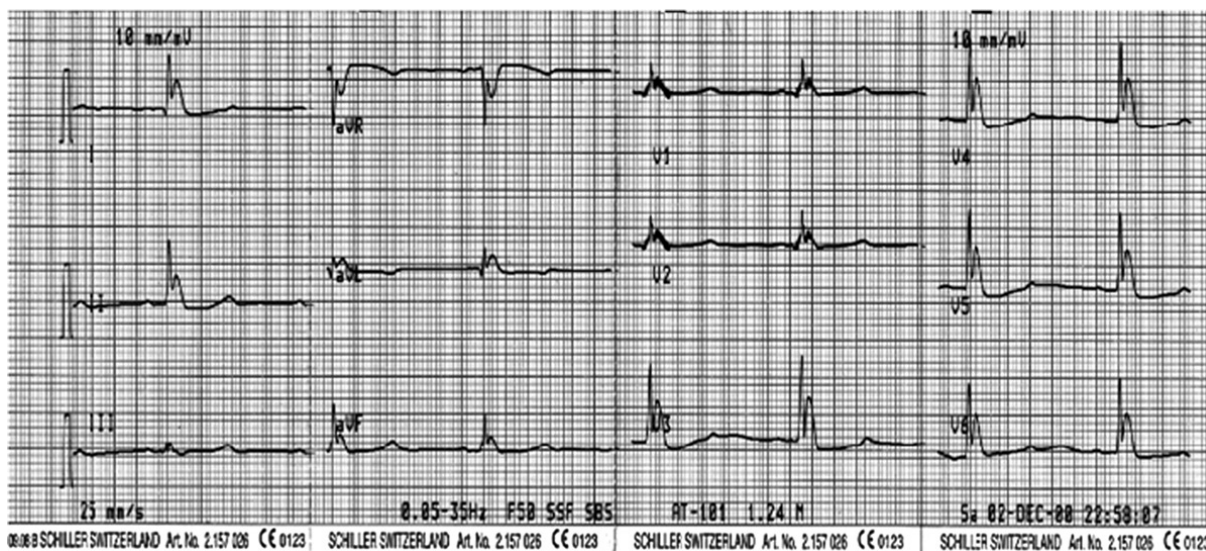
## Přílohy

Stage	Clinical Symptoms	Typical Core Temperature†	Treatment
HT I	Conscious, shivering	35 to 32°C	Warm environment and clothing, warm sweet drinks, and active movement (if possible)
HT II	Impaired consciousness, not shivering	<32 to 28°C	Cardiac monitoring, minimal and cautious movements to avoid arrhythmias, horizontal position and immobilization, full-body insulation, active external and minimally invasive rewarming techniques (warm environment; chemical, electrical, or forced-air heating packs or blankets; warm parenteral fluids)
HT III	Unconscious, not shivering, vital signs present	<28 to 24°C	HT II management plus airway management as required; ECMO or CPB in cases with cardiac instability that is refractory to medical management
HT IV	No vital signs	<24°C	HT II and III management plus CPR and up to three doses of epinephrine (at an intravenous or intraosseous dose of 1 mg) and defibrillation, with further dosing guided by clinical response; rewarming with ECMO or CPB (if available) or CPR with active external and alternative internal rewarming

\* Hypothermia may be determined clinically on the basis of vital signs with the use of the Swiss staging system.<sup>10</sup> CPB denotes cardiopulmonary bypass, CPR cardiopulmonary resuscitation, and ECMO extracorporeal membrane oxygenation.

† Measurement of body core temperature is helpful but not mandatory. The risk of cardiac arrest increases as the core temperature drops below 32°C and increases substantially if the temperature is less than 28°C.<sup>12,13</sup> To convert values for temperature to degrees Fahrenheit, multiply by 9/5 and add 32.

Obrázek 1. Staging and Management of Accidental Hypothermia. (Douglas J.A et al., tabulka 2)



Obrázek 2. Osbornovy vlny na záznamu EKG (Omar et al. 2011, obrázek č.1)

Seznam zkratk:

UNN- University Hospital of North Norway

HEMS- Helicopter Emergency Medical Services

ECMO- Extrakorporální membránová oxygenace

KPR- Kardiopulmonální resuscitace

ER- emergency

BW- Bubble Wrap

ABQ- bavlněná přikrývka/deka

HM- hibernační metoda

HT- hypotermie

PEA- bezpulzová elektrická srdeční aktivita

ALS- Advanced Life Support

EKG- Elektrokardiografie